



**ПОЛИТЕХ**  
Институт компьютерных  
наук и технологий



**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Часть 1

Сборник научных трудов  
XXV Международной научной  
и учебно-практической конференции

13–14 октября 2021 года



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Международная академия наук высшей школы.  
Санкт-Петербургское отделение  
Центральный экономико-математический институт РАН  
Центр по изучению проблем информатики  
Института научной информации по общественным наукам РАН  
Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН  
Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)  
Санкт-Петербургский государственный экономический университет

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

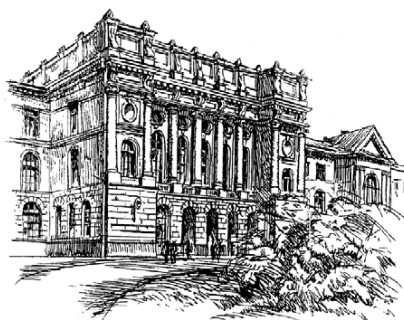
---

# СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ

Часть 1

Сборник научных трудов  
XXV Международной научной  
и учебно-практической конференции

13–14 октября 2021 года



**ПОЛИТЕХ-ПРЕСС**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

Санкт-Петербург  
2021

УДК 303.732  
С34

**Системный анализ в проектировании и управлении.** В 3 ч. Ч. 1 : сборник научных трудов XXV Международной научной и учебно-практической конференции, 13–14 октября 2021 г. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – 556 с.

В сборник научных трудов XXV Международной научной и учебно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», проводимой Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого совместно с Южным федеральным университетом, Санкт-Петербургским отделением Международной академии наук высшей школы, Центральным экономико-математическим институтом РАН, Центром по изучению проблем информатики Института научной информации по общественным наукам РАН, Санкт-Петербургским Федеральным исследовательским центром РАН, Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербургским государственным экономическим университетом, включены работы ученых, аспирантов и студентов, работающих в области теории систем и системного анализа, из ряда городов России, Украины, Австралии, Боснии и Герцеговины, Вьетнама, Германии, Ирака, Кипра, Монголии, Польши, Словакии, США, Финляндии, Чехии, Эстонии, Южной Кореи.

Ответственные редакторы *В. Н. Волкова, В. Н. Козлов*

ISSN 2658-5243

© Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2021

## Программный комитет

**Председатель Программного комитета конференции** – научный руководитель СПбПУ, академик РАН, д-р техн. наук, профессор **Ю.С. Васильев**.

**Сопредседатели Программного комитета конференции:**

**Козлов В.Н.** – заместитель председателя СПб отделения МАН ВШ, д-р техн. наук, проф., заслуженный работник высшей школы РФ (Санкт-Петербург, Россия);

**Волкова В.Н.** – член МАН ВШ, д-р экон. наук, проф., заслуженный работник высшей школы РФ (Санкт-Петербург, Россия);

**Панкратова Н.Д.** – чл.-корр. НАНУ, член МАН ВШ, д-р техн. наук, проф., заместитель директора Института прикладного системного анализа Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (Киев, Украина)

**Члены программного комитета (Россия):**

**Клейнер Г.Б.** – чл.-корр. РАН, д-р экон. наук, проф. (ЦЭМИ РАН, Москва);

**Малинецкий Г.Г.** – д-р физ.-мат. наук, проф. (Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша РАН, Москва);

**Брусакова И.А.** – член МАН ВШ, д-р экон. наук, проф. (СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург);

**Гаврилова Т.А.** – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой (СПбГУ, Санкт-Петербург);

**Горелова Г.В.** – член. МАН ВШ, д-р техн. наук, проф. (ЮФУ, Таганрог);

**Гриненко С.В.** – д-р экон. наук, проф. (Сочинский гос. университет, Сочи);

**Ефремов А.А.** – канд. физ.-мат. наук, доц. (СПбПУ);

**Искандеров Ю.М.** – д-р техн. наук, проф., зав. лабораторией (СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург);

**Кацко И.А.** – д-р экон. наук, проф. (Кубанский гос. аграрный университет, Краснодар);

**Кукор Б.Л.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р экон. наук, проф. (СПбГЭУ, Санкт-Петербург);

**Ланкин В.Е.** – д-р экон. наук, проф. (ЮФУ, Таганрог);

**Мазин В.Д.** – д-р техн. наук, проф. (СПбПУ);

**Малыхина Г.Ф.** – д-р техн. наук, проф. (СПбПУ);

**Зарубежные члены программного комитета:**

**John-Erik Andreassen** – M.Sc., Ass. Prof. (Østfold University College, Østfold, Norway);

**Igor B. Arefiev** – Dr. of Engineering Sc., Prof. (Maritime University of Szczecin, Szczecin, Poland);

**Idilia Batchkova** – Dr. Sc., Prof. (University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria);

**Leon Bazil** – Dr. of Economics, Prof. (Montclair State University, Montclair, NJ, USA);

**Zanna Bober** – M.Sc. (MTÜ “EVRIKA”, Narva, Estonia);

**Bencion Fleishman** – Dr. Sc., Prof. (Society for Risk Analysis, New York, USA);

**Andreas Gerdes** – Dr. Sc., Prof. (Karlsruhe University, Karlsruhe, Germany);

**Rainer Grünwald** – Dr. of Engineering Sc., Prof. (Technische Universität Ilmenau, Ilmenau, Germany);

**Milan Guzan** – Dr., Assoc. prof. Ing. (Technical University of Košice, Slovak Republic);

**Stein Erik Johansen** – Dr. Philos., Prof. (Institute for Basic Research, Palm Harbor, FL, USA);

**Maria J. Kononova** – Dr. habil. of Engineering Sc., Ass. Prof., Visiting Prof. (Technical University of Applied Science, Rosenheim, Germany);

**Ignat A. Kulkov** – Candidate of Economic Sc., PhD (Åbo Akademi, Turku, Finland);

**Nikolay N. Lyabakh** – Dr. Sc. (Tech.), Prof. (Akademie für Management und Technologie e.V. (INTAMT), Düsseldorf, North Rhine-Westphalia, Germany);

**Микони С.В.** – д-р техн. наук, проф. (СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург);  
**Мокий М.С.** – д-р экон. наук, проф. (ГУУ, Москва);  
**Редько С.Г.** – д-р техн. наук, проф. (СПбПУ);  
**Семёнов К.К.** – канд. техн. наук, доц. (СПбПУ);  
**Соколов Б.В.** – д-р техн. наук, проф. (СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург);  
**Станкевич Л.А.** – канд. техн. наук, проф. (СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург);  
**Фирсов А.Н.** – чл.-корр. МАН ВШ, д-р техн. наук, проф. (СПбПУ);  
**Халин В.Г.** – член МАН ВШ, д-р экон. наук, проф. (СПбГУ, Санкт-Петербург);  
**Черненькая Л.В.** – член МАН ВШ, д-р техн. наук, проф. (СПбПУ);  
**Черный Ю.Ю.** – канд. филос. наук, руководитель Центра по изучению проблем информатики (ИНИОН РАН, Москва);  
**Чудесова Г.П.** – член МАН ВШ и МАОР, д-р экон. наук, проф. (НИУ ИТМО, Санкт-Петербург);  
**Шипунова О.Д.** – д-р филос. наук, проф. (СПбПУ);  
**Шкодырев В.П.** – д-р техн. наук, проф., директор высш. школы КФСУ (СПбПУ);  
**Яковлева Е.А.** – член МАН ВШ, д-р экон. наук, проф. (СПбГЭУ).

#### **Ученые секретари конференции:**

**Широкова С.В.** – чл.-корр. МАН ВШ, канд. техн. наук, доцент СПбПУ;  
**Логинова А.В.** – канд. экон. наук, доцент СПбПУ

**George Mobus** – PhD, Ass. Prof. Emeritus (University of Washington Tacoma, WA, USA);

**Georgi Popov** – Dr. Sc., DHC, Prof. (Technical University of Sofia, Sofia, Bulgaria);

**Elmar Schrüfer** – Dr. of Natural Sc., Prof. (Technical University of Munich, Munich, Germany);

**Adolf Josef Schwab** – Dr. of Engineering Sc., Prof. (Karlsruhe University, Karlsruhe, Germany);

**Hans-Rolf Tränkler** – Dr. of Engineering Sc., Prof. (Bundeswehr University Munich, Munich, Germany);

**Peter D. Tuddenham** – Past-President and Trustee of the International Society for the Systems Sciences Trustee, American Society for Cybernetics President, Member of the Board, European Marine Science Educators Association (College of Exploration, VA, USA);

**Konstantin N. Vasilyev** – M.Sc., MCI-WEM, C.WEM., C.Sci, C.Env, Senior Flood Risk Consultant (“Jacobs”, Swindon, UK);

**Valeriy V. Vyatkin** – Dr. Philos., Prof. (Luleå tekniska Universite, Luleå, Sweden);

**Klaus Wilderotter**, Professor, Dr. of natural Sc., Ass. Prof. (Technical University of Applied Science, Rosenheim, Germany);

**Roland Werthschützky** – Dr. of Engineering Sc., Prof. (Technical University of Darmstadt, Germany).

**Nacer eddine Zarour** – Dr. Sc., Prof. (Abdelhamid Mehri University of Constantine 2, Algeria)

#### **Оргкомитет конференции:**

**Ефремов А.А.** (председатель оргкомитета), канд. физ-мат. наук, доцент, СПбПУ;

**Широкова С.В.** (заместитель председателя оргкомитета), канд. техн. наук, доцент, СПбПУ, чл.-корр. МАН ВШ;

**Логинова А.В.**, канд. экон. наук, доцент, СПбПУ;

**Катермина Т.С.**, канд. техн. наук, доцент, Нижневартровский государственный университет;

**Кравченко В.В.**, ассистент, СПбПУ;

**Кудрявцева А.С.**, аспирант, СПбПУ;

**Свистунова А.С.**, мл. науч. сотр. СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург, аспирант СПбПУ;

**Цветков В.А.**, канд. техн. наук, доцент, СПбПУ

*Посвящается  
25-й встрече единомышленников,  
развивающих теорию систем  
и системный анализ*

*Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении»* в этом году проводится 25-й раз. Конференция проводится Научно-педагогической школой с таким же названием, объединяющей ученых, развивающих теорию систем и системного анализа в различных вузах и научных организациях России и других стран.

Школа считает себя преемницей:

школы Московского энергетического института, в котором д-р техн. наук, профессор *Федор Евгеньевич Темников* (1906–1993), создал в 1970 году первую в стране кафедру по направлению теории систем и системных исследований – кафедру Системотехники;

школы Ленинградского политехнического института (ЛПИ), в котором с 1973 года на факультете технической кибернетики д-р техн. наук, профессор *Анатолий Алексеевич Денисов* (1934–2010) исследовал общность процессов в системах различной физической природы и предложил теорию информационного поля и информационный подход к анализу систем.

Инициатором становления школы является кафедра «Системный анализ и управление», созданная д-ром техн. наук, профессором *Владимиром Николаевичем Козловым* в 1994 году на основе кафедры «Техническая кибернетика». На базе этой кафедры было открыто новое одноименное направление подготовки бакалавров и магистров многоуровневой системы высшего профессионального образования, что сыграло важнейшую роль в становлении и развитии в Политехническом университете школы системного анализа в проектировании и управлении.

В настоящее время это направление развивается как научное направление подготовки бакалавров и магистров в Высшей школе киберфизических систем и управления (ВШ КФСУ) Института компьютерных наук и технологий (ИКНТ) Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ). Директор ВШ КФСУ – д-р техн. наук, профессор *Вячеслав Петрович Шкодырев*, руководитель ООП «Теория и математические методы системного анализа и управления в технических, экономических и социальных системах» по направлению

подготовки бакалавров и магистров «Системный анализ и управление» – канд. физ.-мат. наук, доцент **Артем Александрович Ефремов**.

Научными руководителями Научно-педагогической школы «Системный анализ в проектировании и управлении» в настоящее время являются заместитель председателя СПб отделения Международной Академии наук Высшей школы (МАН ВШ), д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ **Владимир Николаевич Козлов** и член МАН ВШ, рук. Научного совета СПб отделения МАНВШ по проблемам подготовки и аттестации научно-педагогических кадров, д-р экон. наук, проф., заслуженный работник высшей школы РФ **Виолетта Николаевна Волкова**.

Важной целью школы является развитие методологических основ и терминологического аппарата теории систем и системного анализа на основе широкого спектра математических методов.

Проводимые ежегодные конференции способствуют развитию идей теории систем и системного анализа и их использованию в учебных планах и программах не только нашего вуза, но и других вузов страны.

Большое влияние на реализацию и распространение идей научно-педагогической школы «Системный анализ в проектировании и управлении» оказывают подготавливаемые учебники и учебные пособия. В числе авторов учебников ученые других вузов, принимающие активное участие в ежегодно проводимых конференциях. Школа выполняет важную миссию по подготовке научных кадров высшей квалификации. На конференции традиционно обсуждаются доклады аспирантов и студентов Политехнического университета и других вузов.

Научные результаты, обсуждаемые на заседаниях конференции, представлены в ежегодно выпускаемых сборниках научных трудов, в коллективных учебниках и монографиях, подготовленных участниками этих конференций и на сайте, название которого образовано от названия конференции *System Analysis in Engineering and Control* – [www.saenco.ru](http://www.saenco.ru).

**Председатель Программного комитета конференции  
Академик РАН  
Юрий Сергеевич Васильев**

## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

**Сопредседатели – Козлов Владимир Николаевич,**

профессор, д-р техн. наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы РФ,  
заместитель председателя СПб отделения МАН ВШ;

**Волкова Виолетта Николаевна,**

профессор, д-р экон. наук, профессор,  
заслуженный работник высшей школы РФ, член МАН ВШ

**Ученый секретарь – Логинова Александра Викторовна**

доцент, канд. экон. наук,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

УДК 303.732

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-45

**Васильев Юрий Сергеевич,**

академик РАН, д-р техн. наук, профессор;

**Волкова Виолетта Николаевна,**

профессор, д-р экон. наук, профессор;

**Козлов Владимир Николаевич,**

профессор, д-р техн. наук, профессор

## ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ: ИСТОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, Санкт-Петербург.  
saiu@ftk.spbstu.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ становления теории систем, ее вариантов, прикладных направлений и перспектив развития. Системные представления возникли постепенно, начиная с древнегреческого периода, и в последующем начинали развиваться из разных истоков – из философии, биологии, математики и т. п.

На основе анализа истории развития основных концепций теории систем делается вывод о том, что в современных условиях внедрения эмерджентных технологий необходимо дальнейшее развитие теории систем, переосмысление открытого Л. фон Берталанфи закона, противоположного второму началу термодинамики, концепции подвижного равновесия А.А. Богданова, принципиальной неравновесности Э. Бауэра, разработки моделей, основанных на диалектической логике и теории нелинейной динамики.

**Ключевые слова:** организмический подход, открытая система, системный анализ, системология, системотехника, теория систем, энтропийно-негэнтропийные процессы.



*Yury S. Vasiljev,*  
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academic RAS;  
*Violetta N. Volkova,*  
Professor, Doctor of Economics, Professor;  
*Vladimir N. Kozlov,*  
Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor

## SYSTEM THEORY AND SYSTEM ANALYSIS: ORIGINS AND PERSPECTIVES

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Russia, St. Petersburg.  
saiu@ftk.spbstu.ru

**Abstract.** The article analyzes the formation of systems theory, its variants, applied directions and development prospects. Systemic representations arose gradually, starting from the ancient Greek period, and subsequently began to develop from different origins - from philosophy, biology, mathematics, etc.

Based on the analysis of the history of the development of the basic concepts of systems theory, the conclusion is drawn that, in modern conditions of introduction of emergent technologies, further development of systems theory is necessary, rethinking of the law discovered by L. von Bertalanffy, opposite to the second law of thermodynamics, the concept of moving equilibrium by A.A. Bogdanov, the principle disequilibrium of E. Bauer, development of models based on dialectical logic and the theory of nonlinear dynamics.

**Keywords:** organismic approach, open system, systems analysis, systemology, systems engineering, systems theory, entropy-negentropy processes.

### Введение

В конце XIX – начале XX вв. по мере развития производственных процессов, науки и технологий стало резко увеличиваться число комплексных проектов и проблем, которые потребовали объединения разных методов и участия специалистов различных областей знаний.

К этому времени сформировалось много *специальных дисциплин*, которые часто используют сходные методы, но настолько преломляют их с учетом потребностей конкретных приложений, что специалисты, работающие в разных прикладных областях (так называемые «узкие специалисты»), перестают понимать друг друга. Возникла потребность в специалистах «широкого профиля», умеющих обобщать знаниями в различных областях, и формировать комплексные модели.

Роль интеграции наук, организации взаимосвязей и взаимодействия между различными научными направлениями во все времена выполняла *философия* – наука наук, которая одновременно являлась и источником

возникновения ряда научных направлений. Однако философская терминология не всегда легко преломляется к практической деятельности.

Понятие «система», ранее употреблявшееся в обыденном смысле, превратилось в специальную общенаучную категорию, начали появляться обобщающие научные направления, которые исторически иногда возникали параллельно на разной прикладной или теоретической основе и носили различные наименования.

Для обобщенного названия таких научных направлений, обычно используют термины «междисциплинарные» или «трансдисциплинарные» направления. Однако углубленный анализ сути обобщающих направлений, основанных на общенаучном термине «система», показывает, что точнее использовать термин «общедисциплинарные».

В XXI веке в связи с активным развитием технологий третьей и четвертой промышленных революций значимость понимания и использования системных представлений возрастает. Новые технологии оказывают существенное влияние не только на промышленное производство, но и на все сферы жизни человека. Ориентироваться в этом сложном новом мире может помочь знание закономерностей функционирования и развития сложных систем и методов их моделирования.

В настоящее время имеется большое разнообразие понимания и толкования многих понятий, проблематики и инструментария теории систем и системного анализа, особенностей и свойства объектов системных исследований. Отсутствие общепринятого понимания многих положений, сущности и специфики общедисциплинарных направлений, их роли и места в современной науке, разнообразие подходов, методов и их применения может стать более понятным, если упорядочить историю их возникновения и попытаться осознать перспективы их развития и применения. Полезно знать, кто предлагал и развивал эти направления, в работах каких авторов можно получить необходимую информацию.

Анализ имеющейся информации показывает, что становление системного знания имеет длительную историю. Системные представления возникали постепенно, начиная с древнегреческого периода, и в последующем начинали развиваться из разных истоков.

В данной статье рассматриваются истоки возникновения и развития общедисциплинарных концепций, использующих в качестве основного понятие «система», и предлагаются перспективы развития теории систем и системного анализа в условиях активного внедрения эмерджентных технологий.

### **1. Предпосылки возникновения системных представлений**

В Древней Греции *Аристотель* сформулировал утверждение «*сумма свойств частей не есть свойства целого*», которое можно считать

основой понятия *целостности, системности*, отличия системы от простой совокупности элементов.

В XIX в. возникло более глубокое понимание *целостности*:

шведский химик **Йенс Берцелиус** высказал гипотезу о том, что структура молекулы возникает благодаря взаимодействию разноименно заряженных атомов или атомных групп;

французский химик **Шарль Жерар** утверждал, что при образовании структур различные атомы не просто взаимодействуют, но известным образом *преобразуют друг друга*, так что в результате возникает определенная *целостность*, т. е. *система*;

в Германии ботаник **Матиас Якоб Шлейден** и биолог, гистолог и физиолог **Теодор Шванн** установили тождество растительной и животной клетки, доказали, что клетка является основной структурной единицей организма, и создали целостную клеточную теорию строения организма, что доказывало единство всего органического мира;

английский философ и социолог **Герберт Спенсер** разработал принципы дифференциации и интеграции, признанные позднее всеобщими; считал, что объединение знания должно осуществляться путем подведения более узких классов явлений под более общие.

В XVII в. благодаря **Блезу Паскалю** произошло осознание различия *гуманитарного* и *формального* способов мышления, что привело к разделению научных концепций на две группы:

а) гуманитарно-философские, связанные с отображением *образа, целостности, смысла, назначения, целесообразности* и базирующиеся на *философии* и гуманитарных дисциплинах; и

б) естественнонаучные и физико-математические, обеспечивающие отображение элементов и законов их взаимодействия, и традиционно базирующиеся на *математике*.

В европейской культуре более предпочтительными и развитыми оказались формальные методы. В то же время стало осознаваться, что существуют проблемы, труднообъяснимые с помощью методов математики и классической физики:

Русский химик **Александр Михайлович Бутлеров**, исследуя химическое строение органических веществ, сделал вывод о *несводимости закономерностей органической материи высшего порядка к закономерностям низшего порядка, изучаемым атомной физикой*.

Этот вывод Бутлеров сделал при сопоставлении методов неорганической и органической химии. Однако в последующем было осознано, что его следует распространить и на другие уровни развития материи.

В конце XIX в. стали создаваться междисциплинарные научные направления типа *физическая химия, математическая физика, биогеологический, биогеокосмический, биогеооокосмический* подходы, основан-

ные на понятии биосферы и ноосферы. Эти подходы иногда считают первыми *интегральными* концепциями, междисциплинарными направлениями, началом объединения идей и методов, возникших в разных научных направлениях.

В XX в потребности практики привели к возникновению ряда общедисциплинарных направлений, основные понятия и подходы которых помогают как средства постановки задач, интегрируют возможности гуманитарного и формального знания и могут интерпретироваться применительно к техническим, биологическим, социальным и др. сферам и дисциплинам.

## **2. Истоки общедисциплинарного знания и теории систем**

В настоящее время общедисциплинарные концепции, использующие в качестве основного понятие системы, принято объединять термином «Общая теория систем» или «Теория систем».

**2.1. Теория открытых систем.** Исторически началом становления теории систем как самостоятельного научного направления считают австрийского биолога *Л. фон Берталанфи*, который в 1937 г. сделал доклад на философском семинаре в Чикагском университете, т. е. раньше совещания в Принстоне (1943–1944 гг.), организованного *Н. Винером* и *Дж. фон Нейманом*, на котором была предпринята попытка создания единой для различных наук терминологии и возникли идеи кибернетики.

Л. фон Берталанфи предложил *организмический* подход к биологическим и социальным объектам и явлениям и концепцию *открытой системы* как системы, постоянно обменивающаяся со средой веществом, энергией и *информацией*. Но Берталанфи не опубликовал свои идеи сразу, объясняя это тем, что идеи этой концепции возникли как результат конфликта между механицизмом и витализмом и открытие закономерности, противоречащей второму началу термодинамики, которое в физике считается незыблемым, было очень смелым результатом. Первые публикации *Л. фон Берталанфи* появились после второй мировой войны [1–5 и др.], т. е. до выхода в 1948 г. книги Н. Винера о кибернетике.

Таким образом, теория систем возникла раньше кибернетики, но стала известной позднее. Возможно потому, что первые работы (1945 и 1947 г.) были опубликованы вначале на немецком языке [1, 2].

Большую роль в становлении Общей теории систем сыграло первое междисциплинарное и международное сотрудничество в области теории систем и системных наук «Общество развития общей теории систем» (англ. Society for the Advancement of General Systems Theory), которое начало формироваться в 1954 г., постепенно преобразовывалось, и в н. в. — это «Международное общество системных наук» (англ. *International Society for the Systems Sciences ISSS*)».

Пост президента Общества занимали ученые, внесшие вклад в развитие теории систем: *Людвиг фон Берталанфи* (биолог), *Кеннет Боулдинг* (1957–1958 гг., эко-

номист). *Уильям Росс Эшби* (1962—1964 г., психиатр), *Джордж (Георгий) Клир* (1981—1982 г., информатик, системотехник) и др.

В это общество объединились философы, психологи, биологи, экономисты, социологи и др. ученые, которые шли к идеям теории систем разными путями.

**Кеннет Боулдинг** – экономист и социолог

Предложил два взаимодополняющих друг друга подхода к построению общей теории систем:

Первый — *«рассмотреть эмпирический универсум, выбрать некоторые общие явления, которые обнаружены во многих различных дисциплинах, и попытаться построить общие теоретические модели, относящиеся к этим явлениям».*

Второй — *«расположить эмпирические области в соответствии с иерархией сложности организации их исходных “индивидов” или единиц поведения и попытаться проанализировать уровень абстракции, специфический для каждого уровня иерархии».*

Развивая эти идеи, К. Боулдинг сформировал первую значимую классификацию систем, объясняющую переход от неживых к живым системам [6].

**У. Росс Эшби** — психиатр, специалист по кибернетике.

Осознал отличие теории систем от кибернетики, определив кибернетику как

*«...исследование систем, открытых для энергии, но замкнутых для информации и управления — систем, непронцаемых для информации»* [7, с. 17].

Исследовал проблемы гомеостаза; ввел понятие *«разнообразие»* как «некоторое множество возможностей» и предложил одну их наиболее значимых закономерностей теории систем — закон *«необходимого разнообразия»*; ввел термин *«черный ящик»*, обосновал необходимость учета в моделях исследователя, исполнителя, обобщенно названного *«наблюдатель»* (observer) [7]; исследовал происхождение приспособительного (адаптивного) поведение организма [8].

Старался объяснить, что при исследовании сложных систем:

*«... возможно (и разумно) идти в исследовании не снизу вверх — от эмпирии к теории, а сверху вниз — от абстрактного и общего к конкретным явлениям»* [9].

**2.2. Тектология.** В начале XX века российский ученый **Александр Александрович Богданов (Малиновский)** в трехтомной работе «Тектология», которую он писал с 1903 г. по 1922 г., предпринял попытку найти и обобщить организационные законы, проявления которых прослеживаются на неорганическом, органическом, социальном, культурном и др. уровнях и объяснить процессы развития природы и общества на основе принципа подвижного равновесия, заимствованного из естествознания.

А.А. Богданов объяснил подвижное равновесие наличием *активности элементов* системы и *обмена веществом и энергией со средой*, т. е. фактически А.А. Богданов ввел понятие *открытой системы*. Но назвал предложенную концепцию всеобщей организационной наукой — *тектологией*, и объяснял свои идеи с помощью специфических терминов (*ингрессии, эгрессии, дегрессии* и т. п. [10]), которые и до сих

пор инициируют дискуссии по поводу их толкования), что сдерживало понимание и распространение тектологии.

Таким образом, можно считать, что А.А. Богданов ввел понятие *открытой системы* раньше, чем Л. фон Берталанфи. Поэтому некоторые исследователи предлагают считать основоположником теории систем А.А. Богданова. Однако Л. фон Берталанфи не просто ввел понятие открытой системы, но главным новым результатом его концепции является тот факт, что он открыл *закономерность, объясняющую развитие систем*, опираясь на исследования энтропийно-негэнтропийных процессов в термодинамике. На основе своих исследований он пришел к выводу:

«... в открытых системах проявляются термодинамические закономерности, которые кажутся парадоксальными и противоречат второму началу термодинамики» [5, с. 42].

Именно это послужило основой для выделения теории открытых систем в самостоятельное научное направление. Поэтому, признавая заслуги А.А. Богданова, все же основоположником теории систем принято считать Л. фон Берталанфи.

**2.3. Концепция принципиальной неравновесности живых систем Эрвина Бауэра**, российского ученого, венгра по происхождению, который в начале 1930-х гг. предложил один из принципиально значимых для понимания процесса развития систем принцип *принципиальной неравновесности* живых систем, т.е. стремление сохранять *устойчивое неравновесие* и использовать энергию не для обеспечения стабильности, устойчивости (что характерно для неживых систем без активных элементов), а для поддержания себя в неравновесном состоянии. [11, с. 43].

Принципиальную неравновесность *Э. Бауэр* объясняет тем, что все структуры живых клеток на молекулярном уровне *заранее заряжены* «лишней», избыточной по сравнению с такой же неживой молекулой энергией, и поступающую извне энергию организм употребляет не на работу, а на поддержание себя в неравновесном состоянии, своей неравновесной структуры. Организм употребляет поступающую извне энергию не сразу на работу, а только на поддержание «избыточной энергии» в живых клетках. Этот энергетический потенциал (или *биоэнергетический потенциал*) используется, когда возникает цель, потребность, «желание» клетки что-то совершить. Накопление потенциала и управление им и является по Бауэру основой развития, эволюции..

### **3. Прикладные общедисциплинарные направления**

**3.1. System Engineering – Системотехника.** В середине XX века усложнение способов организации деятельности по созданию инженерных объектов и возникающих при этом научных, технических и управленческих проблем привело к возникновению новой прикладной системной методологии, названной *System Engineering*, которая стала активно развиваться после выхода в 1957 г. книги американских системных инженеров *Г. Гуд (Harry H. Goode)* и *Р. Макола (Robert E. Machol)*

[12], в которой системная инженерия определена как метод проектирования технического оборудования, а в качестве основной проблемы выделена *сложность* создаваемых систем и поиск путей ее преодоления.

При издании книг в СССР в редакции издательства «Советское радио» не понравился буквальный перевод «системная инженерия» или «инженерия систем», и был изобретён термин «системотехника». Автором слова был профессор **Ф.Е. Темников**, который вначале предложил термин «системотехнология» (по аналогии с популярной в то время книгой **С. Лема** о вариантах развития мира «Сумма технологий»), а затем в обсуждении с редактором русского перевода, математиком и философом **Г.Н. Поваровым** был принят термин «системотехника» [13, 14].

В 1965 г. подготовлен Справочник по системотехнике, переведенный и изданный в СССР [15], а в 1962 г. **А.Д. Холл** издал книгу [16], которая считается весьма значимой для понимания системотехники.

Термин «системотехника» стал использоваться в СССР раньше, чем термин «теория систем». В 1969 г. в Московском энергетическом институте (МЭИ) была создана первая в СССР кафедра системотехники (первый зав. кафедрой **Федор Евгеньевич Темников**).

Большую известность получила военная системотехника, развиваемая **Валентином Васильевичем Дружининым** и **Давидом Соломоновичем Конторовым** (напр., [17, 18]).

**3.2. Системология.** В 1965 г. в качестве обобщающего направления стал использоваться термин «системология» (от др.-греч.  $\sigma\upsilon\sigma\tau\eta\mu\alpha$  — целое, составленное из частей;  $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$  — «слово», «мысль», «смысл», «понятие»), который определяли как теорию сложных систем; фундаментальную инженерную науку, устанавливающую общие законы потенциальной эффективности сложных материальных систем как технической, так и биологической природы.

Этот термин использовался математиком **Бенционом Семёновичем (Шимоновичем) Флейшманом**, который в своей книге с таким названием [19] пишет, что термин предложен философом **Игорем Борисовичем Новиком**, и независимо был предложен украинским ученым **Валерием Тимофеевичем Куликом**, который проводил симпозиумы с использованием этого термина и публиковал сборники трудов [20].

Термин «системология» использовали в своей более поздней работе **В.В. Дружинин** и **Д.С. Конторов** [21], Термин использовался также в переводах зарубежных работ ([22] и др.).

В настоящее время при развитии современных технологий и возникновении концепции киберфизической системы возрождается интерес к инженерным аспектам теории систем и предлагается восстановить подлинный перевод термина «System Engineering» и развивать междисциплинарное направление «*Системная инженерия*».

Основным энтузиастом развития этого направления является вице-президент Российского института системной инженерии профессор **В.К. Батоврин** [23].

## 4. Концепции теории систем в СССР

**4.1. Теория функциональных систем.** Предложил физиолог, академик Академии медицинских наук СССР и Академии наук СССР **Петр Кузьмич Анохин**, который с 1935 г. исследовал системные механизмы нервной деятельности, интегративной деятельности нейрона, сформулировал основные идеи о внутринейрональной переработке информации, и в 1971 г. обобщил результаты своих исследований в форме общей теории функциональных систем [24].

В настоящее время эту теорию развивает внук П.К. Анохина нейробиолог, академик РАН **Константин Владимирович Анохин**.

**4.2. Параметрическая общая теория систем.** Эту теорию предложил советский и украинский философ, специалист по логике, методологии науки и теории систем **Авенир Иванович Уёмов**, который с начала 1960-х гг. развивал идеи, ставшие в 1970-е гг.

Основой теории, названной Параметрической общей теорией систем (ПОТС), [25, 26] и её формального аппарата, одного из вариантов неклассической логики — языка тернарного описания. А.И. Уёмов создал теорию выводов по аналогии; концепцию эмпирического реализма; обосновал оригинальную онтолого-методологическую концепцию структуры системы, учитывающую «вещи», «свойства», «отношения»; предложил двойственное определение системы, на основе которого была разработана одна из первых методик структуризации целей систем управления [13].

**4.3. Общая Теория Систем Урманцева (ОТСУ) – оригинальный вариант теории систем, который предложил в 1968 г. биолог и философ Юнир Абдуллович Урманцев [27 и др.].**

Теория построена не на априорных аксиоматических предпосылках, а выведена формально-логическим путём из пяти фундаментальных философских категорий: *Существование, Множество объектов, Единое, Единство, Достаточность*.

ОТСУ объясняет процессы развития фитосферы, создана для исследования относительно невысоко развитых биологических объектов типа растений, и не включает понятие цели как несвойственное для этого класса объектов, а понятие целесообразности, развития отражает в форме особого вида отношений – *законов композиции*.

**4.4. Концепция общей теории систем, развиваемая советским и украинским учёным в области механики и технической кибернетики, академиком АН УССР Александром Ивановичем Кухтенко в Институте кибернетики АН Украинской ССР [28, 29].**

В этой теории общая теория систем определена как научное направление, ориентированное на изучение теоретических и прикладных проблем анализа и синтеза сложных систем произвольной природы. Как основа для их единства принята аналогичность (изоморфизм) процессов, протекающих в системах различного типа (технических, биологических, экономических, социальных, экологических и т. п.).



В 1990 г. при непосредственном участии А.И. Кухтенко в Киевском политехническом институте на базе научно-исследовательского сектора кафедры математических методов системного анализа был создан Научно-исследовательский институт междисциплинарных исследований (НИИМД).

Идеологические основы междисциплинарных исследований, прогрессивные научные направления НИИМД, предложенные А.И. Кухтенко, сочетание научных разработок с учебным процессом послужили в дальнейшем базой для создания Учебно-научного комплекса «Институт прикладного системного анализа» (ИПСА) в системе НАН Украины и Министерства образования и науки Украины.

В ИПСА развивается школа системного анализа [30, 31 и др.].

**4.5. Теория высокоорганизованных систем Ф.Е. Темникова**, который, предложив термин *системотехника*, опубликовал свои работы под названием «Высшие системы» или «Высокоорганизованные системы».

Системы, аналогичные живым организмам **Ф.Е. Темников** называют *высшими системами*, подчеркивая тем самым их наиболее высокий уровень развития, организации, совершенствования и т. п. Под высшими системами понимаются такие искусственно создаваемые человеком системы, которые по структуре, поведению и общей организации приближаются к высшим организмам живой природы [32].

На основе развиваемой им теории разветвляющихся систем Ф.Е. Темников предложил классификацию систем. Важную роль в развитии междисциплинарных направлений Ф.Е. Темников отводил информатике, определив ее в 1963 г. как науку об информационных элементах, информационных процессах, и информационных системах [32]. Видел путь развития общедисциплинарных направлений следующим образом «*Информатика — Систематика — Интеллетика*» [33].

Одной из первоочередных задач развития системных представлений Ф.Е. Темников считал упорядочение методов моделирования систем и предложил классификацию методов моделирования систем, в которой выделил следующие обобщенные классы методов: аналитические, статистические, теоретико-множественные, логические, лингвистические, семиотические и графические, определив их принципиальные особенности и связав с классами систем [34].

**4.6. Концепция постепенной формализации моделей принятия решения.** В развитии идей Ф.Е. Темникова на основе осмысления роли гуманитарного и формального знания в 1970 г. в работе его аспирантки (одного из авторов данной статьи) была предложена концепция *постепенной формализации модели принятия решения на основе переключения гуманитарного знания и формальных методов*, на основе переключения *формализованного представления систем (МФПС) и качественных ме-*

тодов, названных в последующем методами активизации интуиции и опыта специалистов (МАИС) [35].

**4.7. Теория информационного поля и информационный анализ систем.** С 1973 г. элементы теории систем стал включать в учебный процесс на факультете технической кибернетики Ленинградского политехнического института профессор *Анатолий Алексеевич Денисов*, который предложил *теорию информационного поля*, основанную на математической теории поля и формализованном представлении законов диалектической логики [36, 37].

Эта теория позволяет с единых позиций описывать процессы в различных системах — технических, организационных, социальных, включая анализ процессов управления общественными конгломератами (экономика, политика, наука, образование и т. п.), что в дальнейшем явилось хорошей основой для развития теории систем.

В соответствии с теорией А.А. Денисова любые модели, которые разрабатываются для исследования или проектирования систем и процессов, основаны на отражении ситуации в сознании исследователя в виде информации, являющейся *парной категорией* по отношению к *материи, структурой* материи. При этом существует два вида отражения: чувственное, результатом которой является информация восприятия  $J$ , отражающая элементную базу системы, и логическое отражение или сущность, потенциал  $H$  отражаемых компонентов, характеризующий их значимость для системы. Пересечение результатов чувственного и логического отражения определяет суть или сложность системы  $C = J \times H$ , т. е. знанием о системе в целом.

В теории на основе формализованного представления *законов диалектической логики* получены модели кинематики и динамики процессов функционирования и развития систем. Вводятся детерминированные и вероятностные оценки  $J$  и  $H$ , на основе которых разработаны методы организации сложных экспертиз [38—41 и др.].

**4.8. Теория активных систем.** В конце 1970-х годов в Институте автоматизации и телемеханики (ИАТ, в н. в. Институт проблем управления Российской Академии наук — ИПУ РАН) *Александр Яковлевич Лернер* начал изучать роль человека в системе управления [41], сформулировал вместе с *Владимиром Николаевичем Бурковым принцип открытого управления и теорию активных систем* [43, 44].

*В.Н. Бурков* ввел понятие “активный элемент”, т. е. объект управления, обладающий свойством активности, наличием своих интересов, способностью сознательно сообщать недостоверную информацию и не выполнять планы, разработанные без учета его интересов. На этой основе разработаны принципы многоуровневой системы планирования с учетом интересов активных элементов

**4.9. Теория управления системами междисциплинарной природы.** В настоящее время директор ИПУ РАН, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН *Дмитрий Александрович Новиков* развивает более общую теорию управления системами междисциплинарной природы, возникающими как комбинация организационных, экологических, социальных, экономических систем, т. е. организационно-технические, социально-экономические, эколого-экономические и т. п. [45].

## **5. Методологии анализа систем для менеджмента**

С самого начала для развития прикладного направления теории систем использовались *методологии*, ориентированные на организационное управление в социально-экономической сфере, истоками которых являются *кибернетика, исследование операций, социология*.

**5.1. Методология жизнеспособных систем** британского кибернетика и специалиста в области исследования операций **Стаффорда Бира**.

Основана на модели жизнеспособной системы для диагностики неисправности в любой существующей организационной системе. Управление по Бире — это применение кибернетических законов для всех видов организаций и социальных институтов, созданных человеком, взаимодействующими в них [46].

**5.2. Методология стратегических предположений** всемирно известного в области исследования операций, системного анализа и этики **Чарльза Уэст Черчмена**.

У. Черчмен постепенно осмысливал необходимость ухода от ограниченности жесткого системного подхода к исследованию слабоструктурированных и трудноформализуемых проблем; первым высказал идею о необходимости участия в разработке инновационного проекта представителей всех заинтересованных сторон; предложил и реализовал методологию в виде деловой игры [47].

**5.3. Методология критических систем** швейцарского социолога и практического философа **Вернера Ульриха** ориентирована на развитие теории и практики социального планирования.

Принципы и понятия теории систем являются, по мнению В. Ульриха, эвристическим средством, помогающим специалистам формулировать свои желания и глубже понимать требования других. Ульрих считает, что все существующие и проектируемые организационные структуры должны быть рассмотрены с критической точки зрения и не должны представляться в качестве единственно возможных [48].

**5.4. Методология интерактивного планирования** американского учёного **Рассела Акоффа**, который оказал большое влияние на развитие исследования операций, системного анализа, менеджмента.

Трансформацию своих интересов от философии науки и теоретического исследования *целеустремленных систем* [49] к менеджменту, интерактивному планированию, преобразованию корпорации [50].

Методология интерактивного планирования Р. Акоффа основана на введении понятий стратегического и тактического планирования, обосновании необходимости *непрерывного планирования* с использованием принципа *адаптивизации*, пересмотра планов при получении новых заказов, начиная со стратегического уровня.

**5.5. Методология «мягких» систем** (Soft Systems Methodology) английский ученый в области менеджмента **Питера Чекленда**.

П. Чекленд вводит понятие *активной системы* (*human activity system*), в которой участники действуют в соответствии со своей картиной мира, в рамках правил и практик, принятых в данной культуре. Методология «мягких» систем предназначена

для выявления различных точек зрения и постепенного достижения взаимопонимания. Именно в этом состоит ее принципиальное отличие от традиционного жесткого подхода. Первую работу, посвященную методологии изучения «мягких» систем, П. Чекленд опубликовал в 1972 г. Методология в ее современном формате впервые была опубликована в 1981 [51].

## 6. Истоки системного анализа

При практическом применении результатов теории систем принят термин *системный анализ*, который трактуют и как прикладную теорию систем, и в более широком смысле, объединяющем направления, основанные на понятии система и системность.

Термин «системный анализ» был введен в корпорации RAND (RAND — *om Research and Development* — «Исследования и разработка»), которая основана в 1938 г. и выполняет функции стратегического исследовательского центра, работающего по заказам правительства США, их вооружённых сил и связанных с ними организаций.

В 1960-е гг. в корпорации RAND разработана первая методика системного анализа PATTERN (PATTERN — *Planning Assistance Through Technical Evaluation from Relevans Number* — помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки), в которой предпринята первая попытка научно подойти к процессу формулирования цели, ее структуризации и оценке приоритетов элементов «*дерева целей*», определены порядок, методы формирования и оценки приоритетов элементов структур целей (названных в методике *деревьями целей*)

Считается, что инициатором создания методики является **Ч. Дэвис**, вице-президент фирмы Honeywell Inc (Хониуелл Инк) корпорации RAND [52]. Назначением, конечной целью создания системы ПАТТЕРН была подготовка и реализация планов обеспечения военного превосходства США над всем миром. Перед разработчиками методики была поставлена задача — связать военные и научные планы правительства США. Первые сообщения о методике появились в конце 1963 г. [53].

Система PATTERN явилась важным инструментом анализа труднорешаемых проблем с большой неопределенностью. Основные идеи методики применялись в различных областях — научные исследования, проектирование и создание систем различной сложности в научно-исследовательских организациях и на предприятиях, расширение рынков сбыта военно-космической продукции и т. д.

После того, как методика была заслушана в Конгрессе США, и сенатор **Г. Хемфри** выступил в 1964 г. с предложением создать на базе идеи PATTERN Бюро помощи президенту в подготовке решений научно-информационными методами (PASSIM — *President Advisory Staff on Scientific Information Management*), открытые публикации о развитии методики практически отсутствуют. Были лишь сообщения о вариантах методики [52, 54].

Главное достоинство методики ПАТТЕРН состоит в том, что в ней определены классы критериев оценки *относительной важности, взаимной полезности, состояния*

и сроков разработки («состояние — срок»). Но логика же формирования структуры, как отмечали сами авторы, не отрабатывалась. Поэтому российские ученые с самого начала применения системного анализа основное внимание уделяли разработке принципов и приемов формирования структуры целей («дерева целей») [13].

Широкое распространение термин «системный анализ» получил после выхода в 1965 г. книги **С. Оптнера** «Системный анализ деловых и промышленных проблем» (перевод в СССР в 1969 г. [55]). Во вступительной статье к этой книге, написанной **С.П. Никаноровым**, инициировавшем ее перевод, поясняется, что системный анализ понимается как *средство или способ решения проблем*.

В подобном смысле в одной из своих работ трактует этот термин **Ю.И. Черняк**, считая системный анализ способом преодоления сложности и называя книгу «Простота сложного» [56].

В ряде публикаций термин продолжал использоваться в исходном понимании, т. е. для работы с целями.

Американские ученые **Д. Клиланд** и **В. Кинг** определяют системный анализ как «*приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием*» [57]. В работах ЦЭМИ уточняется — с целевой стадией планирования [58]. **Р. Акофф** связывает системный анализ с целеобразованием и интерактивным планированием [49].

В то же время **Э. Квейд** использует термин «системный анализ» как синоним термина «анализ систем» [60]. **С. Янг** — как «системное управление организацией» [61].

Таким образом, исходно термин «*системный анализ*» был связан с *формированием и анализом структур целей*, с разработкой и анализом взаимосвязей планов.

В последующем неоднозначное использование термина способствовало его трактовке в широком смысле как направления, основанного на *системном подходе*, разработке *методики* (последовательность действий, алгоритм) его реализации с применением различных методов, включая и математические методы, и качественные методы, которые стали называть методами активизации использования интуиции и опыта специалистов. Можно считать, что системный анализ — это *прикладная теория систем*, применяемая при решении сложных слабоформализуемых проблем. Нередко этот термин трактуют и в смысле, обобщающем все междисциплинарные направления, связанные с *системными исследованиями*.

В таком широком понимании термин используется в названии институтов и ряда научных школ [62–64 и др.].

В 1972 г. в Лаксенбурге, возле Вены был создан *Международный институт прикладного системного анализа* (МИПСА). Его учредителями в октябре 1972 г. стали США и Советский Союз. Позднее присоединились Австрия, Бразилия, Китай,

Египет, Финляндия, Германия, Индия, Индонезия, Республика Корея, Малазия, Норвегия, Пакистан, ЮАР, Швеция, Украина, Япония.

В Советском Союзе 4 июня 1976 г. был организован советский филиал Международного института прикладного системного анализа — Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований (ВНИИСИ) Госкомитета Совета Министров СССР по науке и технике и Академии наук СССР. Институт возглавил и бессменно руководил им на протяжении 17 лет советский философ и социолог, доктор философских наук *Джермен Михайлович Гвишиани*

В России развивается ряд школ системного анализа: Томская школа (созданная *Феликсом Ивановичем Перегудовым* и *Феликсом Петровичем Тарасенко*) [62]; школа СПбПУ «Системный анализ в проектировании и управлении (основатели — *Анатолий Алексеевич Денисов* и авторы данной статьи) [63, 64]; школы системного анализа в экономике в Финансовой академии при Правительстве РФ (*Георгий Борисович Клейнер*), в Южном федеральном университете (*Виктор Ефимович Ланкин*), в Ростовском экономическом университете (*Георгий Николаевич Хубаев*, *Валерий Анастасиевич Долятовский*) и др. (см. в [64]).

## **6. Общедисциплинарные направления, основанные на методах моделирования систем**

### **6.1. Математические методы теории систем**

**Теория нечетких множеств и «мягких» вычислений** американского математика и логика *Лотфи Алиаскер-Заде*.

Л. Заде предложил термин «нечеткая логика» и опубликовал в 1965 г. основополагающую работу по теории нечётких множеств [65], в 1973 г. Л. Заде предложил теорию нечёткой логики (англ. *fuzzy logic*), позднее — теорию мягких вычислений (англ. *soft computing*), теорию вербальных вычислений и представлений (англ. *computing with words and perceptions*); развивал *нечеткую математику*, состоящую из *нечетких* связанных концепций: нечеткие множества, нечеткая логика, нечеткие алгоритмы, нечеткая семантика и нечеткие языки, нечеткое управление, нечеткие вероятности, нечеткие события, и нечеткая информация. Ввел понятие «*нечеткие системы*», которое получает все большее распространение и связь с понятием искусственного интеллекта.

Вариант математической теории систем разработал сербский учёный *Михайло Месарович* [66], исследовал идеи многоуровневых иерархических структур, ввел понятия «страты», «слои», «эшелоны» [67]. Считается основоположником математической теории коалиций и координации и многоуровневых иерархических систем.

**Метод анализа иерархий** (*Analytic Hierarchy Process* — АНР) американского ученого *Томаса Саати* [68].

**Математические методы системного анализа в Московском физико-техническом институте (МФТИ)** в 1969 г. в Вычислительном Центре Академии наук СССР (ВЦ АН СССР) по инициативе заместителя директора по научной работе *Никиты Николаевича Моисеева* была организована Лаборатория теории и проектирования больших систем и создан Факультет управления и прикладной математики (ФУПМ), в ос-

новные задачи которого входило развитие *математических методов системного анализа и теории оптимальных систем* [69].

**В Ленинградском политехническом институте** (в н. в. – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого) с 1979 г. доктор технических наук, профессор **Владимир Николаевич Козлов** начал проводить исследования в области теории и приложений нелинейных операторов, развивать *теорию негладких нелинейных операторов*, ставшую основой развития нового направления *математических методов теории систем и системного анализа* [70].

## **6.2. Общедисциплинарные направления, основанные на специальных методах теории систем**

Развитие этих направлений базировалось на сформировавшихся к 1980-м гг. идеях, закономерностях и методах теории систем. Наибольшее распространение получили следующие направления: *имитационное динамическое моделирование* (*System Dynamics Simulation Modeling*) (предложил в 1970-6 гг. и применил при разработки моделей глобальных проблем для Римского клуба **Джей Форрестер**) [71]; *компьютерное имитационное моделирование* (предложил **Александр Анатольевич Емельянов**, создав систему PILGRIM) [72]; *ситуационное моделирование* (предложил **Дмитрий Александрович Поспелов** [73], развивала **Людмила Сергеевна Болотова /Загадская/**, применявшая идеи ситуационного моделирования в области исследования проблем искусственного интеллекта и разработки систем поддержки принятия решений [74]); *лингво-комбинаторное моделирование* (предложил и развивал (**М.Б. Игнатьев** [75]); *логико-лингвистическое моделирование* (**Б.Л. Кукор** [76]); *логико-рефлексивное моделирование* (**И.Б. Арефьев** [77]); *системно-структурный синтез* (**Ю.И. Лыпарь** [41, с. 267–285]); *когнитивное моделирование* (**Г.В. Горелова** [41, с. 285–313, 78]); *концептуальное мета-моделирование* (**В.В. Нечаев** [79] и **С.П. Никаноров** [80]); *системология феноменального* (**Б.Ф. Фомин** [81]).

## **7. Перспективы развития теории систем**

Анализ истоков теории систем показывает, что общедисциплинарные концепции возникали на основе разных научных направлений: философии, биологии, математики, инженерных наук, экономики, сферы военных проблем, психологии.

Анализ показал также, что концепции созданные к настоящему времени концепции и модели являются моделями неживой системы (по образному выражению **М.Б. Игнатьева** – «моделями трупа»).

В то же время при анализе проблем, возникающих в условиях внедрения инновационных технологий Industria.4, прогнозируют, что ак-

тивное развитие этих технологий кардинально повлияет на условия жизни человека, создадут новую среду интеллектуального пространства, приближающуюся к живой природной среде, что требует разработки новых подходов, инициирует новые проблемы управления не только производственными процессами, но и всеми социальными процессами, включая культуру и образование.

При изобретении технологий, помогающих во взаимодействии с природной средой, а особенно – с искусственно создаваемой средой, человек всегда жил в условиях подвижного равновесия. Однако эти изменения происходили не так быстро, и после определенных периодов адаптации человек создавал себе некоторые формализованные правила, обеспечивающими достаточную стабильность. Кроме того, до сих пор человек создавал технологии, которые помогали ему выполнять отдельные функции. Например, обеспечивать более быстрое перемещение, более оперативную и качественную обработку материалов, большую скорость вычислений и т. п.

Существующие концепции помогают разрабатывать искусственные изделия, усиливающие способности выполнять отдельные природные функции живых существ – ускорение перемещения в пространстве (автомобили, самолеты, космические корабли и т. п.), способности проводить сложные расчеты (разнообразные счетные устройства, электронно-вычислительные машины, суперкомпьютеры) и т. п. При этом технологии не превосходили интеллект человека в целом. А в настоящее время прогнозируется создание искусственного интеллекта, который будет не только вести себя независимо, но и превосходить по своим возможностям естественный интеллект человека, что ставит вопрос – *хотим мы создавать системы, поведение которых приближается к живым организмам и даже превосходит естественный интеллект человека?*

Имеются исследования, позволяющие сделать вывод о том, что основой процессов в таких системах является открытая **Л. фон Бергалан-фи** закономерность, противостоящая фундаментальному закону физики – «второму началу» термодинамики. В результате одновременного проявления в открытых системах энтропийных и неэнтропийных процессов в них возникает состояние *подвижного равновесия*, впервые осознанное **А.А. Богдановым** и исследованное **Э. Бауэром**, который предпочитает термин «*принципиальная неравновесность*» систем.

Неэнтропийные тенденции проявляются на всех уровнях развития материи.

При этом на уровне физико-химических процессов они проявляются недолго (эффект **А. Бенара**, автоколебания, открытые **Б.П. Белоусовым** и исследованные **А.М. Жаботинским** и т. п.); начинают в более явном виде проявляться на уровне растений (травинка асфальт пробивает) и осознаны на биологическом уровне.



Одновременное проявление энтропийных и неэнтропийных тенденций в живых организмах (включая уровень человека) регулируется природными закономерностями, формирующимися на протяжении столетий и характерных для соответствующих видов живых существ. А на уровне социальных систем это становится особой проблемой, что можно объяснить следствием вмешательства человека в регулирование его взаимоотношений с природой с помощью науки и технологий.

Анализ закономерностей и проблем, возникающих в открытых системах, позволяет сделать вывод: неэнтропийные тенденции противостоят «второму началу», росту энтропии, и не позволяют привести систему к смерти. На основе анализа особенностей и закономерностей открытых систем с активными элементами и состояния подвижного равновесия осознано, что такую систему невозможно собрать из частей («*Ручки, ножки, огуречик – вот и вышел человечек*» – это невозможно). Осознано, что начиная с некоторого уровня сложности систему становится все труднее отобразить адекватной формальной моделью, легче преобразовать и изменить ее с помощью *управляющих воздействий*. Такие системы нужно «выращивать», развивать с помощью инноваций (неэнтропийных проявлений) и самообучения. Сформировавшиеся открытые системы нецелесообразно разрушать до основания (закономерность историчности), а следует корректировать и выводить на новый уровень эквивалентности с помощью управляющих воздействий. Эти воздействия могут быть слабыми, корректирующими функции и структуру системы, или радикальными, преобразующими структуру. Видимо, не всегда удастся получить строго формальные модели. Могут быть и «объяснительные» модели, основанные на предшествующем опыте, помогающими понять ситуацию и выработать управляющие воздействия.

Однако такие выводы существуют лишь в философско-методологических осмыслениях открытых систем с активными элементами. Необходимы более глубокие исследования проявления основной закономерности *Л. фон Бергаланфи*, идей *А.А. Богданова* и *Э. Бауэра*.

Существующие модели, как правило, основаны на бинарной логике *Аристотеля*, на законе исключенного третьего. А для исследования подвижного равновесия необходимо диалектическое мышление, полезно исследовать возможность применения законов диалектической логики, формализованно представленных в работах *А.А. Денисова* [36–38].

### **Заключение**

Проведенный анализ истоков возникновения концепций теории систем и системного анализа показывает, что Л. фон Бергаланфи не оставил фундаментальных трудов исследования процессов управления в открытых системах, не исследовали эти процессы и последователи, развивающие теорию систем, работы которых были ориентированы, в основном,

на формирование терминологического аппарата и разработку методов моделирования систем для конкретных приложений.

Обращение к исходной модели открытой системы и организмической концепции *Л. фон Берталанфи* помогает понять значимость развития теории открытых систем, задуматься о том, как для искусственных систем (типа систем управления социально-экономическими процессами) создавать модели типа подвижного равновесия и метаболизма, являющиеся нормальным функционированием и развитием естественных живых систем. Для исследования подвижного равновесия необходимы диалектическое мышление, законы диалектической логики, формализованное представление которых предлагает *А.А. Денисов* [37].

Перспективным представляется также возможность развития открытых систем на основе инжиниринга в исходном понимании этого термина, который можно считать подобием «живых клеток», содержащих некоторую «избыточную энергию» по *Э. Бауэру*, а точнее – информацию, что является основой неравновесности живой системы, объясняющей «подвижное равновесие», и инициирует инновации для развития «организма» предприятия [82, 83].

Представляется, что основой дальнейшего развития современной теории систем должны стать именно исходная модель и организмический подход *Л. фон Берталанфи* [1–5], концепция подвижного равновесия *А.А. Богданова* [10], идеи *Э. Бауэра* [11], модели нелинейной динамики [84, 85], модели, основанные на формализованной диалектической логике *А.А. Денисова* [37]. По-видимому, можно прогнозировать, что на основе развития этих работ в ближайшем будущем будет создана новая теория устойчивости развивающихся систем, а, возможно, и новые разделы математики, базирующиеся на аксиоматике, учитывающей законы диалектической логики.

### Список литературы

1. *Bertalanffy L. von.* General System Theory. Foundations, Development, Applications. New York: George Braziller, 1968. (IPubl. 1, FRG, 1945).
2. *Bertalanffy L. von.* Zu einer allgemeinen Systemlehre // “Biologia Generalis”, vol. 19, 1949, S. 114–129.
3. *Bertalanffy L. von.* An Outline of General System Theory // British Journal for the Philosophy of Science, vol 1, No 2. Aug, 1950, p. 134–165.
4. *Bertalanffy L. von.* General System Theory // General System, vol. 1, 1956, p. 1–10.
5. *Берталанфи Л. фон.* Общая теория систем: критический обзор // Исследования по общей теории систем. — М.: Прогресс, 1969. — С. 23–82. (*Bertalanffy L. von.* General System Theory — A Critical Review // General System, vol. VII, 1962, p. 1–20).
6. *Боулдинг К.* Общая теория систем — «скелет науки» // *Исследования по общей теории систем: Сб. переводов /* Общ. ред. В.Н. Садовского и Э.Г. Юдина. — М.: Прогресс, 1969. — С. 106–124. (*K. Boulding.* General Systems Theory — the Skeleton of Science // General Systems, vol. 1, 1956, p. 11–17).
7. *Эшби У. Р.* Введение в кибернетику. — М.: ИЛ, 1959. — 432 с. *W. Ross Ashby.* An Introduction to Cybernetics, Chapman & Hall, 1956).

8. **Эшби У. Росс.** Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения — М.: Издательство «Иностранная литература». 1962.

9. **Эшби У. Росс.** Общая теория систем как новая научная дисциплина // Исследования по общей теории систем: Сб. переводов / Общ. ред. В. Н. Садовского и Э. Г. Юдина. М.: Прогресс, 1969. С 125—143. (**W. Ross Ashby.** General Systems Theory as a New Discipline // General System, vol. III, 1958, p. 1—6).

10. **Богданов А.А.** Всеобщая организационная наука: Тектология. В 2-х кн. — Берлин — Санкт-Петербург, 1903—1922. (Переиздание: В 2-х кн. — М.: «Экономика», 1989).

11. **Бауэр Э.С.** Теоретическая биология. — М. — Л.: Изд. ВИЭМ, 1935. — 206 с.

12. **Гуд Г.Х., Макол Р.Э.** Системотехника: Введение в проектирование больших систем / Пер. под ред. Г.Н. Поварова. — М.: Сов. радио, 1962. 383 с. (**Harry H. Good, Robert E. Machol.** System engineering: an introduction to the design of large-scale systems MCGRAW-HILL book company, inc. New York Toronto, London, 1957).

13. **Волкова В.Н.** Из истории теории систем и системного анализа. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. — 288 с.

14. **Абросимов Л.И., Афонин В.А., Волкова В.Н.** Школа Федора Евгеньевича Темникова // В кн.: МЭИ: История, люди, годы / Под общ. ред. С.В. Серебрянникова. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010. (Серия «Выдающиеся деятели МЭИ»). Т. 3. — С. 278—288.

15. **Справочник** по системотехнике / Под ред. Р. Макола; пер. с англ. под ред. А.В. Шилейко. — М.: Сов. радио, 1970. — 688 с. (**System Engineering Handbook**, Robert E. Machol, Wilson P. Tanner, and Samuel N. Alexander (eds.). 1965. (**System Engineering Handbook**, Robert E. Machol, Wilson P. Tanner, and Samuel N. Alexander (eds.). 1965).

16. **Холл А.** Опыт методологии для системотехники / Перевод с англ. под ред. Г.Н. Поварова. — М.: Сов. радио, 1975. — 448 с. **Hall A.D.** A Methodology for System Engineering. D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, N.J, 1962).

17. **Дружинин В.В., Конторов Д.С.** Идея, алгоритм, решение. — М.: Воениздат, 1972.

18. **Дружинин В.В., Конторов Д.С.** Системотехника. — М.: Радио и связь, 1985. — 200 с.

19. **Флейшман Б.С.** Основы системологии. — М.: Радио и связь, 1982. — 272 с.

20. **Кулик В.Т.** Современная теория организации систем (системология). — Киев: Знание, 1971. — 24 с.

21. **Дружинин В.В., Конторов Д.С.** Проблемы системологии. М.: — Советское радио, 1976. — 296 с.

22. **Клир Дж.** Системология. Автоматизация решения системных задач. — М.: Радио и связь, 1990. — 544 с. (**Klir, George Jiri.** Architecture of Systems Problem Solving, with D. Elias, Plenum Press, New York, 1985 354 p.).

23. **Батоврин В.К.** Современная системная инженерия и ее роль в управлении проектами // Управление проектами и программами. — 2015. — Ч. 1 — № 3. — С. 166—178. — Ч.2. — № 4. — С. 250—263.

24. **Анохин П.К.** Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. — М., 1971.

25. **Уёмов А.И.** Системный подход и общая теория систем. — М.: Мысль, 1978.

26. **Параметрическая** общая теория систем и ее применение: сб. трудов, посвященных 80-летию проф. А.И. Уемова. — Одесса: Астропринт, 2008.

27. **Урманцев, Ю.А.** Опыт аксиоматического построения общей теории систем // Системные исследования: 1971. — М.: Наука, 1972. — С. 128—152.
28. **Кухтенко А.И.** Обзор основных направлений развития общей теории систем // Материалы координационного совещания секции технической кибернетики (апрель, 1967). — Киев, 1967. — С. 3 — 83.
29. **Кухтенко А.И.** Об аксиоматическом построении математической теории систем // Кибернетика и вычислительная техника. — Киев: Наукова думка, 1976. — С. 3—25.
30. **Zgurovsky M.Z., Pankratova N.D.** System analysis: Theory and Applications. Springer. 2007. — 475 p.
31. **Темников Ф.Е.** Вопросы теории и методологии систем // В сб. трудов Московского ордена Ленина Энергетического института. Вып. 158. Системотехника. — М.: МЭИ, 1973. — С. 3—9.
32. **Волкова В.Н., Черный Ю.Ю.** Семь идей профессора Ф.Е. Темникова: от теории измерений к высшим системам // Датчики и системы. — 2016. — № 10. — С. 65—80.
33. **F.E. Temnikov, V.N. Volkova, I.V. Makarova.** Systematik, Informatik und Intellektik als neue Verfahren der Datenverarbeitung // Rechen-technik Daten verarbeitung, r.Jahrgang Beiheft, 1/2. Die Elektronisch Datenverer-beitung im Hochschulwe-senvert-Rage der wis senschaftlichen: Konferenz der DDR. Berl[n, 1970. P. 18—22.
34. **Волкова В.Н., Темников Ф.Е.** Подход к выбору метода формализованного представления систем // В сб.: Моделирование сложных систем. — М.: МДНТП, 1978. — С. 38—40.
35. **Волкова В.Н.** Постепенная формализация моделей принятия решений. — СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. — 120 с.
36. **Денисов А.А.** Теоретические основы кибернетики: Информационное поле. — Л.: ЛПИ, 1975. — 40 с.
37. **Денисов А.А.** Современные проблемы системного анализа: учебник. — СПб.: 3-е изд. Изд-во Политехн. ун-та, 2008. — 304 с.
38. **Волкова В.Н., Денисов А.А.** Теория систем и системный анализ: учебник для академического бакалавра. 2-е изд., перераб. и дополн. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 616 с.
39. **Системный** анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Высшая школа, 2004. — 616 с. Издание
40. **Моделирование** систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов и др. / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 592 с.
41. **Моделирование** систем и процессов: практикум для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, А.А. Ефремов и др. Под ред. В.Н. Волковой. — М.: Изд-во Юрайт, 2014. — 592 с.
42. **Лернер А.Я.** Начала кибернетики. — М.: Наука, 1967. — 400с.
43. **Бурков В.Н.** Основы математической теории активных систем. — М.: Наука, 1977. — 255 с.
44. **Бурков В., Новиков Д.** Теория активных систем: состояние и перспективы. — М.: Синтег, 1999. — 128 с.
45. **Новиков Д.А.** Методология управления. — М.: Книжный дом «Либроком», 2012. — 128 с.

46. **Бир С.** Наука управления. — М. Энергия, 1972. — 112 с. (*Stafford Beer*. Management science. Albus Books, London, 1967).
47. **Cherchman C.W.** The systems approach and its enemies. N. Y.: Basic Books, 1979.
48. **Ulrich W.** Critical Heuristics of Social Systems Design, Berne: Haupf, 1983.
49. **Акофф Р., Эмери Ф.** О целеустремленных системах / Пер. с англ. под ред. И.А. Ушакова. — М: Сов. радио, 1974. — 272 с.
50. **Ackoff R.L.** The Democratic Corporation. Oxford Univ. Press. 1994. (*Акофф Р.* Менеджмент XXI века: Преобразование корпорации / Пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. — Томск: Изд-во Томского университета, 2006. — 418 с.).
51. **Checkland P.B., Scholes I.** Soft Systems Methodology in Action. Chichester: Wiley, 1990.
52. **Kushnerick J.P.** Is your research relevant? // Aerospace management, 1963, vol. 6, Oct., p. 24–29.
53. **Лопухин М.М.** ПАТТЕРН — метод планирования и прогнозирования научных работ. — М.: Сов. радио, 1971. — 160 с.
54. **Янч Э.** Прогнозирование научно-технического прогресса / Перевод с англ.; общая ред. Д. М. Гвишиани. — М.: Изд-во «Прогресс», 1974. — 592 с. ((*Technological Planning and Social Futures* by Erich Jantsch, London, 1972).
55. **Оптнер С.** Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. — М.: Сов. радио, 1969. — 216 с.
56. **Черняк Ю. И.** Простота сложного. — М.: Знание, 1975. — 206 с.
57. **Клиланд Д., Кинг В.** Системный анализ и целевое управление. — М.: Сов. радио, 1974. — 280 с. (*D.I. Clrland, W.R. King*. System Analysis and Project management. McGraw-Hill Book Company. New York, St. Louis, San Francisco, Toronto, London, Sydney/ 1968).
58. **Целевая** стадия планирования и проблемы принятия технико-экономических решений. — М.: ЦЭМИ, 1972. — С. 6–18.
59. **Анализ** сложных систем: Методология анализа при подготовке военных решений / Под ред. Э. Квейда. — М.: Сов. радио, 1969. — 520 с. (*Analysis for military decisions* / Editor by E. S. Quade. The RAND Corporation, Santa Monica, California. RAND McNALLY & Company — Chicago. Nortn — Holland Publishing Company — Amsterdam).
60. **Янг С.** Системное управление организацией. — М.: Сов. радио, 1972. — 455 с.
61. **Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П.** Введение в системный анализ: учеб. пособие. М.: Высш. школа, 1989. 367 с.
62. **Васильев Ю.С., Волкова В.Н., Козлов В.Н.** Основные результаты Научно-педагогической школы «Системный анализ в проектировании и управлении» // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. научных трудов XXII Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 1. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. — С. 5–28.
63. **Волкова В.Н., Козлов В.Н.** Системный анализ в проектировании и управлении: Научно-педагогическая школа. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. 72 с.
64. **Заде Л.А.** Нечеткие множества. Информация и контроль. 1965. 8 (3): 338–353. (*Zadeh L.A. Fuzzy sets* // Information and Control, 1965. Vol. 8, pp. 338–353).
65. **Месарович М., Мако М., Такахара И.** Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973. — 344 с.
66. **Месарович М., Такахара Я.** Общая теория систем: математические основы / Пер. с англ. Э.Л. Наппельбаума; под ред. С.В. Емельянова. — М.: Мир, 1978. — 312 с.

67. *Thomas L. Saaty. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation.* McGraw-Hill. 1980.
68. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 488 с.
69. *Козлов В.Н.* Системный анализ, оптимизация и принятие решений. — М.: Проспект, 2010. — 176 с.
70. *Форрестер Дж.* Мировая динамика. — М.: Наука, 1978. — 167 с.
71. *Компьютерная имитация экономических процессов* / Под ред. А.А. Емельянова. — М.: Маркет ДС, 2010. — 464 с.
72. *Поспелов Д.А.* Ситуационное управление: Теория и практика. — М.: Наука, 1986. — 284 с.
73. *Болотова Л.С.* Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях: учебник. — М.: Финансы и статистика, 2012. — 664 с.
74. *Игнатъев М.Б.* Кибернетическая картина мира. Теория сложных систем. — СПб, 2011. — 468 с.
75. *Ignatyev M.V.* Linguo-Combinatorial Simulation of Complex Systems // Journal of Mathematics and System Science. — USA, January, 2012. — Vol. 2. — Number 1. — P. 58–66.
76. *Кукор Б.Л.* Семиотика системного анализа и семантическая система логико-лингвистической модели предметной области // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XIII Междунар. научно-практич. конф. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. — Ч. 1. — С. 164 — 169.
77. *Арефьев И.Б.* Логико-рефлексивное моделирование технологии изготовления промышленных деталей. — Калининград, Из-во БФУ им. И. Канта. — 2012.
78. *Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А.* Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. — Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. — 332 с.
79. *Нечаев В.В.* Введение в теорию метамоделирования систем. — М.: Междунар. изд-во «Информациология», 1997. — 64 с.
80. *Никаноров С.П.* Теоретико-системные конструкты для концептуального анализа и проектирования. Сер.: Концептуальный анализ и проектирование. История направления. — М.: Концепт, 2006. — 312 с.
81. *Качанова Т.Л., Фомин Б.Ф.* Основания системологии феноменального. — СПб.: Изд-во СПбГЭТУ, 1999. — 180 с.
82. *Волкова В.Н., Леонова А.Е., Логинова А.В., Романова Е.В., Широкова С.В.* Архитектура предприятия? Инжиниринг? Или информационно-управляющий комплекс? // Системный анализ в проектировании и управлении: Сб. научных трудов XXIV Междунар. науч.-практич. конф. Ч. 3. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2020. — С. 526–537.
83. *Volkova V.N., Leonova A.E., Romanova E.V., Chernyy Y.Y.* Engineering as a Coordinating Method for the Development of the Organization and Society/ Lecture Notes in Networks and Systems, 2021, 184, p. 12–21.
84. *Малинецкий Г.Г.* Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. М.: Эдиториал УРСС, 2000. — 256 с.
85. *Майнцер К.* Сложносистемное мышление / Под ред. и предисл. Г.Г. Малинецкого. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. — 464 с.

**Соколов Борис Владимирович**,  
главный научный сотрудник,  
д-р техн. наук, профессор;  
**Юсупов Рафаэль Мидхатович**,  
научный руководитель направления,  
д-р техн. наук, чл.-корр. РАН

## **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЦИИ МЕТОДОЛОГИЙ МЕНЕДЖМЕНТА И КИБЕРНЕТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОАКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИО-КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

Россия, Санкт-Петербург, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук», Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской Академии Наук,  
sokolov\_boris@inbox.ru, yusupov@iias.spb.su

*Аннотация.* Содержательно и формально описывается проблема интеграции методологий менеджмента и кибернетики для повышения эффективности проактивного управления социо-кибер-физическими системами. Показывается, что данная проблема относится к классу проблем многокритериального динамического структурно-функционального синтеза облика СКФС и формирования соответствующих программ управления их функционированием и развитием. При этом конструктивное определение необходимых управляющих воздействий, обеспечивающих ограниченную самоорганизацию и контролируруемую нестабильность СКФС, лежит на пути обеспечения динамического соответствия разнообразий состояний как внешней среды, так и соответствующей системы управления (СУ) СКФС. Разработаны методические основы интеграции методологий менеджмента и кибернетики в рамках развиваемой в статье теории проактивного управления структурной динамики СКФС как одного из направлений современной неокибернетики.

*Ключевые слова:* киберфизическая система, социо-киберфизическая система, комплексное моделирование, проактивное интеллектуальное управление, структурная динамика, управляемая самоорганизация.

**Boris V. Sokolov**,  
Principal Researcher, Dr. Sc (Tech.), Professor;  
**Rafael M. Yusupov**,  
Scientific Leader, Dr. Sc. (Tech.), RAS Cor. Member

# SCIENTIFIC BASIS OF METHODOLOGIES INTEGRATION OF MANAGEMENT AND CYBERNETICS FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF PROACTIVE MANAGEMENT OF SOCIO-CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Russia, St. Petersburg, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences,  
sokolov\_boris@inbox.ru, yusupov@iias.spb.su

**Abstract.** The problem of integrating management methodologies and cybernetics to improve the efficiency of proactive management of socio-cyber-physical systems (SCPS) is described in a meaningful and formal way. It is shown that this problem belongs to the class of problems of multicriteria dynamic structural and functional synthesis of the SCPS appearance and the formation of appropriate programs for managing their functioning and development. At the same time, the constructive definition of the necessary control actions that ensure limited self-organization and controlled instability of the SCPS lies in the path of ensuring the dynamic correspondence of the variety of states of both the external environment and the corresponding control system (CS) of the SCPS. The methodological foundations for the integration of management methodologies and cybernetics have been developed within the framework of the theory of proactive control of the structural dynamics of the SCPS as one of the directions of modern neocybernetics.

**Keywords:** cyber-physical system, socio-cyber-physical system, integrated modeling, proactive intelligent control, structural dynamics, controlled self-organization.

## Введение

В качестве *основного объекта исследований* в докладе выбраны социо-кибер-физические системы (СКФС), которые представляют собой сложные взаимосвязанные сетевые структуры, включающие в себя наряду с реально существующими физическими объектами соответствующие информационно-управляющие (кибернетические) системы, решающие в автоматическом (автоматизированном) режиме задачи наблюдения и управления указанными объектами, а также социальные (организационные) структуры, которые определяют целевое предназначение указанных систем и являются основными потребителями результатов их деятельности [1]. Традиционно исследованием таких объектов как КФС занимается классическая кибернетика, а социальными системами и вопросами организации управления ими — в менеджменте [2–6]. Поэтому в отличие от КФС в СКФС важнейшую роль начинают играть их активные социальные подсистемы, осуществляющие целенаправленную деятельность в соответствии с принимаемыми решениями и способные к рефлексии по поводу своих действий и действий других субъектов. Способность субъектов, входящих в состав СКФС, к изменению стратегии и тактики на основе рефлексии без привязки к изменению внешних усло-



вий делает социальные подсистемы в СКФС внутренне неустойчивыми [1–3]. Неустойчивость социальных подсистем приводит к тому, что согласованное взаимодействие субъектов становится возможным лишь при четко налаженном управлении (самоуправлении), причем интенсивность управляющих воздействий должна превышать определенный «порог синхронизации». Возможность проактивного управления СКФС, с одной стороны, ограничена эквивиальностью систем данного класса, с другой стороны, именно от управляющего воздействия зависит, в каком из имеющихся аттракторов (многоструктурном макросостоянии) в конечном итоге окажется конкретная самоорганизующаяся система [1–8]. Для эффективного управления СКФС необходимо знать структуру имеющихся аттракторов, а также способы перевода системы из одного аттрактора в другой. Одна из основных особенностей СКФС состоит в том, что для их динамического развития необходимы определенная доля хаоса, т.е. доля спонтанной самоорганизации, и определенная доля управления, внешнего контроля, и что эти две составляющие — самоорганизация снизу и организация сверху — должны быть сбалансированы. Проведенный анализ также показал, что на всех этапах жизненного цикла (ЖЦ) СКФС наблюдается их структурная динамика, вызываемая объективными, субъективными, внешними, внутренними причинами или их комбинациями. Для того, чтобы указанные процессы имели целенаправленный характер необходимо их сделать управляемыми, т.е. обеспечить проактивное управление структурной динамикой [5].

Таким образом, *основным предметом исследований* в докладе являются методологические и методические основы проактивного управления структурной динамикой СКФС. Проведенный анализ показал, что задачи проактивного (упреждающего) управления структурной динамикой СКФС по своему содержанию относятся к классу задач многокритериального динамического структурно-функционального синтеза облика СКФС и формирования соответствующих программ управления их функционированием и развитием. Анализ основополагающих работ известного кибернетика XX века С. Бира [7–8] показал, что конструктивное определение необходимых управляющих воздействий в рассматриваемых задачах, обеспечивающих ограниченную самоорганизацию и контролируруемую нестабильность СКФС, лежит на пути обеспечения динамического соответствия разнообразий состояний как внешней среды, так и соответствующей системы управления (СУ) СКФС.

В целом разработка научных основ интеграции методологий менеджмента и кибернетики направлена *на повышение уровня устойчивости и качества функционирования и развития современных и перспективных СКФС.*

## **1. Анализ современного состояния исследований рассматриваемой проблемы**

Анализ современного состояния фундаментальных и прикладных научных работ в области решения проблем управления сложными системами показал, что исследования таких сложных самоорганизующихся систем как СКФС, включающих в себя как социальную, так и информационно-управленческую компоненты целесообразно проводить *на основе синтеза (интеграции)* обновленных концепций, принципов и подходов, традиционно разрабатываемых в *менеджменте и кибернетике* (общей теории управления).

Классическая кибернетика свела все существовавшие взгляды на процессы управления в единую систему и доказала ее полноту и всеобщность. В рамках классической кибернетики было доказано, что [2, 5, 7–9]: во-первых, важнейшим атрибутом любой системы (биологической, технической, социальной и т.п.) являются механизмы управления, поддерживающие систему в целостном состоянии и обеспечивающие целесообразное ее поведение в пространстве и времени; во-вторых, управление в системе любой природы есть целенаправленный процесс; в-третьих, управление в системе любой природы есть информационный процесс; в-четвертых, регулярное и целенаправленное управление возможно только в замкнутом контуре; и, наконец, в-пятых, управление есть циклический процесс, а само управление должно быть оптимальным. Наиболее разработанным направлением в кибернетике явилась теория управления динамическими техническими системами, в рамках которой были получены многочисленные выдающиеся фундаментальные и прикладные научные результаты [5–8].

Следует подчеркнуть, что на рубеже XX–XXI веков вновь стал повсеместно проявляться повышенный интерес к кибернетике, который обусловлен, во-первых, все более усиливающейся в различных предметных областях проблемы сложности и, во-вторых, в повсеместно проявляющихся недостатках практического применения холистического или, по-другому, системного мышления в ИТ индустрии [1–4]. При этом, говоря о сложности современных объектов-оригиналов (реальных и абстрактных), принято выделять следующие ее основные аспекты: структурную сложность, сложность функционирования, сложность принятия решений и выбора сценариев поведения, сложность развития [11]. Решение проблем управления такого рода объектами (problem of complexity control and management) требует проведения междисциплинарных исследований с привлечением специалистов разных специальностей: экономистов, биологов, физиков, математиков, специалистов в области компьютерных технологий.

При этом в ряде работ [17–8] подчеркивается глубокая общность биологических объектов и современных информационных систем из-за их сетевой организации. Разрабатываемые в настоящее время архитектуры, ориентированные на сервисы и базирующиеся на концепции виртуализации своих компонент, создают материальную основу для синтеза принципиально новых информационно-вычислительных и телекоммуникационных систем, которые по своим свойствам будут приближаться к свойствам живых организмов. Одним из классиков современной кибернетики С. Биром в работах [7–8], было показано как на основе нейрофизиологической интерпретации функционирования центральной нервной системы человека удастся построить оригинальную пятиуровневую модель жизнеспособной системы, в которой за счет гибкого сочетания механизмов иерархического и сетевого управления можно найти необходимый (в зависимости от складывающейся ситуации) компромисс между централизацией и децентрализацией целей, функций, задач и операций, выполняемых в соответствующей организации и определяющих её специфику. Данную модель С. Бир успешно использовал при решении различных классов задач прогнозирования и анализа путей развития сложных социально-экономических систем [8]. При этом в своих работах С. Бир неоднократно подчеркивал, что конструктивное исследование многоаспектной проблемы сложности должно базироваться на дальнейшем диалектическом развитии принципа необходимого разнообразия, сформулированного Р. Эшби. Анализ ряда работ в области современной кибернетики [1–4, 5–6, 11], позволил сформулировать ряд конкретных направлений по реализации данного принципа. В работах [1–4, 10–11] данные направления реализации принципа необходимого разнообразия получили свою дальнейшую конкретизацию и развитие для ряда весьма интересных предметных областей. Авторами данных работ подчеркивается особая актуальность разработки методологических и методических основ решения проблем *управляемой самоорганизации* как наиболее эффективного способа борьбы с разнообразием внешней среды, базирующейся на реализации целенаправленных процессов поддержания динамического соответствия структур и функций в соответствующих сложных организационно-технических и социально-экономических системах, примерами которых являются СКФС.

Таким образом, характеризуя современное состояние исследований в области менеджмента и кибернетики, необходимо отметить, что объявленная основоположниками кибернетики всеобщность законов данной теории, остается, к сожалению, пока преимущественно декларацией, слабо подтвержденной конструктивным обоснованием именно ее всеобщности (это касается, прежде всего, рассматриваемых в данном док-

ладе. Образовавшийся в настоящее время разрыв между методологией, методическим обеспечением и технологиями, используемыми в *современном менеджменте и в кибернетике* применительно к задачам управления сложными социально-экономическими и производственно-техническими системами, является ярчайшим подтверждением сложившейся ситуации. В этих условиях необходимо принимать безотлагательные меры по ликвидации данного разрыва на основе разработки научных основ неокибернетики, под которой мы будем понимать междисциплинарную науку, ориентированную на разработку методологии постановки и решения проблем многокритериального анализа и синтеза интеллектуальных процессов и систем проактивного управления сложными объектами произвольной природы, обладающие свойством избирательности и операциональной замкнутости, а также способностью моделировать среду и себя в ней.

Неокибернетика должна обеспечить интеграцию и дальнейшее развитие знаний, полученных к настоящему времени в рамках современного менеджмента и кибернетики с ориентацией на решение существующих и перспективных проблем проактивного управления СКФС.

## **2. Методологические и методические основы неокибернетики**

В качестве базовых концепций неокибернетики, как показали исследования, были положены три фундаментальные системно-кибернетические концепции — *концепция комплексного (системного) моделирования СКФС*, которая предполагает разработку и реализацию новых принципов, подходов к проведению полимодельного логико-динамического описания различных вариантов построения и использования СКФС, а также разработку и комбинированное использование методов, алгоритмов и методик многокритериального анализа, синтеза и выбора наиболее предпочтительных проактивных управленческих решений (в том числе и ориентированных на их реконфигурацию), связанных с созданием, использованием и развитием рассматриваемых объектов в различных условиях динамически изменяющейся внешней и внутренней обстановок. В качестве второй базовой концепцией неокибернетики была выбрана *концепция проактивного управления структурной динамикой СКФС* в изменяющихся условиях, вызванных воздействием возмущающей среды [5, 11]. Проактивное управление, в отличие от традиционно используемого на практике реактивного управления СКФС, ориентированного на оперативное реагирование на уже произошедшие негативные события и недопущение их последующего развития, предполагает упреждающее предотвращение причин возникновения инцидентов за счёт создания (либо целенаправленного поиска) в соответствующей системе проактивного мониторинга и управления новых системно-

функциональных резервов, обеспечивающих динамическое формирование принципиально новых возможностей по парированию возможных расчетных и нерасчетных нештатных и аварийных ситуаций, с использованием методологии и технологий системного (комплексного) моделирования, а также многовариантного ситуационно-адаптивного прогнозирования. Еще одной используемой авторами доклада концепцией является *концепция интеллектуализации управления СКФС*, предусматривающая в качестве условий эффективного управления СКФС необходимость применения интеллектуальных инструментов управления (новых интеллектуальных информационных технологий), носящих ярко выраженный инновационный характер и направленных на достижение комплексной интеграции естественного и искусственного интеллектов. Наряду с разработанной методологией в докладе представлены полимодельное логико-динамическое описание задач синтеза технологий и программ проактивного управления СКФС, а также комбинированные методы и алгоритмы совместного и раздельного решения указанных задач, а также задач оценивания возможностей и обеспечения требуемого (оптимального) уровня показателей надежности, живучести, устойчивости и в целом эффективности рассматриваемых информационно-управленческих процессов.

Проведенные исследования также показали, что в методологию неокибернетики наряду с перечисленными концепциями целесообразно включить структурно-математический и категорийно-функторный подходы, а также системный подход и его концепции и принципы, включающие в себя: принципы неокончателных решений, поглощения разнообразия, иерархической компенсации, дополнительности, полимодельности и многокритериальности, самоподобного рекурсивного описания и моделирования объектов исследования, гомеостатического баланса взаимодействия; преодоление принципа разделения; принципы, положенные в основу создания онтологий; принципы Ле-Шателье–Брауна.

Разработка методических основ неокибернетики, потребовали от авторов доклада перехода на принципиально новый (по сравнению с классическими подходами) уровень и технологии организации процессов управления, а именно уровень *управления сложностью*. Для реализации данной концепции управления предлагается два направления — *сужение разнообразия воздействий внешней среды* на СКФС и *расширение разнообразия управляющих воздействий* на СКФС.

В рамках *первого направления* наиболее перспективными являются методы, ориентированные на полимодельное описание конкретной предметной области; классификацию и упорядочение моделей, установ-

ление взаимосвязей между ними, базирующиеся на поиске рациональных многокритериальных решений (компромиссов) при наличии неустраняемых пороговых информационных и временных ограничений, а также методы, основанные на преодолении проблем большой размерности и неопределенности при описании предметной области с использованием методов декомпозиции (композиции), агрегирования (деагрегирования), координации, аппроксимации, линеаризации, релаксации, редукции (погружения).

В свою очередь, в *рамках второго направления* наиболее перспективными являются методы, в основу которых положены идеи самоподобного рекурсивного описания и моделирования объектов исследования (введение категорий макросостояния, структурного состояния, многоструктурного состояния), технологии дуального проактивного управления, а также управления структурной динамикой объектов (в т.ч. гибкого сочетания принципов иерархического и сетевого управления).

В отличие от известных подходов, определяющих мировой уровень моделирования процессов самоорганизации сложных объектов произвольной природы и заключающихся в применении конечномерных и рекуррентных динамических систем, в докладе предлагается сформировать новый модельно-алгоритмический уровень описания процессов проактивного управления СКФС на основе некибернетического подхода как синтеза моделей целенаправленного поведения иерархических социально-экономико-производственных систем в условиях управляющих и возмущающих воздействий; сетевых моделей причинно-следственных связей между процессами наступления массовых событий в указанных системах, описывающие зависимости между эндогенными характеристиками систем; моделей самоорганизации, эволюции, равновесных состояний и динамики социально-экономико-производственных систем при отклонении от равновесного состояния под влиянием управляющих и возмущающих воздействий; логико-динамических аналитико-имитационных G моделей управляемых мультиагентных систем. Это обеспечивает ситуационное управление детализацией прогнозов поведения социально-экономико-производственных систем (СКФС) и возможность выбора интервала прогнозирования, согласованного с заданным уровнем детализации, позволило анализировать процессы эволюции, конфигурации и реконфигурации СКФС.

В заключении остановимся на небольшом примере реализации разработанных научных основ некибернетики [5, 11]. При создании системы оценивания состояния СКФС любой сложности, всегда существовала тяжело решаемая проблема: каким образом реализовать технологию формализации знаний о функционировании рассматриваемого объекта мониторинга (ОМ).

Анализ современного состояния разработки в области практической реализации предлагаемой информационной технологии (ИТ) и системы проактивного мониторинга и управления СКФС показывает, что в настоящее время существует, по крайней мере, три крупных направления внедрения рассматриваемой методологии на практике. К первому направлению относятся динамические экспертные системы реального времени, получившие к настоящему времени достаточно широкое распространение. Среди них, в частности можно выделить G2 (фирма Gensym, США, представитель в России ООО «Научно-технологический парк «Дубна» <http://www.ntpdubna.ru>), семейство продуктов IBM WebSphere ILOG JRules BRMS.

Ко второму направлению исследований могут быть отнесены результаты, полученные в рамках так называемой теории недоопределенных вычислений (на основе методов удовлетворения ограничений — constraint programming) и теории мультиагентных интеллектуальных систем. В качестве наиболее характерных представителей программных комплексов, поддерживающих данные направления исследований, могут быть названы такие, как интегрированный программный продукт СПРУТ, интеллектуальный решатель математических задач UniCalc. К третьему направлению исследований относятся так называемые системы сбора данных и управления — SCADA-системы (Supervisor Control And Data Acquisition — системы сбора данных и управления, системы операторского интерфейса и т.п.). В качестве примеров реализации данного направления исследований могут быть названы программные комплексы Genesis, IsaGRAF, TraceMode.

В тех ситуациях, когда применение описанного выше программного обеспечения неприемлемо (отсутствие сертификации, отсутствие поддержки используемой платформы и пр.), принимается решение о разработке уникальных программ. В таком случае разработка этого программного (ПО) для СКФС имеет следующую схему (рис. 1). [5].

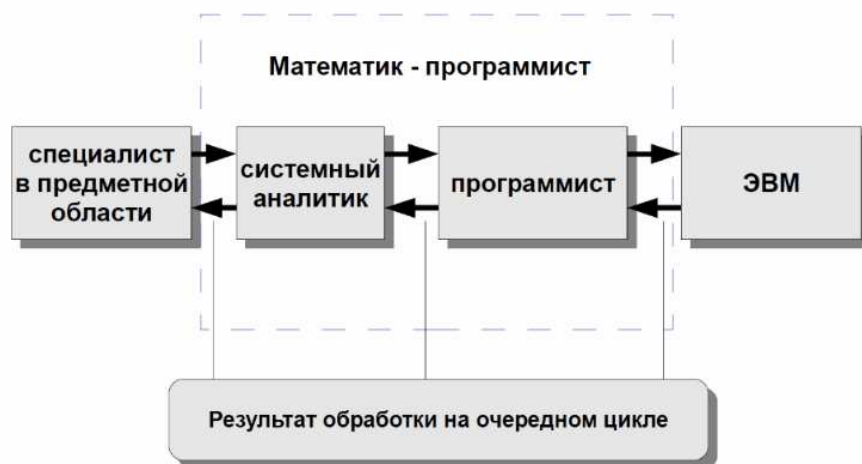


Рис. 1. Традиционная схема процесса разработки прикладного ПО СКФС

При таком подходе существует ряд проблем, в частности: общение на этапе «Специалист в предметной области — Системный аналитик» — связано со спецификой предметной области; качество созданного ПО — корректность поставленной программисту задачи зависит от системного аналитика. Правильность (отказоустойчивость) реализации предложенных специалистом в предметной области и обработанных системным аналитиком алгоритмов во многом зависит от квалификации программиста; поддержка созданного ПО — на определенном этапе разработки и применения программы большая часть времени уходит на поддержку уже созданного кода. Это требует дополнительных человеческих и временных ресурсов. Также поддержка усложняется при смене вышеназванных лиц.

Известные подходы недостаточно эффективно или вообще не обеспечивают решение целого ряда основных проблем, стоящих перед теорией и практикой создания системы проактивного мониторинга и управления СКФС (отсутствие единой концептуальной основы в построении информационных систем, принципиальная невозможность формального описания всех возможных видов СКФС, наличие большого количества форм представления данных и, соответственно, типов моделей представления знаний (МПЗ) о СКФС, слабый учет режима оценивания в реальном времени (РВ) и пр.). Предлагаемая интеллектуальная ИТ, построенная на базе разработанной методологии неокибернетики и ориентированная на использование БЗ об объекте мониторинга (ОМ), позволила существенно сократить сроки и расходы на создание или модификацию систем мониторинга и управления состояниями сложных технологических объектов и процессов. Суть ее состоит в предоставлении специалисту в предметной области (технологу, управленцу, аналитатору) удобного интеллектуального пользовательского интерфейса при создании и наполнении БЗ, а также при решении непосредственно задач управления СКФС. Работу по созданию системы проактивного мониторинга и управления при данном подходе можно представить схемами, представленными на 2 и 3.

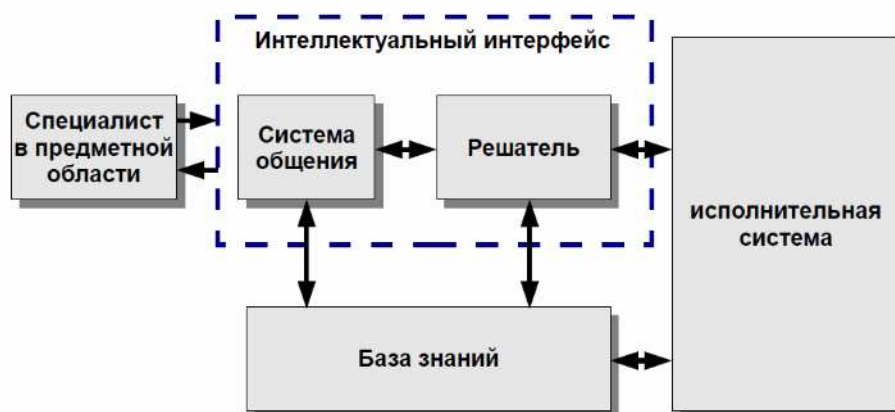


Рис. 2. Предлагаемая схема процесса разработки прикладного ПО для СКФС





Рис. 3. Интеллектуальный интерфейс СКФС

На рис. 3 приняты следующие сокращения — ОБДИ, ОБДВ — соответственно оперативные базы данных измерений и вычислений, ЦБД — центральная база данных.

### Заключение

В предлагаемом докладе на основе анализа современных тенденций, происходящих в системной отрасли научных знаний и вызванных новым этапом развития и интеграции современного менеджмента и кибернетики сформулирована актуальная фундаментальная научная проблема разработки научных основ новой теории — неокибернетики, ориентированной на решение задач проактивного интеллектуального управления структурной динамикой социо-киберфизических систем (СКФС), и обеспечивающей методологический, методический и технологический базис комплексной автоматизации и интеллектуализации существующих и перспективных систем менеджмента, ориентированных на управление социально-экономическими процессами, и систем технологического управления сложными техническими объектами, которые должны согласованно и эффективно функционировать в рамках СКФС.

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились при частичной финансовой поддержке Программы НТС Союзного государства «Интеграция-СГ» (проект «Интеграция-СГ-3.2.4.1»), гранта РФФИ №19–08–00989 и в рамках бюджетной темы № 0073–2019–0004.

#### **Список литературы**

1. Mancilla R. Introduction to Socio-cybernetics (Part 1) // Journal of Socio-cybernetics. – 2011. – Vol. 42. – № 9. – P.35–36.
2. Edward A. Lee Cyber Physical Systems: Design Challenges // International Symposium on Object/Component/Service-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC). – 2008. – May 6. – Orlando: FL,USA, 2008. P. 245–257.
3. Хиценко В.Е. Самоорганизация: элементы теории и социальные приложения. – М.: КомКнига, 2005. – 224 с.
4. Черняк Л. От адаптивной инфраструктуры – к адаптивному предприятию // Открытые системы. – 2003. – №10. – С. 32–39.
5. Охтилев М.Ю. Соколов Б.В. Юсупов Р.М. Интеллектуальные информационные технологии управления структурной динамикой сложных технических объектов. – М.: Наука, 2006. – 408 с.
6. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: Физматлит, 2012. – 604 с.
7. Бир С. Мозг фирмы. – М.: УРСС, 2005. – 315 с.
8. Бир С. Кибернетика и менеджмент. – М.: УРСС, 2007. – 246 с.
9. Герасименко В.А. Информатика и интеграция в технике, науке и познании // Зарубежная радиоэлектроника. – 1993. – № 05. – С. 22–42.
10. Hyotyniemi, H. Neocybernetics in Biological Systems. – Espoo: Helsinki University of Technology, Department of Automation and Systems Technology, Control Engineering Laboratory, 2006. – 275 p.
11. Юсупов Р.М., Соколов Б.В. Проблемы развития кибернетики и информатики на современном этапе / Сб. «Кибернетика и информатика». – СПб.: Издательство СПбГПУ, 2006. – С. 6–21.

УДК 51-7

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-47

*Малинецкий Георгий Геннадьевич,*  
заведующий отделом, д-р физ.-мат. наук, профессор;  
*Смолин Владимир Сергеевич,*  
научный сотрудник

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БУДУЩЕГО РОССИЙСКОГО КОСМОСА**

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН.

Москва, Россия,

GMalin@keldysh.ru; Smolin@keldysh.ru

**Аннотация.** С 1972 г. по настоящее время продолжается “космическая пауза” — пилотируемые в ней корабли не поднимаются выше низкой околоземной орбиты.

Вместе с тем космос принципиально изменил информационное пространство человечества. Масштабные планы освоения космоса, выдвигавшиеся с 1960-х годов,

свернуты. Изменилось место России в развитии мировой космической отрасли. Страна, открывшая миру дорогу в космос, сейчас в значительной мере выполняет роль “космического извозчика”. Цель статьи – раскрыть причины “космической паузы” и наметить пути, двигаясь по которым можно вывести из кризиса космическую отрасль России. Используемые методы – системный анализ, методы теории управления, теория самоорганизации, теория искусственного интеллекта, международные сравнения, методы проектирования будущего.

Введение. Обоснованы следующие результаты:

1. Мировая космическая отрасль находится в точке бифуркации, которая может быть пройдена по-разному – либо в направлении посткапитализма, которое выдвигают руководители Давосского экономического форума, либо в постиндустриальном направлении [1].

2. Концептуальные изменения космической стратегии и превращения космоса в большой проект XXI века могут быть связаны с форсированным использованием в этой сфере систем искусственного интеллекта.

3. Преобразование космической отрасли России должно быть связано с переносом акцента с запусков строительства ракет и космодромов на сферу получения и обработки космической информации.

4. В военном использовании космоса происходит революция, связанная с запуском десятков тысяч спутников на низких орбитах, открывающих перспективы “безлюдных войн”.

5. Важнейшей научной перспективой становится модернизация существующих космических систем и перспективных аппаратов для исследования планет и их спутников на основе систем искусственного интеллекта, использующих нейронные сети следующего поколения [2].

**Ключевые слова:** космический проект, искусственный интеллект, теория самоорганизации, космическая пауза, управление отраслью, информационное пространство, системы вооружений, стратегия.

*Georgy G. Malinetskiy,  
Head of Department, Dr. Phys.-Math. sciences, professor;  
Vladimir S. Smolin,  
Researcher*

## **SYSTEM ANALYSIS OF THE RUSSIAN SPACE FUTURE**

Keldysh Institute of Applied Mathematics (KIAM) RAS, Moscow, Russia,  
GMalin@keldysh.ru; Smolin@keldysh.ru

**Abstract.** From 1972 to the present, the "space pause" continues - the piloted ships in it do not rise above the low earth orbit.

At the same time, space has fundamentally changed the information space of mankind. Large-scale plans for space exploration put forward since the 1960s have been phased out. The place of Russia in the world space industry development has changed. The country that opened the way to space for the world is now playing a “space taxi” role to a large extent. The purpose of the article is to reveal the reasons for the "space pause" and outline the

paths along which the space industry in Russia can be brought out of the crisis. The methods used are systems analysis, management theory methods, self-organization theory, theory of artificial intelligence, international comparisons, methods of designing the future. The following results are substantiated:

1. The world space industry is at a bifurcation point, which can be traversed in different ways - either in the post-capitalism direction, which is being put forward by the leaders of the Davos Economic Forum, or in the post-industrial direction [1].
2. Conceptual changes in space strategy and the space transformation into a large project of the XXI century can be associated with the forced use of artificial intelligence systems in this area.
3. The Russian space industry transformation should be associated with a shift in emphasis from launching the construction of rockets and spaceports to the field of receiving and processing space information.
4. In space military use, a revolution is taking place associated with the tens of thousands of satellites launching in low orbits, opening up the prospects for "deserted wars".
5. The most important scientific perspective is the existing space systems and promising devices modernization based on artificial intelligence systems using next-generation neural networks for the planets and their satellites study [2].

**Keywords:** space project, artificial intelligence, self-organization theory, space pause, industry management, information space, weapons systems, strategy.

*Мы вовсе не хотим завоёвывать космос, хотим только расширить Землю до его границ. Не нужно нам других миров. Нам нужно зеркало. Мы не знаем, что делать с иными мирами.*

Станислав Лем. Солярис, 1961 год.

## **Введение. Предыстория**

Исследование космоса сыграло огромную роль в развитии науки и культуры человечества. Переход от Средневековья к Новому Времени во многом был связан с переносом акцента от осмысления Бога на изучение его творения – космоса. Открытие законов Кеплера и понимание того что орбиты планет определяются эллипсами, известными ещё грекам, показало важнейшую роль количественного понимания Вселенной, убедило, что “великая книга Природы написана математическим языком”.

Много веков космос был сферой утопии и великих надежд человечества.

История XX века обеспечила 2 ключевых научно-технических проекта – Космический и Атомный. Именно они более 70 лет обеспечивают стратегическую стабильность в мире. Огромную роль в реализации этих

проектов сыграл институт прикладной математики Академии Наук СССР, отцами-основателями которого были академики М.В. Келдыш, И.В. Курчатов и С.П. Королёв. Академика М.В. Келдыша часто называли «главным теоретиком космонавтики».

По мысли Илона Маска историки в будущем в пятнадцатом веке будут вспоминать имя только одного человека – Христофора Колумба, подарившего западу огромное новое пространство, а в XX – Юрия Гагарина, открывшего миру дорогу в космос. Маск надеется, что в XXI веке будут вспоминать его, если он первым шагнёт на поверхность Марса.

## 1. Проблема

Пауза в космической отрасли возникла из-за неэффективного управления и неверных критериев оценки результатов. Например, 44 года прошло без доставки лунного грунта на Землю (от “Луны-24” 20.07.1976 до “Чанъэ-5” 16.12.2020).

Технические причины привели к тому, что 40% созданных американских Шаттлов потерпели катастрофы.

Выдающийся геохимик, академик Э.М. Галимов обзор результатов космической деятельности новой России в научной серии назвал “20 лет бесплодных усилий”. В те годы НАСА тратил \$18 млрд в год, Россия - \$3,5 млрд, но и эти деньги организационной неразберихи использовались неэффективно.

На наш взгляд, ныне в освоении космоса наиболее эффективна стратегия, аналогом которой является деятельность мореплавателя и общественного деятеля Америго Веспуччи (1454–1512). Путь в будущее: Сергей Павлович Королёв считал, что в освоении космоса, конструкторы должны опираться на наиболее быстро развивающиеся технологии. Сейчас таковыми являются компьютерные технологии - в мире работает 6,2 млрд вычислительных систем [3]. Их производительность за время существования увеличилась в  $10^{15}$  раз. Программа АльфаZero, научившаяся “с нуля” играть в Go на уровне чемпионов мира, показала что сейчас нейронные сети позволяют компьютерам “учить компьютеры”. Главный результат космической деятельности – мониторинг и передача информации. Около 50% прибылей составляет получение космической информации, почти 50% – работа наземных систем с ней. И лишь 3% (\$6 млрд) – рынок запусков, на котором конкурирует Россия.

Императив: прорыв нашей страны в мир космической информации.

Будущее определится тем, сможем ли мы из “таксистов” превратиться в “пассажиров”.

## **2. Предотвратить военные угрозы**

Многие трагические страницы российской истории: Крымская война (1853–1856), Цусимское сражение (1905), были связаны с тем, что руководство страны готовилось “не к той войне”. Стратегическая стабильность не означает отсутствия локальных конфликтов и “безлюдных войн”. Важно, чтобы этого не произошло с космическими силами.

Задержка сигнала при передаче с геостационарной орбиты (35786 км) – 0,119 с, а с орбиты 550 км – 0,0018 с, что уже позволяет эффективно управлять техникой.

В сети Starlink на орбиту 550 км с наклоном в 53 градуса уже сейчас выведено около 22000 спутников связи (в перспективе предполагается вывод от 12 до 40 тысяч спутников).

По признанию Э. Сноудена “под колпаком” уже сейчас находится 1 млрд человек. Активное использование космических систем позволяет сделать “колпак” ещё более плотным и перейти к посткапитализму или интуитивному капитализму с глобальным контролем происходящего мировой элитой.

Надо сегодня либо заключать договоры, не позволяющие начать этот виток вооружений и конфликтов, либо создавать серьёзный противовес подобным системам.

## **3. Новый облик научного космоса**

Важнейшие результаты космической деятельности – обнаружение экзопланет достижения телескопа «Хаббла», открытие гравитационных волн, станции на Марсе и многое другое – были сделаны с помощью автоматов.

Искусственный интеллект и новое поколение сенсоров – наше продолжение в космосе. Технологическая революция (создание “разумных” роботов) может произойти в ближайшие три-пять лет.

Сейчас объём финансирования работ по искусственному интеллекту (ИИ) в России меньше, чем в Китае в 350 раз [4, 5]. Если Россия хочет не просто развивать ИИ [6], а вырваться в мировые лидеры по искусственному интеллекту, что определяет её будущее в космосе, то надо:

- минимум 3–5 раз (до 3–5% ВВП) увеличить финансирование научной деятельности;
- увеличить приоритеты финансирования исследований и разработок в области ИИ внутри научного бюджета.

### **Выводы**

1. Наступила эпоха освоения космоса. Ключевой момент – использование новых компьютерных технологий для работы с информацией.

2. Наступила эпоха безлюдных войн. Нужны инновации, направленные на блокирование использования космоса в этих целях. Пора заключать международные договоры, не позволяющие начать этот цикл гонки вооружений.

3. Прорыв в исследованиях космоса будет связан с использованием искусственного интеллекта. Наступает время космонавтов-роботов. У нас есть шанс оказаться первыми...

### **Список литературы**

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. // Пер. с англ. ООО «Переведем.ру». – М.: Издательство «Э», 2017. – 208 с. – (Top Business Awards).

2. Bengio, Y., Lecun, Y., Hinton G. Deep Learning for AI. // Communications of the ACM. July 2021, Vol. 64 No. 7, Pages 58-65 DOI: 10.1145/3448250.

3. Количество используемых компьютеров во всем мире достигнет 6,2 млрд. в 2021 году. Электронный ресурс <https://yandex.ru/turbo/3dnews.ru/s/1036388/kolichestvo-ispolzeuemih-komputerov-v-syom-mire-dostignet-62-mlrd-v-2021-gody>.

4. Кай-Фу Ли. Сверхдержавы искусственного интеллекта. Китай, Кремниевая долина и новый мировой порядок. // Манн, Иванов и Фербер; Москва; 2019. – 238 с. ISBN 978-5-00146-163-0.

5. Альманах №8 «Искусственный интеллект — Индекс 2020» // [https://aireport.ru/ai\\_index\\_2020](https://aireport.ru/ai_index_2020), апрель 2021.

6. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 "О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации". // <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910110003>. ноябрь 2019.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-48

*Мокий Михаил Стефанович,*

профессор, доктор экономических наук, профессор

## **ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

Россия, Москва, Российская Академия Народного Хозяйства и Государственной Службы, Государственный Университет Управления, [mokiy2000@yandex.ru](mailto:mokiy2000@yandex.ru)

*Аннотация.* В статье подчеркивается необходимость создания универсальных, трансдисциплинарных методов системного анализа. На основе изучения истории развития системного подхода делается вывод о том, что основной проблемой создания универсального подхода является отсутствие системообразующего фактора в определении системы. Синтез методологических принципов холизма и единого центра позволил нам обозначить в качестве системообразующего фактора порядок, определяющий единство и целостность объекта системы. Сделан вывод об изоморфизме функций системы и изменчивости структуры и параметров основной функции. Показано, как методологический аппарат трансдисциплинарности—4 может быть применен в методологии системного анализа и проектирования.

**Ключевые слова:** онтология, системное мышление, системный анализ, системный подход, трансдисциплинарность.

*Michael S. Moki*,  
Professor, Doctor of Economic Sciences

## ONTOLOGICAL PROBLEMS OF SYSTEM ANALYSIS

Russia, Moscow, Russian Academy of National Economy  
and Public Administration, State University of Management,  
moki2000@yandex.ru

**Abstract.** The article emphasizes the need to create universal, transdisciplinary methods of system analysis. Based on the study of the history of the development of the system approach, it is concluded that the main problem of creating a universal approach is the lack of a system-forming factor in the definition of the system. The synthesis of the methodological principles of holism and unicentrism allowed us to designate as a system-forming factor the order that determines the unity and integrity of the object of the system. The conclusion is made about the isomorphism of the system functions and the variability of the structure and parameters of the main function. It is shown how the methodological apparatus of transdisciplinarity-4 can be applied in the methodology of system analysis and design.

**Keywords:** ontology, system thinking, system analysis, system approach, transdisciplinarity.

### **Введение**

В XX веке стала очевидной многофакторность проблем, которые необходимо решать в процессе развития общества. Более того, обнаружилась неэффективность, а в некоторых случаях и губительность, проектных решений, которые принимаются без учета взаимосвязи различных факторов, например, освоение целинных и залежных земель в СССР. Стало понятно, что решение большинства проблем, строительство жилого дома, прокладка газопровода, развитие «зеленой» энергетики, цифровизация, переработка мусора и т.д., требует учета того, как это скажется на состоянии окружающей среды (воздуха, воды, почвы), как это отразится на благосостоянии людей или на демографической ситуации и т.д. и т.п. То есть, обнаружилась взаимосвязь и взаимозависимость между многими факторами. Для решения проблем такого класса учеными предложено большое количество методов, которые носят меж- (поли-, кросс-, интер-) дисциплинарный характер. Хорошо известны методы «мозгового штурма», метод Дельфи и т.д. В этой связи появление системного анализа и системного подхода к решению сложных и многофакторных проблем приобретает особую актуальность. Предполагается, что такой анализ позволит понять связь и влияние факторов, ранжировать важность проблем, в общем, повысить эффективность решения проблем.



Любой анализ предполагает разделение (мысленное или реальное) объекта на составные части, элементы для понимания их взаимодействия между собой. Так как анализ связан с синтезом, то в зависимости от целей исследования можно выделить два вида анализа:

1. Целью первого типа анализа является выяснение того, из чего состоит единое целое. Исследователь производит «разложение на составные части» для понимания того, что собой представляет исследуемый объект. Целью такого анализа является выяснение места и роли элементов и связей между ними. Как правило, такой вид анализа проводится на начальных этапах развития отрасли науки.

2. Целью второго типа анализа является выявление отклонений в состоянии и развитии объекта. Такой вид анализа предполагает, что исследователь заранее знает, что представляет собой объект и ему известны роль, место, элементы и связи между ними, а также параметры состояния элементов и связей. В этом случае анализ заключается в выявлении отклонений в состоянии существующих элементов и связей между ними с позиции некоего идеализированного объекта.

Когда мы говорим о системном анализе, мы чаще всего подразумеваем второй вид анализа. Из этого следует, что мы знаем, что такое система и каковы закономерности ее существования и развития. Подразумевается, что исследователь, применяющий методологические принципы системного анализа объекта или проблемы, обладает системным мышлением, знает теорию систем.

Однако, несмотря на успехи, достигнутые учеными-системщиками, существует большое количество проблем в области системного мышления и теории систем. Перефразируя известное выражение Лайонела Роббинса об экономике [23, с. 1], можно сказать, что мы, говоря о системе «говорим об одном и том же, но пока не решили, о чем именно». В настоящее время существует более сорока определений термина «система», большое количество национальных и международных организаций, занимающихся различными аспектами системных исследований и огромное количество литературы, посвященных им.

Очевидно, что создание единых для всех системных исследователей принципов анализа, а также проектирования систем обуславливает необходимость уточнения онтологических вопросов в теории систем и системного анализа.

### **1. Постановка задачи.**

#### **Описание предметной области и определение проблемы**

Системный подход с момента своего появления позиционируется как новый подход к единству науки. Так называлась статья, которую написал Л. Берталанфи в 1951 [12]. Потенциальная возможность иметь не-

кие универсальные методы исследования, обусловила тот факт, что начиная с середины 1950-х годов прошлого века практически во всех развитых странах мира стали появляться организации, занимающиеся системным подходом и попытками его адаптацией к решению проблем в самых разных областях деятельности.

В СССР, в 1976 году создается Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований (ВНИИСИ), который в 1992 году был переименован в Институт системного анализа. В эти же годы, в Ленинграде начал проводиться семинар «Системный анализ и его применение», который вырос в школу «Системный анализ в проектировании и управлении». Благодаря усилиям этой школы в СССР появилось большое количество монографий и первый в России учебник по системному анализу [3].

Изложение систематизированной истории развития системного подхода и системного анализа в нашей стране подробно описаны в работах Волковой В.Н. [4]. Однако в начале 80-х годов интерес к системному подходу в нашей стране постепенно угасал по известным причинам.

Что касается зарубежных исследований, то интерес к системным исследованиям не ослабевал. Но это не означает равномерного развития системных исследований. Создание общей теории систем столкнулось с онтологическими проблемами в результате чего направленность исследований сместилась в практическую плоскость. Наиболее подробный перечень теоретических и методических аспектов в области системного подхода приводится в фундаментальном труде Шарля Франсуа «Международная Энциклопедия Систем И Кибернетики» [17]. В этой работе содержится около четырех тысяч статей, которые описывают большинство идей и работ по теории и практике системного подхода и кибернетики.

Одной из первых работ, в которых делается попытка этапизировать развитие зарубежных системных исследований с позиции их методологии и онтологии является работа Дерека и Лауры Кабрера и Джеральда Мидгли «Четыре волны системного мышления» [13]. При этапизации системного мышления авторы используют аналогию с волнами, которые приносят и уносят на берег различные предметы. Это очень удачная, на наш взгляд, аналогия. Она помогает понять, что каждая волна выносит на берег различные «предметы» (в нашем случае это онтологические и методологические принципы). И эти «предметы» довольно долго остаются на берегу, пока их не смывает новая волна. Надо отметить, что отличительные черты «волн» в данной работе и «эпох» в работах В.Н. Волковой совпадают по сути и лишь немного отстают по годам.

Первая волна (эпоха по Волковой) с 50-х до 70-х годов прошлого столетия характеризуется "жестким системным мышлением".

Это связано с тем, что во многих отраслях имелись объекты, которые уже носили название систем, например, нервная система, денежная система, система энергоснабжения, система связи и т.п. Появление сложных технических систем, компьютеров и необходимости программного обеспечения для них обусловило появление целого семейства дисциплин и научных направлений, использующих терминологию системного подхода и кибернетики. Системотехники и специалисты по исследованию операций применяли и продолжают применять системный подход для того, чтобы оптимизировать функционирование указанных систем с помощью математических методов и моделей.

Вторая волна известна, как «мягкое системное мышление» и охватывает период с конца 70-х до конца 80-х годов. Появление «мягкого системного мышления» связано с попытками применить системный подход к анализу проблем развития природы и общества. Эта волна началась с работ П. Чекленда [14], Р. Акоффа [11], Роберта Мэйсона [20] и др. Осознание взаимосвязи управляющей и управляемой системы, субъекта управления и объекта управления обусловило появление кибернетики 2-го порядка.

Третья волна названа «критическим системным мышлением». Д. и Л. Кабрера обозначили ее временные границы от конца 80-х до начала 2000. Название этой волны дали работы Майкла Джексона и Роберта Флуда [15, 16]. Третья волна связана с попытками распространить системные законы на развитие общества, глобальные проблемы. Однако окружающий мир настолько многогранен, что методологический плюрализм необходим и приветствуется.

С нашей стороны следует отметить, что общим знаменателем для большинства исследователей, работающих в рамках третьей волны, является использование методологического принципа холизма. Признание и осознание взаимосвязи и взаимозависимости практически всех сторон существования общества и планеты обусловила рассмотрение целостности (холизма) как основного существенного признака системы. Другим существенным признаком систем характерным для работ, использующих системную риторику, является так называемая «сложность». Несмотря на крайне размытые критерии определения сложности и критику этого понятия, термин «сложность» получил широкое распространение. Так, например, работа Донэлы Медоуз «Мышление в системе» [21] является одной из самых цитируемых. Уже упомянутый Майкл Джексон в своих последних работах связывает методологию системного подхода с различными аспектами сложности [18].

Чем же мы обязаны первым трем волнам? Как это повлияло на состояние системного подхода?

Первая и вторая волна обусловили развитие математического моделирования, анализа и проектирования технических, организационных комплексов.

Анализ тематики научно-исследовательских работ организаций, занимающихся проблемами системного анализа, свидетельствует о том, что большинство национальных организаций продолжает математическое направление и работает над созданием и совершенствованием информационных технологий. Так, этой тематике посвящена тематика НИР в Институте системных исследований в России [25]. Украинский Институт прикладного системного анализа АН Украины, ставит целью разработку теории системной математики для решения проблем народного хозяйства [26]. Этим же темам посвящены работы Института системных исследований в Индии [27] и Институт системных исследований в Польше [28] и т.д. На гребне второй волны в 1972 году, создан Международный институт прикладного системного анализа в Австрии, в работе которого приняли участие 12 стран (в том числе СССР и США). В настоящее время с появлением третьей волны Институт ведёт работу по применению методов системного анализа преимущественно к решению глобальных проблем, требующих международного сотрудничества, то есть с использованием принципа холизма и теории сложности. Например, «Мир в 2050 году» [29].

Появление глобальных систем таких, как глобальный трафик, финансовые рынки, интернет и социальные сети обусловило еще больший интерес к математическому аппарату исследования. Активному росту этого направления способствовало возникновение и распространение различных киберфизических систем, то есть объектов, в которых происходит интеграция способности к вычислениям, связи и хранению информации с управлением объектами физического мира, например «умный дом» или «умный город» и т.п. Обозначилась кибернетика третьего порядка. Появилось множество работ отдельных исследователей, но онтологические вопросы теории системного подхода — это, мягко говоря, не самая популярная тема. После долгого перерыва одной из немногих работ, посвященных непосредственно системной теории, явилась работа Джорджа Мобуса и Майкла Калтона «Принципы системной науки» опубликованная 2015 году [22]. И в ней отразились все характерные для третьей волны методологические подходы – «мягкий» системный подход, холизм, сложность, математические модели.

Безусловно, анализ сложных объектов (несмотря на отсутствие четких критериев оценки сложности) подразумевает анализ большого количества сведений и данных и их обработку. И, конечно, это немыслимо без математических моделей и информационных технологий. Тем более,

современное развитие средств коммуникаций и вычислительных возможностей компьютеров предоставляет новые возможности для их развития. В результате к настоящему времени в мире сформировалось понимание того, что системный аналитик является специалистом в области информационных технологий или, в крайнем случае, – бизнес-аналитиком. Это нашло свое отражение не только в научной сфере понимания, но и в программах подготовки системных аналитиков, в том числе и в профстандарте «Системный аналитик» в современной России [30].

На наш взгляд задачи системной теории и системного анализа значительно шире информационных технологий и выходят за рамки математического моделирования и проблем цифровизации нашей жизни.

Колоссальный интерес к системному подходу во всем мире обусловлен тем, что (как это обозначено в начале раздела) системный подход — это подход к единству науки. Поэтому четвертую волну Дерек и Лаура Карбера совершенно справедливо назвали «универсальность и разнообразие».

Соглашаясь с таким названием волны, мы не можем согласиться с тем, такое поиск универсальных свойств, характерных для всех систем начались с работ Л.Берталанфи. Теории, имеющие универсальный, общий для всех отраслей теории и практики характер, появлялись еще в начале XX века, Это безусловно работа А.А. Богданова, который издал три части Универсальной организационной науки период с 1903 по 1922 год, то есть задолго до Л. Берталанфи. Нельзя не упомянуть труды П.К. Анохина по созданию теории функциональных систем. Несмотря на то, что наиболее в полном виде эта теория была опубликована в 70 годы прошлого столетия ее разработкой П.К. Анохин начал заниматься еще в 30 годы.

Как показывает анализ, основные идеи об онтологии общей теории систем изложены авторами, которые публиковались в известном ежегоднике «Системные исследования» в период с 1969 по 1981 году. который издавался в СССР под эгидой АН СССР. Это Л. Берталанфи, А.И. Уёмов, В.Н. Садовский, Э.Г. Юдин, М. Месарович, А. Раппопорт и многие другие и чьи монографии стали основой для последующих поколений системщиков в нашей стране [31].

В контексте онтологических проблем большинство современных отечественных работ по системному анализу и теории систем являются парафразом идей, высказанных в этих трудах. Затем, в период перестройки, ученые открыли для себя «Тектологию» А. Богданова. Но это незначительно продвинуло решение онтологических проблем системного подхода.

Что касается зарубежных работ по развитию теории системного подхода следует отметить, что этот вопрос затрагивается в основном в работах, ученых, занимающихся системной философией начиная с работы Эрвина Ласло «Введение в системную философию: к новой парадигме современной мысли» в 1972 года [19]. В этих статьях особенно в последнее время, отмечается необходимость и важность решения онтологической проблемы системной науки [32]. В связи с поисками универсальных подходов к исследованию следует упомянуть Теорию Всего Кена Уилбера [24].

Мы указали во введении, что к настоящему времени существует более 40 определений термина «система». В задачи этой статьи не входит критический обзор дефиниций системы. Однако хотелось бы отметить, общую черту авторов дефиниций. Это были биологи, геологи, инженеры, математики и др., то есть ученые – дисциплинарии. Поэтому при формировании понятия «системы» они исходили из необходимости практического применения дефиниции. И как совершенно справедливо отмечал П.К. Анохин в этом случае не ставилась задача разработать системную «методологию вообще», а «методологию моего дела» [2]. В результате сформировалось обширное поле системно-дисциплинарных подходов и соответствующих системно-дисциплинарных методов анализа и проектирования [8].

Д. и Л. Карбера совершенно справедливо утверждают, что в основе системного мышления должны лежать «универсальные» модели разума и природы [13, с.17]. Системный подход по-прежнему представляется одним из главных претендентов на создание таких универсальных онтологических и методологических представлений и формирования системного мышления. Математика – это всего лишь инструмент. Математическая модель будет иметь практический смысл лишь в том случае, если математик понимает смысл объекта и его существенные свойства. Но для этого системная теория должна предоставить такие онтологические представления о системе, которые могут быть использованы для всех объектов, исследуемых как системы.

## **2. Метод решения проблемы**

Теория систем как научная дисциплина предполагает существование некоторого идеализированного образа объекта исследования. В любой науке идеализированный образ представляет собой дефиницию как описание существенных свойств объекта. То есть свойств, без которых он не может существовать и которые присутствуют в нем при любых условиях. Такие идеализированные образы объекта существуют в каждой отрасли науки.

Авторами дефиниций системы выявлены такие признаки, как элементы, связи, упорядоченность, эмерджентность, целостность и единство. Однако при исследовании так называемых самоорганизующихся систем возникает трудноразрешимая проблема, которую В.Н. Садовский обозначил как парадокс системных исследований. Он звучит так: «чтобы корректно выделить самоорганизующуюся систему, мы должны знать условия и причины самоорганизации; для того же, чтобы понять эти условия и причины, мы должны выделить самоорганизующуюся систему, как необходимый момент их теоретического изучения» [10, с.194].

Иными словами, для придания универсальности понимания системы необходимо выделить системообразующий признак. Кстати, об этом писал П.К. Анохин: «...отсутствие системообразующего фактора, не дает возможности установить изоморфность между явлениями различного класса, а, следовательно, и не может сделать теорию общей» [1]. Проведенные нами исследования позволили сделать вывод, что таким существенным признаком системы является упорядоченность или порядок при условии, что этот порядок един и универсален [10]. Именно порядок в виде определенного эталона определяет необходимое количество и качество элементов и связей в системе, определяет значение каждого элемента, его место и роль в этой системе.

Надо отметить, что П.К. Анохин при разработке теории функциональных систем указал на еще одну очень важную особенность такого порядка. Петр Кузмич указывает, что «всякий компонент может войти в систему только в том случае, если он вносит свою долю содействия в получение запрограммированного результата» [1, с.19]. То есть свойства всех элементов системы детерминированы и имеют смысл лишь в том случае, если они содействуют получению конечного результата. В этой связи П.К. Анохин вводит термин «*взаимоСодействие*» вместо обычно употребляемого в дефинициях системы термина «взаимодействие» или «взаимосвязь». На это же свойство совместного направленного существования и развития элементов указал Моисеев Н.Н. и назвал его *коэволюция* [6]. Коэволюционность порядка является системообразующим свойством системы и обеспечивает ее единство. А требование «работать» на результат предполагает существование некоего «идеального» состояния системы в каждый момент ее существования. В этом смысле необходимо наличие эталона системы, который обеспечивает возможность контроля реального состояния объекта.

Эти аргументы позволяют нам онтологически интерпретировать идеализированный объект "система" – как порядок возникновения и существования элементов и отношений между ними, определяющий единство и целостность объекта. Но как мы указали ранее для того, чтобы

приведенная дефиниция имела универсальный, трансдисциплинарный характер необходимо, чтобы порядок был едиными.

П.К. Анохин, разрабатывая основы теории функциональных систем, не дал определения функции. Из описания теории следует, что функция системы – это ее свойство, возможность совершать необходимые действия. Однако осуществление функций возможно только при наличии соответствующих «исполнителей», то есть определенного механизма или совокупности механизмов, которые осуществляют данные функции или структуры системы. В этом смысле структура системы представляет собой элементы и взаимосвязей между ними. Таким образом, идеализированный объект «система» представляет собой единство функций и структуры. В этом заключается дуализм системного мышления. В терминах диалектики функции и структура системы соотносятся между собой как содержание (функции) и форма (структура).

### **3. Результаты решения**

Универсальность, трансдисциплинарность порядка существования и развития объектов реального мира, рассматриваемых как системы, обеспечивается изоморфизмом функций системы. То есть набор функций всегда одинаков. А разнообразие объектов реального мира обусловлено разнообразием структурных элементов и так называемых базовых элементов системы, из которых создаются элементы структуры. Такое представление о системе дает еще одно доказательство утверждения Д. и Л. Карбера о том, что универсальность моделей в природе и обществе не отрицает разнообразия форм их существования. Требование же «работать» на результат предопределяет наличие количественных и качественных параметров главной функции.

В соответствии с предлагаемой онтологией основной функцией идеализированного объекта «система» является преобразование вещества и энергии во времени и пространстве. Выполнение основной функции в системе возможно при выполнении как минимум двух функций – самосохранения и развития системы. Соответственно, структура системы должна включать механизмы сохранения и развития. Количественные и качественные параметры функций и элементов структуры задаются эталоном системы.

Проявляясь во времени и пространстве, согласно эталону системы из базовых элементов формируются элементы структуры и образуются связи между ними. Реализация функции самосохранения выражается в стремлении системы поддерживать качественную определенность. Поэтому на каждом этапе развития системы количество и качество основных элементов в структуре системы и связей между ними является постоянным. В физике это называется принципом Ле Шателье — Брауна, в биологии – гомеостазом и т.д.



Достижение системой запрограммированного результата происходит за счет изменения состояния системы. При этом необходимо понимать, что изменение состояния системы – это изменение состояния основных элементов и связей между ними.

Изменения в системе возникают вследствие развития по эталону, так и в результате отклонения от него. Переход к следующему этапу развития системы может произойти только тогда, когда количество измененных базовых элементов достигает «критической массы». В результате меняется структура системы, то есть появляются новые элементы и связи между ними.

Направленность изменений обусловлена тем, что параметры результата преобразования материи и энергии обеспечивают строгий детерминизм в отношении их количества и качества. Поэтому эти параметры обязательны для каждого элемента системы, включая базовые. Отклонения от заданных параметров создают угрозу для сохранения единства и устойчивости развития системы. Поэтому в структуре системы необходим механизм устранения дисфункции. При этом выбирается наиболее эффективный способ. При фиксированных параметрах результата выбирается наименее затратный способ выполнения функций. В физике этот принцип называется принципом Гамильтона. Обеспечение выполнения этого принципа достигается либо изменением параметров главной функции, либо изменением структуры.

Онтологическое представление о системе как идеализированном объекте нуждается в методологических инструментах, имеющих трансдисциплинарный характер. В нашем случае для этого были использованы модели единиц порядка, разработанные в рамках трансдисциплинарности-4 [7]. Информационная модель единицы порядка, позволяет дифференцировать сведения об объекте. Темпоральная и пространственная модели единиц порядка предоставляют возможность строить модели изменения объекта во времени и в пространстве.

Вытекающий из принципа единого центра единичный порядок и универсальность указанных выше моделей позволяет использовать их как при исследовании реальных объектов, так и при создании самой методики системного анализа. Так, в соответствии с информационной моделью порядка в зависимости от целей анализа надо выделять или две, или четыре или восемь функций; соответствующее количество элементов структуры; видов носителей и т.д. Например, применение этой закономерности к функционированию систем позволило дополнить ключевые механизмы функциональной системы, выделенные П.К. Анохиным следующим образом:

- функция постоянного анализа параметров внешней и внутренней среды;
- функция оценки и предвидения последствий изменения параметров;
- функция принятия решения;
- функция оценки вариантов действия;
- функция действия;
- функция оценки результата действия;
- функция сравнения с параметрами;
- функция нейтрализации дисфункций.

Единственность порядка позволяет искать проявление этих функций в любом объекте, рассматриваемом как систему. Для анализа структурных особенностей необходимо определить базовые элементы для данного объекта и определить каким образом формируются механизмы реализации указанных выше функций.

Отдельное внимание необходимо посвятить анализу параметров целевой функции, поскольку именно эти параметры детерминируют развитие системы. В следствие этого некорректно понимаемые или назначаемые параметры главной целевой функции могут привести к появлению «эффекта кобры». Это происходит, когда фактические результаты не соответствуют запланированным.

### **Заключение**

Существует точка зрения, что поиск однозначных ответов на онтологические вопросы теории не особенно нужен. Да, действительно, до некоторого времени этого достаточно. Например, открытие закона притяжения и объяснение с его помощью многих явлений в природе не предполагает ответа на вопрос - почему два тела притягиваются друг к другу. Однако ответ на этот вопрос позволит поднять науку и практику на совсем другой уровень. Но для этого необходимо решить онтологические вопросы.

Конечно, создание полноценной общей теории систем, как и методического аппарата для системного анализа, прогнозирования и планирования требует дальнейших исследований. Однако даже в таком виде описанный системный дуализм и универсальные структурно-функциональные особенности идеализированного объекта «система» позволяют:

- правильно идентифицировать исследуемый объект как систему, как нечто единое-целое и искать проявления порядка в выбранном объекте;
- выявлять системные закономерности на объектах, для которых возможны поисковые и проверочные эксперименты, а затем экстраполи-

ровать эти закономерности на объекты и процессы, где проведение такие экспериментов невозможно или очень затратно;

- при решении многофакторных проблем предоставляется возможность интерпретировать знания, полученные с помощью дисциплинарных методов, с единой точки зрения;

- выявлять те взаимосвязи между и элементы, которые невозможно было бы выявить с помощью дисциплинарных методов исследования. То есть положения описанной концепции системного дуализма позволяют правильно интерпретировать «видимую» реальность.

Системный анализ, как и системное проектирование базируется на системном мышлении. Системное мышление, в свою очередь, основывается на общей теории систем. Описанные онтологические представления носят универсальный, трансдисциплинарный характер, а значит служат идее четвертой волны в системном мышлении. Мы полностью согласны с тем, что четвертая волна обусловила необходимость универсальных, трансдисциплинарных подходов, которые можно применить в теоретических и прикладных направлениях науки и в практической деятельности, как и с тем, что мы, в этом отношении, еще в начале пути.

#### **Список литературы**

1. Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональной системы: избр. тр. / Отв. ред. Ф. В. Константинов, Б. Ф. Ломов, В. Б. Швырков; АН СССР, Ин-т психологии. – М.: Наука, 1978.

2. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. – М., «Наука», 1973.

[http://www.bio.bsu.by/phha/downloads/anohin\\_obscaia\\_teorija\\_fs.pdf](http://www.bio.bsu.by/phha/downloads/anohin_obscaia_teorija_fs.pdf).

3. Волкова В.Н. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / В.Н. Волкова, В.А. Воронков, А.А. Денисов и др. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.

4. Волкова В.Н. Из истории теории систем и системного анализа. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2001.

5. Ласло Э. Введение в системную философию: к новой парадигме современной мысли. – Нью-Йорк, штат Нью-Йорк: Гордон. (1972а).

6. Моисеев Н.Н. Козволюция природы и общества. Пути ноосферогенеза // Экология и жизнь. № 2–3, 1997.

7. Мокий М.С. Трансдисциплинарная методология в экономических исследованиях. Диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук. специальность 08.00.01 «Экономическая теория». РЭУ им Г.В.Плеханова, 2010.

8. Мокий М.С., Мокий В.С. Использование междисциплинарного синтеза знаний в решении проблем социально-экономического развития // Сборник научных трудов участников Международной конференции "XXIV Кондратьевские чтения". Под редакцией В.М. Бондаренко. 2017.

9. Мокий В.С., Лукьянова Т.А. Методология научных исследований. Трансдисциплинарные подходы и методы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 160 с. – (Бакалавр и магистр. Модуль).

- ISBN 978-5-534-05207-7. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/409126> (дата обращения: 17.08.2021).
10. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. – М.: Наука, 1974. – 255 с.
  11. Ackoff RL. Creating the Corporate Future: Plan Or be Planned For. Wiley; 1981.
  12. Betalanfi.Ludwig von. General system theory: a new approach to unity of science". John Hopkins Press.1951.
  13. Cabrera Derek, Midgley Gerald, Cabrera.Laura The Four Waves of Systems Thinking. Handbook of Systems Thinking. Routledge, 2021. <https://www.academia.edu/45434072>.
  14. Checkland P. Systems Thinking, Systems Practice. New York: Wiley. 1981.
  15. Flood RL, Jackson MC. Critical systems thinking : directed readings. Chichester ; New York: J. Wiley; 1991. – 347 p.
  16. Flood RL, Romm NRA. Critical Systems Thinking: Current Research and Practice. Springer Science & Business Media; 1996.
  17. François C. International Encyclopedia of Systems and Cybernetics. Walter de Gruyter; 1997.
  18. Jackson Michael C. Critical Systems Thinking and the Management of Complexity 1st Edition: Wiley; 2019.
  19. Laszlo E. Introduction to Systems Philosophy: Toward a New Paradigm of Contemporary Thought (Gordon & Breach, New York and London, 1972.
  20. Mason R.O, Mitroff II. Challenging Strategic Planning Assumptions: Theory, Cases, and Techniques. Wiley; 1981.
  21. Meadows Donella H..Thinking in Systems: Chelsea Green Publishing 2008
  22. Mobus George E. and Kalton.Michael C. Principles of Systems Science. Springer Verlag. 2015.
  23. Robbins Lionel. The Subject-Matter of Economics. In: L.Robbins. An Essay on the Nature and Significance of Economic Science. 2nd ed. London: Macmillan, 1935, ch.1, p. 1–23.
  24. Wilber, K. (2000). A Brief History of Everything. USA: Shambhala 2000.  
Электронные ресурсы.
  25. Сайт. Институт системного анализа (Россия).  
[http://www.isa.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=253%3A2009-10-08-11-34-16&catid=42%3A2009-06-11-08-49-38&Itemid=76&lang=ru](http://www.isa.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=253%3A2009-10-08-11-34-16&catid=42%3A2009-06-11-08-49-38&Itemid=76&lang=ru).
  26. Сайт. Институт прикладного системного анализа (Украина)  
[http://iasa.kpi.ua/?set\\_language=ru](http://iasa.kpi.ua/?set_language=ru).
  27. Сайт Systems Research Institute (India) –  
[https://ru.abcdef.wiki/wiki/Systems\\_Research\\_Institute\\_\(India\)](https://ru.abcdef.wiki/wiki/Systems_Research_Institute_(India)).
  28. Systems Research Institute, Polish Academy of Sciences (SRI PAS) .
  29. International Institute for Applied Systems Analysis; IIASA  
<https://iiasa.ac.at/web/home/research/twi/TWI2050.html>.
  30. Профстандарт: 06.022 Системный аналитик  
<https://classinform.ru/profstandarty/06.022-sistemnyi-analitik.html>.
  31. Сайт Системные исследования. [https://systems-analysis.ru/systems\\_research.html](https://systems-analysis.ru/systems_research.html).
  32. См. сайт David Rousseau. <https://www.systemsphilosophy.org/david-rousseau.html>.

УДК 303.732  
doi:10.18720/SPBPU/2/id21-49

*Данчул Александр Николаевич,*  
профессор, д-р. техн. наук, профессор

## **АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОПИСАНИЯ БИЗНЕС-АРХИТЕКТУРЫ УМНОГО ГОРОДА**

Москва, Russia. Московский городской университет управления  
Правительства Москвы,  
adan51@yandex.ru

**Аннотация.** Рассмотрены основные положения концепции умных городов. По аналогии с архитектурой предприятия предложено выделять в архитектурном описании умного города бизнес-архитектуру и ИТ-архитектуру. Приведен краткий обзор и анализ вариантов описания бизнес-архитектуры умных городов, приведенных в материалах различных международных организаций. Даны ссылки на некоторые источники, затрагивающие данные вопросы применительно к двум российским проектам умных городов.

**Ключевые слова:** архитектура системы, бизнес-архитектура, ключевые показатели эффективности, умный город.

*Alexander N. Danchul,*  
Professor, Dr. of Engineering, Professor

## **ANALYSIS OF VARIANTS OF DESCRIPTION OF SMART CITY BUSINESS ARCHITECTURE**

Moscow, Moscow City university of management of the Moscow Government  
adan51@yandex.ru

**Abstract.** The main provisions of the concept of smart cities are considered. By analogy with the architecture of the enterprise, it is proposed to distinguish business architecture and IT-architecture in the architectural description of a smart city. A brief overview and analysis of the options for describing the business architecture of smart cities, given in the materials of various international organizations, is given. References are given to some sources that touch on these issues in relation to two Russian smart city projects.

**Keywords:** architecture of system, business-architecture, Key Performance Indicators smart city,

Специализированное агентство ООН в области электросвязи International Telecommunication Union (Международный союз электросвязи — МСЭ), как указано в статье [1], привело 116 определений умного города, предложенных за почти четверть века. В 2015 году ООН в своем документе [2] привело предложенное МСЭ определение умного города как «инновационного города, использующего информационно-коммуникационные технологии и другие средства для повышения уров-

ня жизни, эффективности деятельности и услуг в городах, а также конкурентоспособности при обеспечении удовлетворения потребностей настоящего и будущих поколений в экономических, социальных, культурных и природоохранных аспектах». Отметим, что в этом документе используется развернутый термин — Smart Sustainable City (SSC), то есть, умный устойчивый город, что подчеркивает важность устойчивого развития городов.

В программе «Цифровая экономика Российской Федерации» [3] под «умным городом» понимается «инновационный город, который внедряет комплекс технических решений и организационных мероприятий, направленных на достижение максимально возможного качества управления ресурсами и предоставления услуг, в целях создания устойчивых благоприятных условий проживания и пребывания, деловой активности нынешнего и будущих поколений». Таким образом, слово «устойчивый» хотя и исключено из перевода англоязычного термина, но осталось в дефиниции, а, следовательно, и концепции умного города в этой программе.

Устойчивое развитие городов в первую очередь ассоциируют с экологически безопасным развитием городских систем, внедрением энерго-сберегающих технологий, уменьшением вредных выбросов в атмосферу и водоемы и т.п. В более широком понимании устойчивое развитие городов следует рассматривать не только в экологическом, но и социально-экономическом, демографическом, социально-культурном и других аспектах.

Проблема устойчивого развития городов включает не только проблемы, испытываемые внутри городов, но и проблемы, вызываемые или создаваемые городами. В качестве примеров укажем на две такие проблемы:

1) уменьшение численности трудоспособного населения на других территориях страны, прежде всего в сельских поселениях и малых городах, вызывающее депрессию их социально-экономического развития;

2) внедрение «зеленого» транспорта — электромобилей в крупных городах, приводящее к улучшению в них экологической ситуации, вызывает ухудшение экологической ситуации в местах дополнительного производства электроэнергии на занимающих лидирующее положение тепловых электростанциях, работающих на органическом топливе (газ, уголь, мазут и т.п.). Необходимо также иметь в виду экологический вред, связанный с производством мощных аккумуляторов и их последующей утилизацией.

Таким образом, важнейшей задачей стратегического уровня является определение и конкретизация направлений развития в рамках кон-

цепции SSC, учитывающей специфику того города, для которого она разрабатывается.

Развитие умных городов идет двумя путями: модернизация сложившихся городов и строительство новых. Наиболее распространенным в отечественной и мировой практике и охватывающим существенно большую часть населения является первое направление. Примеры применения технологий «умного города» можно встретить в городах с численностью населения свыше 5 миллионов человек (Нью-Йорк в США, Шанхай в Китае, Токио в Японии, Сингапур), в городах-«миллионниках» (Барселона в Испании), в крупных столичных городах с населением в несколько сот тысяч человек (Амстердам в Нидерландах, Стокгольм в Швеции, Тель-Авив в Израиле) и в средних по размеру (с населением порядка 200 тысяч человек) нестоличных городах (Милтон-Кинс и Саутгемптон в Англии) [4].

Второе направление представлено несколькими десятками построенных на новом месте городов, представляющих образцы современной архитектуры и планировочной культуры и ориентированных на максимальное применение новейших технологий организации городской жизни. К числу городов, спроектированных по принципам «умного города» относят Сонгдо (Корея), Масдар (ОАЭ), Искандер (Малайзия), Неом (Саудовская Аравия). В России это ориентированные на цифровую экономику инновационный центр «Сколково» под Москвой и «Иннополис» в Республике Татарстан. Организация их жизнедеятельности основана на использовании информационно-коммуникационных технологий [5].

Умные города по стандарту ISO/IEC 15528 Systems Engineering – Systems Engineering Life-Cycle являются системами систем, потому что они интегрируют несколько систем, которые включают людей, инфраструктуру и постоянно развиваются и изменяются в динамичном экологическом и социальном контексте. Как система систем, интенсивно использующая информационные технологии, умный город может быть смоделирован с использованием формализмов описания архитектуры, содержащихся в стандарте ISO/IEC 42010 Software and Systems Engineering Architecture description или в стандарте ISO/IEC 19505 Information Technology – Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML). Второй способ описания выбран только в одной из моделей, приведенных в [2].

Для укрупненного архитектурного описания предприятий как сложных организационно-технических систем с существенным использованием информационных технологий обычно используется схема, изображенная на рис. 1.



Рис. 1. Укрупненная схема архитектуры предприятия [6, с. 94]

Эта схему можно рассматривать как основу, начальный этап архитектурного описания умного города. Описания функциональных областей и бизнес-моделей жизнедеятельности города, включая систему городского управления, которые рассматриваются в докладе, а также размещения традиционных средств городской инфраструктуры и их интеграции относятся к бизнес-архитектуре. Организация поддержки инновационными информационными и коммуникационными технологиями жизнедеятельности умного города определяется архитектурой информационных технологий (ИТ-архитектурой).

В отличие даже от крупных предприятий бизнес-архитектура города, особенно «умного», существенно сложнее, включает в себя разнообразные взаимосвязанные функциональные подсистемы – комплексы городского хозяйства: жилищно-коммунальный, транспортный, строительный, социально-культурный, энергетический и др. Именно в бизнес-архитектуре должны найти отражение вышеупомянутые направления развития умного города.

Основной идеей концептуальной модели описания архитектуры по стандарту ISO/IEC 42010 является выделение перечня заинтересованных лиц (участников, stakeholders), имеющих специфические интересы по отношению к рассматриваемой системе, которые оформляются в виде точек зрения, устанавливающих соглашения, необходимые для дальнейшего создания, интерпретации и использования архитектурных представлений системы. Различным точкам зрения участников на систему соответствуют наборы определенных видов моделей; совокупности моделей этих видов составляют отвечающее этой точке зрения представление системы, отражающее некоторый набор ее свойств и связей. В сентябре 2017 г. был введен в действие национальный стандарт Российской



Федерации ГОСТ Р 57100-2016/ISO/IEC/IEEE 42010:2011, фактически являющийся переводом соответствующего международного стандарта.

Как отмечалось выше, почти во всех моделях умных городов, приведенных в [2], используются элементы их архитектурного описания, включающие различные представления умного города с некоторых точек зрения. Основными группами заинтересованных лиц (стейкхолдеров) при этом являются руководство города и технические специалисты. Таким образом, в этих архитектурных описаниях находят то или иное отражение две классические компоненты: бизнес-архитектура и ИТ-архитектура. Приведенные модели можно распределить по следующим группам:

1. Представлена точка зрения только одной группы заинтересованных лиц (руководства города или технических специалистов). Представление является одномерным и содержит от 2 до 8 аспектов. Связи между аспектными представлениями отсутствуют. Аспекты, как правило, названы уровнями.

2. Представлена точка зрения только одной группы заинтересованных лиц. Представление является двухмерным и содержит от 3 до 5 аспектов, по которым выделяются 2–3 уровня представления. Связи между аспектными представлениями отсутствуют.

3. Представлены точки зрения двух групп заинтересованных лиц. Связи между их представлениями отсутствуют. Каждое из этих представлений является одномерным, содержит от 2 до 4 аспектов, по которым выделяются 1–2 уровня представления. Связи между аспектными представлениями отсутствуют.

4. Представлены точки зрения двух групп заинтересованных лиц. Связи между их представлениями отсутствуют. Представление руководства города является одномерным и одноуровневым. ИТ-представление – двухмерное, содержит 2 группы взаимосвязанных аспектов, по которым выделяются 1–2 уровня.

5. Представлены позиции (точки зрения) двух групп заинтересованных лиц. Указывается на связи между их представлениями. Оба представления являются одномерными и одноуровневыми.

В разработанных целевой группой МЭС по умным городам (ITU Focus Group on SSC) технических спецификациях [7], описывающих общую схему ИКТ-архитектуры умного города, рассматриваемые направления развития получили название потребностей (needs). Они определяются на начальном этапе описания мета-архитектуры и трактуются как затрагиваемые инновациями измерения или аспекты города (urban dimensions). Выделяется 5 измерений:

1. *People* (люди): с точки зрения выявления и удовлетворения потребностей сегодняшнего и будущих поколений.

2. *Living* (образ жизни, городская среда): с точки зрения повышения качества жизни и социальной сбалансированности, а также эффективности в отношении энергии, продовольствия, воды и т. д.

3. *Environment* (окружающая среда): который включает безопасность, удаление отходов и контроль за выбросами в целях предотвращения изменения климата.

4. *Governance* (управление): с точки зрения обеспечения коммунальных услуг и доступности городских (муниципальных) услуг.

5. *Economy* (экономика): с точки зрения устойчивого роста и конкурентоспособности города (привлечение жителей, туристов и бизнеса).

На основании приведенной в этих спецификациях табл. 1 рассматривается соответствие перечисленных измерений ключевым показателям эффективности – КПЭ (Key Performance Indicators – KPI) умных городов, которые согласуются с выделяемыми ООН аспектами среды обитания.

Таблица 1

Соответствие между измерениями и ключевыми показателями эффективности умного города

КПЭ	Измерения	Люди	Образ жизни	Управление	Окружающая среда	Экономика
ИКТ		X	X	X	X	X
Экологическая устойчивость			X		X	
Производительность			X	X		X
Качество жизни		X	X	X	X	X
Равенство и социальная интеграция		X	X	X	X	
Физическая инфраструктура		X	X	X	X	X

В документе отмечается существование и других подходов, которые выделяют такие дополнительные измерения как городская *мобильность* (с точки зрения транспорта), *устойчивость* (к естественным стихийным бедствиям, пандемии, террористическим актам, несчастным случаям и т.д.), *инновации* (с точки зрения, в основном, устойчивости умного города к разрушительным социальным инновациям). Указывается, что эти дополнительные измерения могут рассматриваться как составные части (подизмерения) выделенных измерений, например, мобильность как подизмерение измерения городская среда.

Выделение тех или иных измерений первого уровня и распределение по ним подизмерений, на наш взгляд, отражают актуальность для конкретного города проблем, относящихся к этим измерениям, а также наличие понимания этой актуальности со стороны властных структур, их политической воли и наличия ресурсов (финансовых, материальных, интеллектуальных), необходимых для их решения. Обоснование этого утверждения, примеры, а также другие интересные материалы можно найти в видеолекции [8] ведущего японского специалиста по умным городам Мичинага Кохно.

Из анализа этой таблицы делается вывод, что такие ключевые показатели эффективности как ИКТ, качество жизни и физическая инфраструктура могут применяться во всех измерениях, в то время как измерениям образ жизни и управление соответствуют все КПЭ.

В другом документе [9] ITU Focus Group on SSC представила ключевые показатели эффективности умных городов, разделенные в соответствии с табл. 2 по измерениям и подизмерениям, которые отличаются от приведенных в табл. 1.

Таблица 2

Соответствие между измерениями и подизмерениями ключевых показателей эффективности умного города

<b>Измерения</b>	Общество и культура	Окружающая среда	Экономика
<b>Подизмерения</b>			
Безопасность, жилье и социальная интеграция	X		
Образование, здоровье и культура	X		
Окружающая среда		X	
Энергия		X	
ИКТ			X
Производительность			X
Инфраструктура			X

Имеется и третий уровень группирования КПЭ – категории. Всего имеется 91 показатель, которые разделены по 27 категориям. В табл. 3 приведен разделенный по категориям набор КПЭ для подизмерения ИКТ измерения экономика. Каждый из показателей относится к одному из двух типов: основной (Core) или дополнительный (Advanced).

Все эти 17 показателей относятся к типу «умный» (Smart), которому также отнесены следующие показатели из других категорий и измерений

- интегрированные системы управления зданием в общественных учреждениях (дополнительный);
- доступ студентов к ИКТ (основной);

- электронные медицинские карты (дополнительный).

Кроме 20 показателей типа «умный» имеется 32 показателя типа «структурный» и 39 показателей типа «устойчивый».

Таблица 3

Ключевые показатели эффективности подизмерения ИКТ измерения экономика

Категория	КПЭ	Тип
Инфраструктура ИКТ	Доступ домашних хозяйств в Интернет	Основной
	Охват домохозяйств проводной широкополосной связью	Основной
	Охват домохозяйств беспроводной широкополосной связью	Основной
	Покрытие беспроводной широкополосной связью	Основной
	Наличие WiFi в зонах общественного пользования	Дополнительный
Вода и санитария	Умные счетчики воды	Основной
	ИКТ-мониторинг водоснабжения	Дополнительный
Дренаж	ИКТ-мониторинг водоотведения	Дополнительный
Электроснабжение	Умные счетчики электроэнергии	Основной
	ИКТ-мониторинг электроснабжения	Дополнительный
	Возможность потребления электроэнергии с реагированием на спрос (тарифы)	Дополнительный
Транспорт	Динамическая информация об общественном транспорте	Основной
	ИКТ-мониторинг дорожного движения	Основной
	Управление перекрестками	Дополнительный
Государственный сектор	Открытые данные	Дополнительный
	Электронные государственные услуги	Дополнительный
	Электронные закупки в государственном секторе	Дополнительный

В августе 2018 г. на официальном городском сайте был размещен разработанный Департаментом информационных технологий Москвы с участием горожан, экспертов и представителей бизнес-сообщества проект стратегии города Москвы «Умный город – 2030» [10], в котором определяются миссия, цели, задачи, принципы, архитектура и направления дальнейшего развития Москвы как инновационного умного города. Сравнение этого проекта с вышеизложенными предложениями ITU Focus Group on SSC выполнено в работе [11].

4 марта 2019 г. заместителем Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации были утверждены «Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»)» [12]. Этот документ, по нашему мнению, в основном содержит описание именно бизнес-архитектуры умного города с частичным указанием элементов ИКТ, которые призваны их реализовать. В настоящее время работы в этом направлении развиваются в рамках программы ведомственного проекта Минстроя России «Умный город» в рамках национального проекта «Жилье и городская среда» и национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [13].

### **Список литературы**

1. Саак А.Э., Тюшняков В.Н., Пахомов Е.В. Модели информационно-технологической структуры умного города // *Фундаментальные исследования*. 2017, №10, с. 387-391.
2. The UNECE-ITU Smart Sustainable Cities Indicators (2015). United Nations, Economic and Social Council. – Режим доступа: [https://www.unecese.org/fileadmin/DAM/hlm/projects/SMART\\_CITIES/ECE\\_HBP\\_2015\\_4.pdf](https://www.unecese.org/fileadmin/DAM/hlm/projects/SMART_CITIES/ECE_HBP_2015_4.pdf) (дата обращения: 14.08.2021).
3. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632 –р, утратившим силу в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 февраля 2019 г. № 195.
4. Smart cities. Preliminary Report 2014. ISO/IEC JTC 1 Information technology. – Режим доступа: [https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing\\_standards/docs/en/smart\\_cities\\_report-jtc1.pdf](https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing_standards/docs/en/smart_cities_report-jtc1.pdf) (дата обращения: 14.08.2021).
5. Есаулов. Г.В. «Умный» город в цифровой экономике // *Academia*. Архитектура и строительство, №4, 2017, с. 68–74.
6. Данилин А., Слюсаренко А. Архитектура и стратегия. «Инь» и «Янь» информационных технологий предприятия. – М.: Интернет Ун-т Информ. Технологий, 2005.
7. Setting the framework for an ICT architecture of a smart sustainable city. Focus Group Technical Specifications. – Режим доступа: [https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/website/web-fg-ssc-0345-r5-ssc\\_architecture.docx](https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Documents/website/web-fg-ssc-0345-r5-ssc_architecture.docx) (дата обращения: 14.08.2021).
8. Michinaga Kohno. Strategy of applying latest concept of “smart cities” in the metropolis (challenges and tasks for Moscow). – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=4aYXb3stdoA> (дата обращения: 14.08.2021).
9. Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities. – Режим доступа: <https://www.itu.int/en/publications/Documents/tsb/2017-U4SSC-Collection-Methodology/files/downloads/421318-CollectionMethodologyforKPIfoSSC-2017.pdf> (дата обращения: 14.08.2021).
10. Проект стратегии города Москвы «Умный город – 2030». – Режим доступа: [https://www.mos.ru/upload/alerts/files/3\\_Tekststrategii.pdf](https://www.mos.ru/upload/alerts/files/3_Tekststrategii.pdf) (дата обращения: 04.07.2019)
11. Данчул А.Н. Использование стандартов архитектурного описания для анализа концепции умного города // *Вестник Университета Правительства Москвы*. 2019, №4, с. 35–43.

12. Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город») (утверждены заместителем Министра строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 4 марта 2019 г.) – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/docs/18039/> (дата обращения: 14.08.2021).

13. Проект цифровизации городского хозяйства Умный город (презентация). – Режим доступа: [https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/323/Prezentatsiya-\\_Umnyi\\_gorod\\_.pdf](https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/323/Prezentatsiya-_Umnyi_gorod_.pdf).

УДК 338.363:658.3:65.011.5  
doi:10.18720/SPVPU/2/id21-50

*Зиндер Евгений Захарович,*  
Председатель правления Фонда «ФОСТАС»

## **РИСКИ ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ И ПОМЕЩЕНИЕ ЗНАНИЙ О НИХ В МОДЕЛЬ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Россия, Москва, НКО «Фонд поддержки системного проектирования,  
стандартизации и управления проектами»,  
[e@zinder.ru](mailto:e@zinder.ru)

**Аннотация.** Назначением статьи является показ необходимости и предложение способа включения в модель архитектуры предприятия (АП) знаний разных видов о цифровых трансформациях (ЦТ) предприятий, а также об угрозах и рисках ЦТ. Основной структуризации знаний служат модели АП, формируемые как многомерные схемы представления АП и её изменений в подходе 3D/nD-предприятие. Краткий обзор показывает способность подхода 3D/nD-предприятие включать в модели АП такие аспекты предприятия, как его ценности и знания, обогащая ими архитектуру. Такое обогащение используется, в том числе, для управления рисками. Приводятся примеры различных рисков ЦТ, включая стратегические. Выделен пример стратегического риска, возникающего при выборе предприятием методики разработки Стратегии ЦТ, недостаточно учитывающей отраслевую специфику этого предприятия. Пример относится к ситуациям предложения «обычной» для цифровой экономики методики предприятию так называемой цифровизованной экономики (термин UNCTAD), в частности, предприятию машиностроительной отрасли с производством изделий высокой сложности.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, архитектура предприятия, Знания предприятия, управление рисками, 3D-Предприятие, nD-Предприятие, архитектурная модель.

*Evgeny Z. Zinder,*  
Chairman of the Board, FOSTAS Foundation

## **RISKS OF DIGITAL TRANSFORMATIONS AND PLACING KNOWLEDGE OF THEM INTO ENTERPRISE ARCHITECTURE MODEL**

Russia, Moscow, NCO “Foundation for System Engineering, Standardization and Project Management Support”,  
ezinder@fostas.ru

**Abstract.** The purpose of the article is to show the need and method of including various types of knowledge about digital transformations (DT) of enterprises, as well as about the threats and risks of DT in the enterprise architecture (EA) model. The basis of knowledge structuring is EA models formed as multidimensional schemes of representation of the EA and its changes in the 3D/nD-enterprise approach. A brief overview shows ability of the 3D/nD-enterprise approach to include in EA models such aspects of the enterprise as its values and knowledge and enrich the architecture with them. Such enrichment is used, among other things, for risk management. Examples of various DT risks, including strategic ones, are given. An example of the strategic risk that arises when an enterprise chooses a methodology for developing a DT Strategy that does not sufficiently take into account the industry specifics of this enterprise is provided. The example relates to situations where a "normal" method for the digital economy is offered to an enterprise of the so-called digitalized economy (the UNCTAD term), in particular, to an enterprise of the machine-building industry with the manufacturing products of high complexity.

**Keywords:** Digital transformation, Enterprise architecture, Enterprise knowledge, Risk management, 3D-Enterprise, nD-Enterprise, Architectural model.

## **Введение**

Одним из важнейших типов сложной системы является предприятие (П) в понимании стандарта ISO 15704 [1]. Предприятие может иметь любой масштаб и миссию, быть коммерческой, военной или общественной структурой, либо органом публичной власти. В любом случае развитие П требует его изменений в условиях значительной сложности этого объекта, связанной как с высокой изменчивостью внешней среды, так и с устройством самого П. Одним из инструментов управления этой сложностью является «Архитектура предприятия» (АП) – комплексная дисциплина анализа и синтеза стратегий П ([2]. В этой дисциплине П рассматривается как динамичная социально-экономическая и человеко-машинная система с возможностями самостоятельного целеполагания. Эта дисциплина продолжает развиваться, интегрируя классические и новые методы управления развитием П и расширяя парадигму инжиниринга предприятий [3].

Последние годы параллельно с указанным расширением произошел взрывной рост предложений развивающихся ИТ, т. н. цифровых технологий автоматизации П. В большинстве случаев их внедрение рекомендуется сопровождать достаточно радикальным реинжинирингом предприятия в стиле «цифровая трансформация» (ЦТ). От крупномасштабных предприятий (объединений) с государственным участием требуется разработка стратегий их ЦТ и планируется ежеквартальный внешний контроль их выполнения с ожиданием больших положительных эффектов. При этом известно, что на практике ЦТ может принести лишь до-

полнительные осложнения и затраты [4]. Таким образом, в и без того высокорискованных проектах развития могут возникнуть дополнительные риски стратегического уровня, которыми надо управлять. Эти угрозы и риски могут сочетаться с описанными ранее рисками применения новых ИТ, что вместо помощи в развитии может приводить к упадку и банкротству П.

Вышеназванное делает остро необходимым дополнительное исследование стратегических угроз и рисков ЦТ, систематическое выделение в составе АП знаний об управлении стратегическими и иными рисками, органичное их включение в систему знаний АП и их активное использование в условиях динамичного возникновения изменений внутренней и внешней среды П.

В данной работе исследуется структуризация знаний о стратегических и иных рисках трансформаций П в условиях цифровизации. Основой структуризации знаний в первую очередь служат предложенные автором модели АП, предлагающие расширяемую многомерную схему представления возможностей и изменений АП – подход «nD-предприятие» (где n – число размерностей АП в подходе, описанном в [5]).

В данное исследование включены также результаты анализа аспектов архитектуры П, в начале развития АП не включавшихся в состав фреймвоков архитектуры в явной форме. В числе таких аспектов ценности предприятия, его знания, субъекты изменений П, угрозы и риски изменений АП. Особое внимание уделено новым категориям рисков, связанным с планированием ЦТ при игнорировании указанных выше аспектов, а также отраслевой специфики П, в первую очередь, специфики производственных предприятий реального сектора экономики.

Целью данной работы является определение в многомерных моделях АП позиций для включения знаний предприятия о рисках ЦТ. В частности, это относится к возникновению стратегических рисков, а также особых угроз и рисков, связанных с управлением корпорациями, имеющими многоэшелонные организационные структуры.

### **1. Контекст необходимости знаний о стратегических рисках**

Высокая сложность П продолжает расти с увеличением проникновения ИС и других средств автоматизации в управленческие и рабочие процессы, а также в изделия предприятия. Положительная обратная связь стала раскручивать спиральный рост сложности как архитектуры бизнеса П, так и устройства тех ИС, без которых большая часть предприятий не могла существовать уже в конце XX века. В ответ на этот вызов был сформулирован комплексный подход к управлению развитием компьютеризации предприятия [6], получивший название Архитектура



Предприятия (АП). Десятилетием позже АП начала применяться также к бизнес-моделям и к стратегическому планированию бизнес-архитектуры П как относительно независимого объекта [7]. В настоящее время АП – всеобъемлющий холистический подход к пониманию, проектированию и развитию не только предприятия и его стратегий, но и его экосистемы.

### **1.1. Знания и ценности как аспекты АП. Их связь с рисками ЦТ**

Изначально в работе [6] для АП уже было определено свойство быть средством накопления знаний о П, но конкретные меры этого накопления сводились к созданию репозитория диаграмм или таблиц, представляющих лишь ограниченные фрагменты знаний о П, преимущественно дескриптивных. С тех пор предлагалось много обобщенных схем АП, однако явному управлению рисками в составе знаний АП достаточное внимание, на взгляд автора, не уделяется и сегодня, возможно в предположении, что таким управлением является само применение АП.

Вместе с тем, состав знаний и методы АП продолжали изучаться на возможность включения в модели АП дополнительных аспектов П и оценки их влияния на его развитие. В [8, 9] были показаны возможности и методы моделирования ценностей заинтересованных лиц в формировании новой АП, в том числе, для анализа и минимизации риска конфликта ценностей на П и посредством нахождения вариантов сбалансированных ЦТ. В [3] архитектурная модель ИТ и ИТ-платформ для получения выгод от цифровизации, изначально предложенная в [10], была расширена, в том числе, за счет включения интеграционных механизмов и организации разделяемых знаний для П и его экосистемы. В работах [11, 12] были показаны различные возможности организации и ограничения конструктивного использования знаний предприятия в интересах акторов разных типов.

С учетом этих работ в [13] была показана возможность организации в рамках АП и подхода nD-предприятие дескриптивных и прескриптивных знаний предприятия для поддержки выполнения ЦТ и трансформаций других типов.

Предложенная в [13] структура знаний рассматривается как открытая. В неё были заложены описатели прескриптивных знаний как для выполнения трансформаций и контроля целостности АП, так и для других, заранее не фиксируемых потребностей. Однако, как показано далее, текущая ситуация с практикой планирования ЦТ показала необходимость явного расширения структуры знаний, необходимых для управления рисками ЦТ. В данной работе приводится детализация структуры знаний в АП с выделением этого расширения.

## 1.2. Угрозы, риски и меры управления ими в ЦТ

Помимо указанных выше аспектов АП изучались также общие угрозы и риски развития П, вызываемые использованием предприятиями комплексов новых технологий [14]. После выхода отчета Всемирного банка [10] потребовалось расширить представленные в нём категории угроз, связывая их с разными бизнес-моделями и методологиями ЦТ [8, 15]. Было отмечено, что всё чаще стали проявляться угрозы и расти уровни рисков, связанные с разрушением ценностей предприятий, их работников и клиентов, общества в целом.

Такие выводы с уверенностью можно относить к стратегическим рискам, где стратегии трактуются аналогично [16], с учётом их масштабов и комплексности. Стратегическими рисками при этом считаются риски, ведущие к однозначному недостижению поставленных в стратегии целей. Одним из выводов [15] стало признание необходимости использования открытых категорий рисков и непрерывного выполнения онлайн-мониторинга и контроля наступления рисков разных категорий. Там же были зафиксированы укрупнённые категории рисков, включая техногенные и социально-экономические риски «Цифровой экономики». Были также выделены многие частные категории технико-архитектурных и социально-экономических рисков, из которых в связи с целью данной работы и первоочередным вниманием к стратегиям производственных предприятий назовем следующие:

- снижение уровня качества продукции (в частности, из-за сильного сокращения времени вывода продуктов и их модификаций на рынок, недостаточного тестирования и т. п.);
- снижение ответственности подсистем предприятия и предприятия в целом (в частности, из-за размывания или исчезновения в сетевых структурах предприятий центров ответственности за ошибку и ущерб);
- практическая невозможность получать в приемлемое время обоснования рекомендаций или решений машинных систем (в частности, интеллектуальных агентов);
- потеря самостоятельности мышления и поведения субъектов П в рабочей среде (в т. ч. из-за избыточного передоверия машине выполнения операций при недостаточном их контроле и страховке);
- потери ощущения реальности в рабочей среде (из-за развития промышленной геймификации как средства интенсификации труда, из-за влияния других форм виртуальных и совмещенных сред).

## **2. Стратегические риски и включение знаний о рисках в АП**

В [16] управление стратегическими рисками опиралось на анализ любых отклонений от стратегических целей и стратегии как плана. При этом одной из распространенных угроз и причин риска были определены попытки подмены актуальной стратегии инициативами, вызванными влияниями моды («хайпа»), вкусовых пристрастий, и т. п.

В данном разделе на реальном примере показана частная, но важная категория стратегических угроз и рисков, характерная для корпораций с многоэтапной организационной структурой. Затем показано, как знания о работе с угрозами и рисками категории структурируются и вписываются в расширяемую структуру знаний о трансформациях АП.

### **2.1. Пример актуального стратегического риска**

В настоящее время среди государственных корпораций и компаний с государственным участием распространяются Методические рекомендации [17], разработанные в 2020 году (далее – Методика-2020) в рамках мероприятий федерального проекта «Цифровые технологии». Рекомендации Методики-2020 определяют структуру и содержание Стратегии ЦТ, которую предлагается разработать указанным выше компаниям, порядок мониторинга ее реализации, форму отчетности госкомпании для представления в Минцифры России.

Методика-2020 сообщает, что её положения носят рекомендательный характер, но в том случае, если иное не указано прямыми директивами в рамках отдельных поручений Правительства Российской Федерации. Вместе с обязательной квартальной отчетностью по выполнению Стратегии Методика-2020 для многих П становится не просто обязательной, но и потенциально весьма затратной для реализации.

Нужно сказать, что Методика-2020 сама по себе не содержит очевидно неверных положений. Она включает множество абстрактно полезных рекомендаций и указание на то, что обязательными в её структуре являются лишь названия разделов и подразделов, а содержание подразделов носит рекомендательный характер, что в принципе позволяет адаптировать её к специфике разных предприятий. Однако большой объем рекомендаций и большая детализация многих рекомендаций делают глубокую адаптацию Методики-2020 к специфике конкретной госкомпании весьма и весьма трудоемкой, что может подталкивать к простому копированию большей части рекомендаций.

Существенно, что при этом рекомендации Методики-2020 по своему содержанию представляют собой типичный свод популярных в

СМИ и учебной литературе правил и установок, рекомендуемых абстрактному П «цифровой экономики». Именно в этом автор усматривает угрозу для многих госкомпаний. Эта угроза возникает из-за того, что большая, если не основная часть крупных госкорпораций относится не к «чистой» цифровой экономике, а, по схеме, предложенной в [18], к т.н. «цифровизованной» экономике. К ней, в частности, относятся предприятия реального сектора экономики, выпускающие продукцию в виде материальных объектов. Эти предприятия продолжают использовать относительно традиционные материальные входные потоки, производя на выходе материальные изделия, или оказывают услуги, связанные с материальными изделиями, во многих случаях весьма сложными по конструкции и технологии изготовления.

С учетом этого эффективные ЦТ на П цифровизованной экономики значительно отличаются тем, что основой повышения их эффективности является не столько ИТ, сколько конструкция и технология выпуска изделий. Так, в машиностроении действительно существенные эффекты развития возникают в первую очередь благодаря переходу к новому классу технологического оборудования (часто начиная с новой измерительной аппаратуры), к связанной с этим новым классом новой технологией выпуска изделий, к новым материалам, а также к использующим эти возможности новым конструкциям изделий.

Недостаточное внимание к этой особенности приводит к тому, что выполнение ЦТ на предприятиях с устаревшим основным оборудованием даёт либо минимальный эффект, либо даже высокие стратегические риски, так как вносимые трансформацией информационные потоки и процедуры как бы «цементируют» старые базовые технологии. Возникает стратегический риск потери многих лет и большого объема средств, что лишь помешает предприятию развиваться в действительно профильном для себя направлении. Затраты на такие ЦТ могут не окупиться, что породит риск финансовых потерь вплоть до банкротства П.

Анализ описанных угрозы и риска показывает, что они во многом схожи с описанной в [16] попыткой подмены стратегии мероприятиями, к которым толкает реклама или личные вкусовые пристрастия, однако во многом они и отличны. В частности, угрозы могут порождаться субъектами, находящимися на руководящих позициях как внутри П, так и вне него. Поэтому возникновение и реализация подобные угрозы сильно зависят от роли многих личностей в истории жизни таких предприятий.

С учетом сказанного, далее в составе общих и частных знаний в АП будут выделены позиции объектов прескриптивных и дескриптивных знаний об угрозах, а также о вариантах управления рисками.

## 2.2. Схема включения компонент знаний о трансформациях и рисках в модель nD-предприятие

Определение компонент знаний АП проводится с использованием ряда рабочих и модельных конструкций архитектуры. К ним относятся рабочая часть АП, метакогнитивные знания АП, контрольное по времени состояние  $EAM(t(n))$  модели АП, поток трансформации и элементарный поток трансформации АП, а также многопоточность трансформаций. Эти конструкции введены в [13] и здесь не описываются, так как основной целью данной работы является отражение в моделях АП знаний предприятия, включающих знания разного типа об угрозах и рисках.

Предполагается, что вводимые здесь категории знания могут использоваться для управления рисками трансформаций, в том числе, для управления стратегическими рисками ЦТ в случае многоэшелонных корпораций.

В предложенном подходе состояние модели АП в момент времени  $t_{(n)}$  рассматривается как интегрированная или составная модель  $EAM(t(n)) = \{sem_{i,j,t} \mid i=1\dots I, j=1\dots J, t=t(n)\}$ . Здесь  $sem_{i,j,t}$  – это аналог примитивной модели или ячейки в [6] (пересечение строки и столбца) или пересечение фазы жизненного цикла и аспекта на оси Vies в GERAM. Основными отличиями аналога ячейки в модели nD являются возможность гибко определять набор таких ячеек и назначать моменты времени  $t_{(n)}$ .

Компоненты знаний АП с целями их применения в динамичном управлении АП связываются с моделями-ячейками  $sem_{i,j,t}$ , с процедурами преобразования модели-ячейки из одного состояния в другое, с процедурами выполнения контроля целостности всей модели АП или выделенной из неё рабочей части АП (РЧАП), а также с процедурами решения конкретных задач трансформации предприятия. В соответствии с этим из всех видов знаний АП здесь, учитывая уточненную категоризацию Блума [19], а также способы применения знаний, в качестве основных выделяются следующие их категории.

Конкретные знания для конкретной модели-ячейки  $sem_{i,j,t(n)}$  :

- модель  $sem_{i,j,t(n)}$  фактологического знания – дескрипция представления фрагмента состояния АП и РЧАП, отражаемого этой моделью-ячейкой;
- модель  $sem_{i,j,t(n)}$  процедурного знания – прескриптивная модель трансформации содержимого ячейки  $sem_{i,j,t(n)}$  в следующее контрольное по времени состояние  $EAM(t(n+1))$ ;
- модель  $sem_{i,j,t(n)}$  процедурного знания – прескриптивная модель контроля корректности связей  $sem_{i,j,t(n)}$  со смежными моделями-ячейками в рамках точки зрения  $j$ , аспекта  $i$ , потока времени, в котором выполняется конкретная трансформация;

- модель  $\text{semd-}R_{i,j,t(n)}$  фактологического знания – дескрипция конкретного набора угроз и рисков для трансформации содержимого ячейки  $\text{sem}_{i,j,t(n)}$  в следующее контрольное по времени состояние  $\text{EAM}(t(n+1))$ ;
- модель  $\text{semp-}R_{i,j,t(n)}$  процедурного знания – прескриптивная модель управления конкретными рисками для трансформации содержимого ячейки  $\text{sem}_{i,j,t(n)}$  в следующее контрольное по времени состояние  $\text{EAM}(t(n+1))$ .

Концептуальные (обобщенные по GERAM) знания, связанные со всей цепочкой трансформируемых ячеек  $\text{sem}_{i,j,t}$  для заданных  $i, j$  и любого момента  $t$  (для показа этого вводится условный момент времени  $t(0)$ ):

- обобщенная для  $\forall t(n)$  модель-дескрипция  $\text{semd}_{i,j,t(0)}$  для представления допустимых состояний АП и РЧАП, отражаемых в модели  $\text{sem}_{i,j,t}$  в её динамике (например, общая методика выбора и описания схемы размещения данных в корпоративной сети предприятия);
- обобщенная для  $\forall t(n)$  прескриптивная модель  $\text{semp-}T_{i,j,t(0)}$  для представления правил возможных трансформаций  $\text{sem}_{i,j,t}$  из состояния  $t(n)$  в следующие по времени состояния;
- обобщенная для  $\forall t(n)$  прескриптивная модель  $\text{semp-}C_{i,j,t(0)}$  контроля корректности связей  $\text{sem}_{i,j,t}$  со смежными моделями-ячейками в рамках выделенных точки зрения  $j$ , аспекта  $i$ , и потока времени рассматриваемой трансформации (например, набор унифицированных процедур вычисления истинности соблюдения правил связности элементов в моделях-ячейках и между ними);
- обобщенные для  $\forall t(n)$  дескриптивные модели  $\text{semd-}R_{i,j,t(0)}$  для решения задач управления рисками трансформаций предприятия;
- обобщенные для  $\forall t(n)$  прескриптивные модели  $\text{semp-}R_{i,j,t(0)}$  для решения задач управления рисками трансформаций предприятия (этот и предыдущий виды знаний вычленены из ранее введенного абстрактного вида знаний для возможных расширений, см. ниже);
- аналогично, обобщенные для  $\forall t(n)$  дескриптивные модели  $\text{semd-}E_{i,j,t(0)}$  для решения других возможных динамических задач управления развитием предприятия (этот и следующий объекты знаний вводятся для возможного расширения видов знаний по их назначению);
- аналогично, обобщенные для  $\forall t(n)$  прескриптивные модели  $\text{semp-}E_{i,j,t(0)}$  для решения других возможных динамических задач управления развитием предприятия (например, в стиле управления динамическими компетенциями АП [20]).

Сходным образом в состав знаний, включаемых в АП, могут быть добавлены и другие категории знаний. Так, метакогнитивные знания используются для расширения состава знаний АП, в частности, для получения модели знаний  $sempr-R_{i,j,t(n+1)}$  как конкретного процедурного знания управления конкретными рисками трансформации в следующее контрольное состояние модели архитектуры  $EAM(t(n+1))$ .

### **Заключение**

В составе знаний дисциплины Архитектура Предприятия (АП) управлению рисками трансформаций предприятия достаточное внимание, на взгляд автора, не уделяется. С распространением так называемых цифровых трансформаций ситуация усугубилась. В качестве одной из коллизий, чреватой высокими стратегическими рисками, рассматривается направление широкого, а для определенного класса предприятий и обязательного использования методических рекомендаций [17]. Эта и некоторые отмечавшиеся ранее коллизии стали стимулом для выполнения работ, в которых угрозы и риски трансформаций рассматриваются с различных сторон.

В данной работе предложено развитие ранее предложенных [13] структур дескриптивных (фактологических) и прескриптивных (процедурных) знаний АП о трансформациях предприятий, которое позволяет в явном виде размещать и адресовать объекты знаний в составе архитектурных моделей предприятия.

Помимо рассмотрения структур знаний указанных типов, специфика ЦТ побуждает также говорить о рисках, связанных с человеческим фактором. В связи с этим целесообразно расширять анализ методов архитектуры предприятия и рассматривать задачу отражения и поддержки роли личности в трансформациях П.

### **Список литературы**

1. ISO 15704:2019(en) Enterprise modelling and architecture — Requirements for enterprise-referencing architectures and methodologies (2019).
2. Taxonomy Work Group of The Federation of Enterprise Architecture Professional Organizations (FEAPO). URL: <https://feapo.org/wp-content/uploads/2018/10/Taxonomy-The-Federation-of-Enterprise-Architecture-Definitions-copy-copy.pdf> . Актуальное обращение 14 августа 2021 г.
3. Zinder E.Z. Expanding Enterprise Engineering Paradigm. Business Informatics, 2016, № 4(38). Pp. 7–18 (2017).
4. Davenport T., Westerman G. Why So Many High-Profile Digital Transformations Fail. / HBR, March 09, 2018. URL: <https://hbr.org/2018/03/why-so-many-high-profile-digital-transformations-fail> . Актуальное обращение 14 августа 2021 г.
5. Зиндер Е.З. «3D-предприятие» — модель трансформирующейся системы. / Директор ИС. 2000. № 4 (2000).

6. Sowa J., Zachman J. Extending and Formalizing the Framework for Information Systems Architecture. / IBM Systems Journal, 31/3, pp.590-616 (1992).
7. Зиндер Е. Архитектура предприятия в контексте бизнес-реинжиниринга. / Intelligent Enterprise, №7(183) (2008).
8. Zinder E. Values based risks management in the times of digital economy. / Научно-техническа конференция "Наука, техника, сигурност" (Пловдив, 22-23.11.2017). Пловдив: издателство на регионалния научно-технически съюз по отбранителна индустрия и сигурност (2017).
9. Zinder E.Z. Values-directed enterprise engineering. / Business Informatics 3 (45), pp. 7–19 (2018).
10. Digital Dividends. World development report./ International Bank for Reconstruction and Development, Washington (2016).
11. Zinder E.Z., Yunatova I.G. Digital economy and knowledge barriers: Their origin and dealing with them. / In: D.A. Alexandrov et al. (eds.) DTGS 2017, CCIS, vol. 745, pp. 445–463 pp. Springer, Cam (2017).
12. Zinder E. Data, Information, and Knowledge: Concepts in Standards, Changes and Conjoint Applications. / Selected Papers of the XXII Int. Conf. "Enterprise Engineering and Knowledge Management (EEKM 2019) April 25-26, 2019, Moscow.// Published on CEUR-WS.org, Vol-2413, pp. 198-209 (2019).
13. Zinder E. Formation and Application of Transformation Knowledge within Dynamic Enterprise Architecture./Selected Papers of the XXIII Int. Conf. "Enterprise Engineering and Knowledge Management (EEKM 2020) December. 8-9, 2020. Moscow. Published on CEUR-WS.org, // Vol-2919, paper9.pdf (2020).
14. Зиндер Е.З. Новое в архитектуре предприятий и их ИТ-систем: возможности и риски. // Сб. трудов 7-й Межд.конф. «Современные технологии управления предприятием и возможности использования ИС», 30–31 марта 2012 г., г. Одесса, Украина. Одесса: ОНУ, 2012. Стр. 148–152 (2012).
15. Зиндер Е.З. Стратегические «цифровые» риски предприятий и общества. Движение к непрерывному риск-менеджменту. / Сб. научных трудов XXI Российской науч. конф. «Инжиниринг предприятия и управление знаниями» (ИП&УЗ–2018). // Москва, 26–28 апреля 2018 г. М.: РЭУ, 2018. Т. 1. С. 276–281 (2018).
16. Зиндер Е.З. Управление балансом стратегического и тактического в реализации цифровых предприятий и электронных правительств. / Информационное общество, 2017, № 2. Стр. 9–22 (2017).
17. Методические рекомендации по цифровой трансформации государственных корпораций и компаний с государственным участием. / Минцифры России, Москва (2020).
18. United Nations Conference on Trade And Development (UNCTAD). Information economy report. (2017).
19. Anderson L.W., Krathwohl D.R.: A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives./ New York: Addison Wesley Longman (2001).
20. Wetering R. Dynamic enterprise architecture capabilities: conceptualization and validation./ In: Proceedings of the 22nd International Conference on Business Information Systems. Seville, 12 p. (2019).



**Волкова Виолетта Николаевна<sup>1</sup>**,  
профессор, д-р экон. наук, профессор;  
**Леонова Алла Евгеньевна<sup>2</sup>**,  
Начальник управления стратегического анализа  
и информационных взаимодействий;  
**Логинова Александра Викторовна<sup>3</sup>**,  
доцент, канд. экон. наук

## «ГЕН» Ф.Е. ТЕМНИКОВА И «ВЫРАЩИВАНИЕ» СИСТЕМЫ

<sup>1,3</sup> Россия, Санкт-Петербург,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
<sup>1</sup> violetta\_volkova@list.ru,  
<sup>3</sup> alexandra-lo@yandex.ru.  
<sup>2</sup> Россия. Москва, АО «НИЦЭВТ»,  
alla.leonova.nicevt.ru

**Аннотация.** Статья посвящена 115-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Федора Евгеньевича Темникова – создателя первой в СССР кафедры Системотехники и научной школы теории систем. Рассматривается одна из идей Ф.Е. Темникова, значимая для развития современной теории систем и ее применение при создании концепции постепенной формализации моделей принятия решений.

**Ключевые слова:** «выращивание» системы, «ген» системы, постепенная формализация, системный анализ, системотехника, теория систем.

**Violetta N. Volkova<sup>1</sup>**,  
Professor, Doctor of Economics, Professor;  
**Alla E. Leonova<sup>2</sup>**,  
Chief of Department Strategic Analysis  
and Information interactions;  
**Aleksandra V. Loginova<sup>3</sup>**,  
Ass. Professor, Candidate of Economic Sciences

## "GEN" F.Ye. TEMNIKOV AND "GROWING" SYSTEM

Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
violetta\_volkova@list.ru,  
<sup>3</sup> alexandra-lo@yandex.ru.  
<sup>2</sup> Russia, Moscow, AO «NICEVT»,  
alla.leonova.nicevt.ru

**Abstract.** The article is dedicated to the 115th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor Fyodor Evgenievich Temnikov - the creator of the USSR's

first Department of Systems Engineering and the scientific school of systems theory. One of the ideas of F.E. Temnikova, significant for the development of modern systems theory, and its application in creating the concept of gradual formalization of decision-making models..

This is presentation a one of the ideas of F.E. Temnikov, which being significant for the development of modern systems theory, and it application for creating the concept of gradual formalization of decision-making models.

**Keywords:** "growing" system, "gene" of system, gradual formalization, systems analysis, systems engineering, systems theory.

*Посвящается 115-летию создателя  
первой в СССР школы теории систем  
Федора Евгеньевича Темникова*

## Введение



В 1961 году при переводе и издании в СССР книги *H. Goode, R. Machol System Engineering* (McGraw-Hill, 1957) [1] в редакции издательства «Советское радио» не понравился буквальный перевод «системная инженерия» или «инженерия систем», и был принят термин «системотехника». Автором термина был доктор технических наук, профессор Московского энергетического института **Федор Евгеньевич Темников** (3(17).09.1906 – 4.10.1993).

В 1969 г. в Московском энергетическом институте (МЭИ) по инициативе Ф.Е. Темникова была создана первая в СССР кафедра системотехники, на основе которой стала развиваться первая в СССР школа теории систем [2].

Предложив термин *системотехника*, Ф.Е. Темников публиковал свои работы под названием «Высшие системы» или «Высокоорганизованные системы» [3, 4] и пользовался терминами «теория систем» и «общая теория систем» [5–7].

Параллельно с теоретическими исследованиями Ф.Е. Темников вел большую работу по практическому использованию и координации системных исследований при разработке АСУ на базе ПЛ АИС ВШ, при которой был семинар по проблемам создания АСУ ВШ. В развитие этого семинара в 1973 году при ВНТОРЭС им. А.С. Попова в Москве был создан семинар «Теория систем» (ученым секретарем, а в последующем руководителем которого стала его ученица, одна из авторов статьи). С 1981 г. семинар с измененным названием, приближенным к практике, «Системный анализ и его применение», проводится в Ленинградском Доме ученых им. М. Горького (в н. в. – Дом ученых РАН в Санкт-Петербурге) и сыграл немаловажную роль в инициировании проведения конференции «Системный анализ в проектировании и управлении».

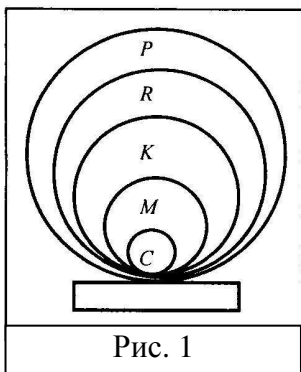
Одной из первоочередных задач развития теории систем Ф.Е. Темников считал упорядочение методов моделирования и предложил классификацию методов моделирования систем [8, 9], в которой выделил обобщенные классы методов математики, включая новые ее разделы – математическую логику и математическую лингвистику, определив их принципиальные особенности и связав с классами систем.

Ф.Е. Темниковым было предложено разделение систем *по степени организованности*: хорошо организованные, плохо организованные или диффузные и самоорганизующиеся [10]. В этой классификации выделенные классы можно рассматривать как подходы к отображению объекта или решаемой задачи, помогающие выбирать класс систем и методы моделирования.

Федор Евгеньевич предложил много интересных идей [11]. Видел путь развития междисциплинарных направлений следующим образом «*Информатика — Систематика — Интеллетика*» [12]. Перспективным развитием считал синхронные поля общения [13].

Важную роль в развитии теории систем Ф.Е. Темников отводил *информатике*, определив ее в 1963 г. как науку об *информационных элементах, информационных процессах и информационных системах* [14] и введя набор функций информационной системы, названный в последующем «*геном Темникова*».

### 1. «Ген» Ф.Е. Темникова и идея «выращивания» системы



В 1970 г. Ф.Е. Темников предложил состав основных функций любой системы: *C* – связь (communication), сбор, регистрация, передача информации, перемещение ее в пространстве *G*; *M* – память (memory), хранение информации, перенос ее во времени *t*; *K* – расчет (от «калькулятор», «компьютер»), обработка, получение новой информации *J*, *R* – рассудок (reason), разум; *P* – политика (рис. 1).

Изображение в форме окружностей Ф.Е. Темников назвал «контурами», которые должны формироваться в сложной системе.

Этот набор функций, как утверждал Ф.Е. Темников, – отличительная особенность любой сложной живой системы, необходимая и достаточная для ее реализации.

Для относительно простой технической системы, в которой происходит движение информации в какой-либо форме, достаточно только переноса информации в пространстве (рис. 2,а), т. е. функции *C*, после применения которой система попадает в точку  $A = f(G)$  (например, системы передачи информации, телефонной связи и т. п.).

Более сложными являются технические системы с *памятью*, в которых, наряду с передачей информации предусматриваются блоки ее *задержки* во времени, хранения, т. е. выполняются функции *C* и *M*. В результате (рис. 2,б) система попадает в точку  $B = f(G, t)$ .

Для того чтобы систему можно было назвать *информационной*, в ней должна осуществляться еще и обработка информации, т.е. выполняться три функции – *C*, *M* и *K* (рис. 2,в), после применения которых система попадает в точку  $D = f(G, t, J)$ .

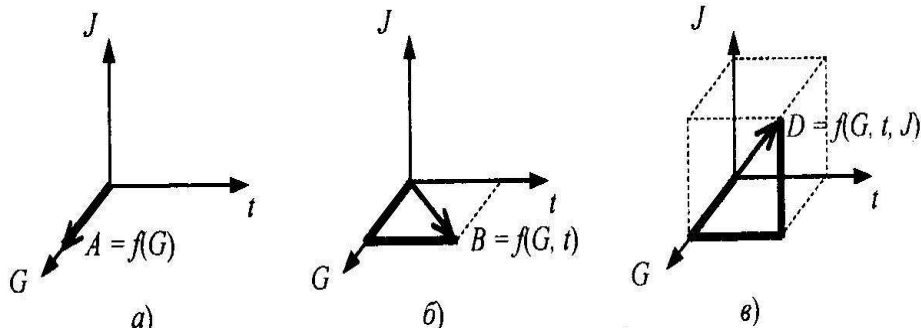


Рис. 2

В живых системах недостаточно способности к обработке информации типа расчетов, появляется еще и рассудок, разум *R*. А в более сложно организованных социальных системах – еще и функция политики *P*. Для простой *информационной* системы достаточно первых трех контуров.

При пояснении полезности предлагаемого набора функций Ф.Е. Темников предложил эксперимент с помещением разработчика в комнату с практически нулевой начальной информацией, т. е. в ситуацию с большой начальной неопределенностью, и постепенным ее накоплением для развития системы.

Пусть Вас поместят в изолированную комнату, и дадут Вам средства *связи* (телефон, телетайп), *памяти* (хотя бы средства для организации картотеки хранения информации) и *расчета*, т. е. какие-то средства обработки информации, хотя бы простейшие вычислительные устройства (в то время не было персональных компьютеров, которые могли бы одновременно обеспечить функции *M* и *K*, а тем более сети Internet, которая обеспечивает все три функции *C*, *M*, *K*).

Первый же звонок по телефону: «В какой группе учится студент Иванов?» – позволяет понять, что в системе есть «студенты», «группы», и нужно начинать создавать картотеку студентов, пользуясь опять-таки средством связи с другими помещениями той среды, в которую Вас поместили. Следующие вопросы из внешней и внутренней среды о преподавателях, научных исследованиях, о неисправностях какого-либо оборудования и т. п. заставят создавать все новые картотеки, упорядочивать их и т. д.

Так и будет постепенно развиваться, «выращиваться» информационная система.

Таким образом, вместо того, чтобы обследовать существующую сложную систему управления, «перечислять» все ее элементы, с чего

обычно начинались все разработки автоматизированных информационных систем, Ф.Е. Темников предлагал подход постепенного накопления информации о системе на основе набора функций, необходимого для системы данного класса.

В последующем этот набор контуров-функций (которые можно детализировать) стали называть «геном» Темникова.

«Ген» Темникова не сразу был понят. Особенно включение контура *политики*. Важность этой функции была осознана только в 1990-е гг., когда этот контур начала активно проявляться в нашем обществе.

Под влиянием рассмотренной идеи был разработан подход, основанный на *постепенной формализации моделей принятия решений*, развитие которого также имеет свою историю.

### **3. Концепция постепенной формализации моделей принятия решения**

В развитии идеи Ф.Е. Темникова о «гене» информационной системы и на основе осмысления роли гуманитарного и формального знания в 1970 г. в работах его аспирантки (одного из авторов данной работы) [15, 16] была предложена концепция *постепенной формализации модели принятия решения на основе переключения гуманитарного знания и формальных методов*.

Формальные методы не позволяют выявить содержание исследуемых процессов. Поэтому нужны методы, которые помогают активизировать интуицию и опыт специалистов (т. е. гуманитарное мышление) для выявления содержания, а затем отобразить понятые принципы взаимодействия компонентов, полученные эмпирически, с помощью формальных методов, что можно сделать с помощью подсказок.

Для проверки этой идеи в 1972 году был проведен «эксперимент» с одним из авторов данной работы, в то время пятиклассницей [14].

Аленка нашла в разделе головоломок одного из популярных журналов задачу, которую невозможно было решить известными ей методами математики. Формулировалась задача следующим образом.

*Известно: в столовую вошла группа посетителей, которые вначале сели за несколько столов по 6 и по 7 человек;  
а затем разместились поровну, по 11 человек, заняв z столов.*

*Требовалось определить: сколько посетителей вошло в столовую, если их было больше 100 и меньше 150.*

Формально ситуация, предлагаемая в головоломке, описывается уравнением

$$6x + 7y = 11z \quad (1)$$

и ограничением

$$100 < 11z < 150$$

В уравнении (1) число неизвестных (три) больше, чем число уравнений. Следовательно, к нему не применимы обычные методы решения алгебраических уравнений.

Искусственных приемов пятиклассница не могла знать. Остается – перебор или случайный подбор, на который и рассчитана головоломка.

Чтобы ускорить такой перебор, его можно направить с помощью подсказок, обеспечивающих постепенную помощь в получении результата, что и было экспериментально проверено на этом примере.

*Подсказка 1.* «Попытайся применить *то, что знаешь*. Таблицу умножения, например».

Снять ограничение «10», обычно задаваемое формой таблицы умножения, помогло то, что в правой части уравнения (1)  $z$  сразу умножается на 11.

Под членами уравнения быстро стали появляться столбцы произведений:

<b>6x</b>	+	<b>7y</b>	=	<b>11z</b>
$6 \times 1 = 6$		$7 \times 1 = 7$		$11 \times 1 = 11$
$6 \times 2 = 12$		$7 \times 2 = 14$		$11 \times 2 = 22$
$6 \times 3 = 18$		$7 \times 3 = 21$		$11 \times 3 = 33$
$6 \times 4 = 24$		$7 \times 4 = 28$		$11 \times 4 = 44$
...		...		...

Подождав немного (примерно до умножения на 15), можно рекомендовать применить следующую подсказку:

*Подсказка 2:* «не увлекайся перечислением элементов».

В данном случае, приняв за элементы «6x», «7y», «11z», нужно решить, что можно сделать с полученными столбцами произведений дальше:

*Подсказка 3:* «возвратись к формулировке задачи»,

в соответствии с которой нужно организовать перебор сумм столбцов «6x», «7y» и сравнение их с произведениями «11z».

Однако перебор при этом (в приводимом примере – это число размещений с повторениями) в случае 15 произведений составит  $15^3 = 3375$  (!).

Еще одна подсказка для ограничения перебора содержится в *условии задачи*, в ограничении  $100 < 11z < 150$ . Следовательно, нужно рассматривать только этот диапазон сумм.

Если вырезать из столбцов произведений диапазон столбцов, соответствующий ограничениям третьего столбца, то можно довольно быстро найти решение:  $x = 11$ ,  $y = 11$ ,  $z = 13$ .

Но, возможно, есть еще решения? Чтобы проверить, нужно вновь несколько *расширить область допустимых решений*, и снова может возникнуть проблемам перебора.

И тут Аленка уже сама предложила прием, которым часто пользовалась в школе: *не вычислять полностью суммы, а проверять вначале суммы последних цифр слагаемых на совпадение с последней цифрой составляющих правой части уравнения*.

После этого в считанные минуты она получила три решения:

$$1) x = 8, y = 12, z = 12; \quad 2) x = 9, y = 8, z = 10; \quad 3) x = 11, y = 11, z = 13.$$

В ответе к головоломке был только третий вариант решения, который можно получить, применив специальный прием:

*уравнение с тремя неизвестными типа  $tx + ny = kz$  решается для любых  $x, y$  и  $z$  в случае, если сумма коэффициентов при переменных слагаемых равна коэффициенту при  $z$ , т. е.  $t + n = k$ .*

Тогда, приняв  $z$  равным сумме коэффициентов при  $x$  и  $y$  (т.е.  $z=m+n=13$ ) и поменяв местами  $k$  и  $z$ , получим уравнение, справедливое при значениях  $x = y = k$ , т.е. в данном случае 11 (что соответствует 3-му варианту решения).

Можно получить больше решений, если суммировать слагаемые, которые ближе к началу и нижнему пределу, еще больше расширить область допустимых решений. При этом возрастает перебор вариантов. Область допустимых решений следует увеличивать постепенно, пока не будет получено последнее возможное решение. Для ускорения нахождения вариантов решения можно разработать автоматизированную процедуру, которую в настоящее время может написать практически каждый школьник.

Приведенный пример демонстрирует полезность привлечения *неформального*, интуитивного мышления при решении задач, которые не могут быть сразу решены *формальными*, математическими методами, полезность переключения этих видов, что и положено в основу метода *постепенной формализации процесса решения задачи*, т.е. в основу *искусства формализации*, как Ф.Е. Темников тогда назвал этот подход.

На основе этого примера и ряда других был разработан обобщенный подход к постепенной формализации моделей принятия решений, излагаемый в следующей главе.

Была получена модель переключения методов при разработке автоматизированных информационных систем (рис. 3) (см. подробнее в [14, 15]).

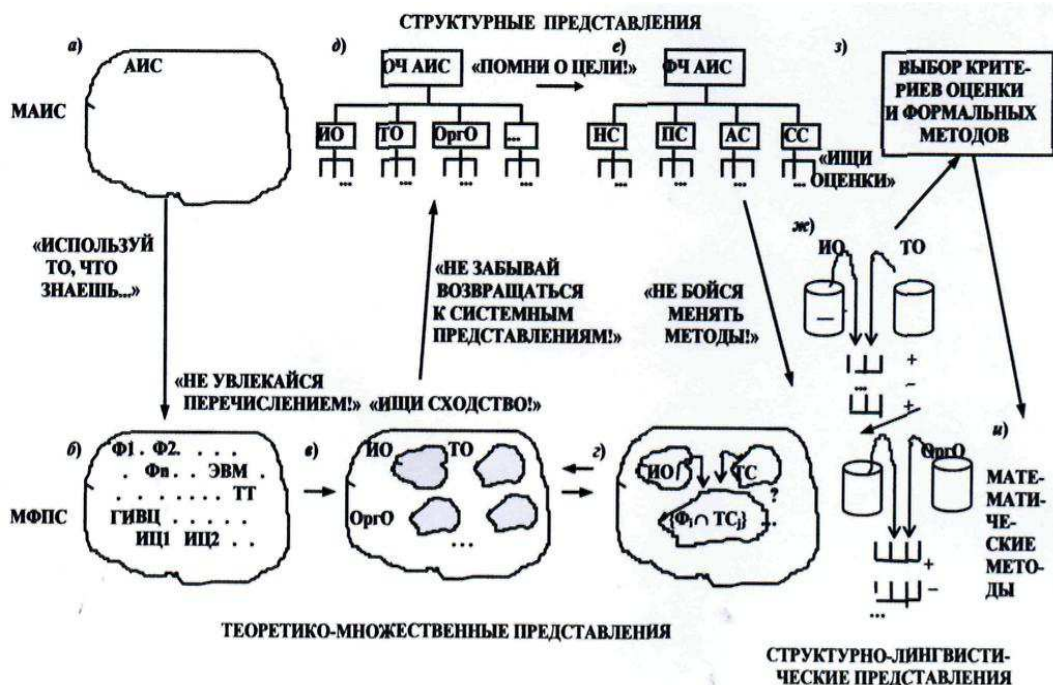


Рис. 3

На рисунке приняты следующие обозначения ОЧ АИС – обеспечивающая часть автоматизированной информационной системы; ИО, ТО, ОргО – информационное, техническое, организационное обеспечение; НС – надсистема, ПС – подведомствен-

ные системы, АС – актуальная среда, СС – собственно система; ГИВЦ, ИЦ1, ИЦ2, ... , А1, А2, ... – пункты сбора и обработки информации; Ф1, Ф2, ... , – формы сбора и представления информации (документы, массивы); ЭВМ, ТТ (телетайп), Т (телефон), ... и т. д.

В последующем была разработана классификация методов моделирования систем, в которой стали методы активизации интуиции и опыта специалистов (МАИС) и методы формализованного представления систем (МФПС), представив их для удобства переключения так, как показано на рис. 4, на котором приведены примеры переключения методов для разных задач.

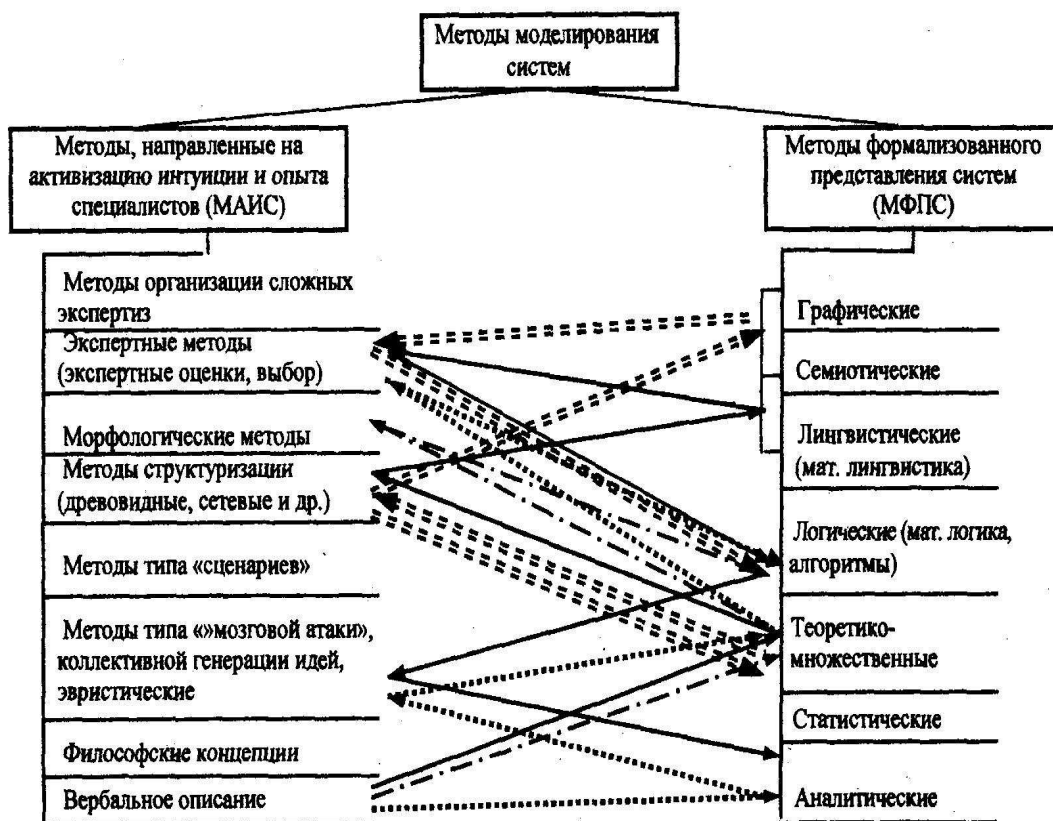


Рис. 4

Таким образом, процесс постепенной формализации модели принятия решения представляет собой своего рода методику системного анализа, которая сочетает относительно малоформальные методы, удобные для человека (МАИС), и формальные представления (МФПС), позволяющие привлекать достижения математических теорий и применять ЭВМ.

Перевод модели на более формальные языки позволяет проводить анализ модели с меньшим вмешательством человека, автоматизировать этот процесс, но за это мы платим потерей гибкости модели и введением ряда ограничений, не всегда представляя их в формализованном виде. Поэтому жесткую структуру методики формирования моделей принятия



решения при применении подхода, основанного на постепенной формализации модели, можно разработать только для конкретных задач.

В общем случае следует применять принцип переключения методов из групп МАИС и МФПС с учетом конкретных особенностей и условий решения задачи, и в качестве некоторых общих рекомендаций можно использовать лишь рекомендации, которые получены в практике разработки таких методик [16, 17], т. е. приемы типа *«используй то, что знаешь»*, *«не увлекайся перечислением»*, *«не забывай возвращаться к формулировке задачи»*, *«применяй системные представления»*, *«помни о цели»*, *«не бойся менять элементы, структуру»*, *«при возникновении затруднений меняй методы»*, *«учитывай проблему Гёделя»* и т. п., применение которых может помочь в более сжатые сроки организовать процесс постепенной формализации модели.

Принципиальной особенностью моделей постепенной формализации является то, что она ориентирована на развитие представлений исследователя об объекте или процессе принятия решения, на постепенное «выращивание» решения задачи. Поэтому предусматривается не одноразовый выбор методов моделирования, а смена методов по мере развития у лиц, принимающих решения, представлений об объекте и проблемной ситуации в направлении все большей формализации модели принятия решений.

При «выращивании» модели можно накапливать информацию об объекте, фиксируя все новые компоненты, связи, правила взаимодействия компонент, и, используя их, получать отображения последовательных состояний развивающейся системы, постепенно создавая все более адекватную модель реального, изучаемого или создаваемого объекта. При этом информация может поступать от различных специалистов и накапливаться во времени по мере ее возникновения в процессе развития объекта и наших представлений о нем. При постановке задачи для принципиально нового объекта или процесса постепенная формализация позволяет обосновать принципы разработки языка автоматизации моделирования и обобщенную формальную модель с пошаговым доказательством ее адекватности на каждом витке интерактивного моделирования.

### **Заключение**

Концепция постепенной формализации и «выращивания» системы (или модели принятия решений) применялся при моделировании процессов прохождения информации в системах управления, при обосновании структуры обеспечивающей части автоматизированной информационной системы [16, 17], на примере анализа организационно-технологических процедур подготовки и реализации управленческих решений [15], на примере разработки алгоритма выбора инноваций [18]. Исследуется возможность его применения при развитии информационно-управляющего комплекса предприятия [19].

### **Список литературы**

1. Гуд, Г.Х., Макол, Р.З. Системотехника: Введение в проектирование больших систем. – М.: Сов. радио, 1962. – 383 с.

2. Абросимов Л.И., Афонин В.А., Волкова В.Н. Школа Федора Евгеньевича Темникова // В кн.: МЭИ: История, люди, годы / Под общ. ред. С.В. Серебрянникова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. (Серия «Выдающиеся деятели МЭИ»). Т. 3. – С. 278–288.
3. Темников Ф.Е. Высшие системы // В сб. докл. Научно-техн. конф. По итогам НИР за 1966-1967 гг. Секция Автоматики и вычислительной и измерительной техники. Подсекция автоматики и телемеханики. Ч. II. – М.: МЭИ, 1967. – С. 3–12.
4. Темников Ф.Е. Высокоорганизованные системы // В сб.: Большие системы: Теория, методология, моделирование. М.: Наука, 1971. С. 85–94.
5. Темников Ф.Е. Вопросы теории и методологии систем // В сб. трудов Московского ордена Ленина Энергетического института. Вып. 158. Системотехника. – М.: МЭИ, 1973. – С. 3–9;
6. Темников Ф.Е. Основные положения теории систем // В сб. Проблемы больших систем: Матер. семинара. – М.: МДНТП им. Ф. Э.Дзержинского, 1974. С. 3–15;
7. Темников Ф.Е. Общая теория систем и интеграция знаний // Материалы семинара: Общая теория систем и интеграция знаний. М.: МДНТП, 1976. С. 3–11.
8. Волкова В.Н., Темников Ф.Е. Подход к выбору метода формализованного представления систем // В сб.: Моделирование сложных систем. М.: МДНТП, 1978. С. 38–40.
9. Волкова В.Н., Темников Ф.Е. Методы формализованного представления (отображения) систем: Текст лекций. М.: ИПКИР, 1974. 114 с.
10. Волкова В.Н., Денисов А.А., Темников Ф.Е. Методы формализованного представления систем: учеб. пособие. – СПб.: СПбГТУ, 1993. – 107 с.
11. Волкова В.Н., Черный Ю.Ю. Семь идей профессора Ф.Е. Темникова: от теории измерений к высшим системам // Датчики и системы. – 2016. – № 10. – С. 65-80.
12. F. E. Temnikov, V. N. Volkova, I. V. Makarova. Systematik, Informatik und Intellektik als neue Verfahren der Datenverarbeitung // Rechen-technik Daten verarbeitung, 1. Jahrgang Beiheft, 1/2. Die Elektronisch Datenver-arbeitung im Hochschulwesen vert-Rage der wis enschaftlichen: Konferenz der DDR. Berl[n, 1970. P.18–22.
13. Темников Ф.Е. Синхронные поля общения // Труды МЭИ. – М.: МЭИ, 1983. Вып. 603.
14. Темников Ф.Е. Информатика // Известия ВУЗов: Электромеханика, 1963, № 11.
15. Волкова В.Н. Постепенная формализация моделей принятия решений. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2006. – 120 с.
16. Волкова В.Н. Некоторые вопросы проектирования АИС. Диссертация на соиск. Ученой степени канд. техн. наук, 1973.
17. Волкова В.Н. К методике проектирования автоматизированных информационных систем // Автоматическое управление и вычислительная техника. Вып. 11. – М.: Машиностроение, 1975. – С. 289–300.
18. Volkova V.N., Kudryavtseva A.S., Loginova A.V., Chernyy Y.Y., Leonova, A.E. System Analysis of Innovative Technologies of the Industrial Revolutions // Proceedings of the 3rd International Conference Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018.
19. Volkova V.N., Leonova A.E., Loginova A.V. Models for development of the information-control complex of the enterprise // Системні дослідження та інформаційні технології: Міжнародний науково-технічний журнал. № 1. 2021. P. 121–130.

**Тунда Елена Александровна**<sup>1</sup>,  
магистр философии, вед. программист;  
**Тунда Владимир Александрович**<sup>2</sup>,  
независимый исследователь

## ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВЫПОЛНЕНИЮ СИСТЕМНОГО СИНТЕЗА

<sup>1</sup> Россия, Томск, Институт прикладной математики и компьютерных наук Национального исследовательского Томского государственного университета (НИТГУ), e.tunda@yandex.ru

<sup>2</sup>Россия, Томск, tunda.va@yandex.ru

*Памяти Феликса Петровича Тарасенко*



**Феликс Петрович Тарасенко** (06.03.1932 – 01.01.2021) – профессор Томского государственного университета. Заслуженный деятель науки и техники РФ. Создатель и первый начальник Отдела кибернетики в Сибирском физико-техническом институте при ТГУ. Создатель и первый декан факультета Международного управления в ТГУ, создатель и пропагандист школы системного анализа в г. Томске. Создатель и бессменный гл. редактор международного журнала «Проблемы управления в социальных системах».

**Аннотация.** После этапа анализа системы, состоящем во всестороннем рассмотрении атрибутики всех её составных элементов и подсистем по-хорошему нужен этап системного синтеза – как бы обратной сборки в единую систему частей, выявленных на этапе декомпозиции, с целью проверки восстановленного целого на соответствие изначально исследуемому объекту, явлению, процессу. В статье рассматривается ряд факторов, способствующих системному синтезу. Статья посвящена памяти Феликса Петровича Тарасенко – одного из ярких представителей и пропагандистов прикладного системного анализа как необходимейшей отрасли науки.

**Ключевые слова:** анализ, мультимасштабность, свойства, синтез, система, структурная организации.

**Elena A. Tunda**<sup>1</sup>,  
Master of Philosophy, Senior Programmer;  
**Vladimir A. Tunda**<sup>2</sup>,  
Independent researcher

## FACTORS CONTRIBUTING TO THE PERFORMANCE OF SYSTEMIC SYNTHESIS

<sup>1</sup>Russia, Tomsk, Institute of Applied Mathematics and Computer Science,  
National Research Tomsk State University (NRTSU),

**Abstract.** After the stage of analyzing the system, which consists in a comprehensive review of the attributes of all its constituent elements and subsystems, in an amicable way, a stage of system synthesis is needed – as it were, reassembling into a single system of parts identified at the decomposition stage, in order to check the restored whole for compliance with the initially investigated object, phenomenon, process. The article discusses a number of factors contributing to systemic synthesis. The article is dedicated to the memory of Felix Petrovich Tarasenko, one of the brightest representatives and promoters of applied systems analysis as the most essential branch of science.

**Keywords:** analysis, multiscale, properties, synthesis, system, structural organization.

## Введение

С давних пор люди, чтобы лучше понять исследуемое (явление, процесс или назначение какого-либо объекта<sup>1</sup>), строили его модели разного типа, т.е. выполняли то, что в настоящее время называется системным анализом. По-хорошему, для проверки правильности выполнения какого-либо действия нужно, как учат ещё в школе, выполнить противоположное действие, например, для проверки правильности деления – выполнить умножение, а для проверки правильности системного анализа – системного синтеза. То есть выполнить как бы обратную «сборку» исходной системы<sup>2</sup> из элементов, полученных на этапе анализа. Однако, поскольку любой системе в её статике присущи свойства эмерджентности<sup>3</sup>, а в динамике<sup>4</sup> – синергетические<sup>5</sup> свойства, то, чтобы «собрать»

---

<sup>1</sup> **Объект** – в самом широком смысле то, на что направлено индивидуальное или коллективное сознание.

**Явление** – внешнее выражение сущности предметов, процессов; непосредственное отражение вещи в чувственном восприятии.

**Процесс** – деятельность, сопровождающаяся изменением свойств элементов системы. В каждой системе может быть множество процессов.

<sup>2</sup> **Статические свойства системы** – особенности конкретного состояния системы. Это как бы то, что можно разглядеть на мгновенной фотографии системы, то, чем обладает система в любой, но фиксированный момент времени [6, с. 30].

<sup>3</sup> **Эмерджентные (от англ. emerge – «возникать») свойства системы** – качества, присущие только ей. Объединение частей в систему порождает у системы качественно новые свойства, не сводящиеся к свойствам частей, не выводящиеся из свойств частей, присущие только самой системе и существующие только пока система составляет одно целое. Система есть нечто большее, нежели простая совокупность частей. У системы обязательно есть эмерджентные свойства. Системы, состоящие из одинакового числа одинаковых элементов, отличаются только схемой их соединения, т. е. структурой. Структура системы и определяет её эмерджентные свойства. В то время как в искусственных системах эмерджентное свойство возникает в результате намеренного соединения отобранных частей, в естественных системах эмерджентность определяет, какие части должны быть соединены, и как они должны взаимодействовать. Так, живой организм определяет смысл скелета, сердца, печени и лёгких; создание семьи придаёт смысл ролям мужа, жены, их детей. (Эмерджентность первого – выживание в природной среде; второго – в социальной) [6, с. 45-47].

Различают три формы эмерджентных структур. *Эмерджентная структура первого порядка* возникает в результате взаимодействия форм (например, водородные связи в мо-

систему адекватную исследуемому, нужно, на наш взгляд, ещё на этапе анализа учесть ряд факторов. Иначе ни эмерджентных, ни синергетических свойств у синтезированной системы добиться не удастся. Рассмотрим основные из этих факторов.

### 1. Мультимасштабность глубины модельной проработки

Мультимасштабность связана со структурной организацией самой Материи. «Материей» принято называть субстанциональную основу нашей вселенной. Почему современная наука до сих пор продолжает утверждать, что мельчайшими её частицами являются элементарные частицы, которые, кстати, ещё никто не локализовал? Речь идёт только о вероятности пребывания любой из них в какой-либо окрестности. Наблюдаются только треки в камерах типа камеры Вильсона. На наш взгляд Материя имеет гораздо более многоуровневую структуру, чем вещество – молекулы – атомы – элементарные частицы.

Материя начиналась с праматерии, становление которой, по нашему мнению, происходило из квантов так называемой Великой Пустоты. Пустотой она называется потому, что составляющие её неизмеримо по величине малые кванты скользят по ней безо всякого трения на непредставимо огромных скоростях, а Великой, потому что всё наше мироздание «купаются» в ней. Для жизни, понимания природы вещей нам достаточно знания о существовании Материи, о её постоянном развитии путём естественной эволюции. Только вот глубина структурной организации Материи неизмеримо бóльшая, чем принято считать современной наукой. И это мешает целостному<sup>6</sup> пониманию природы.

---

лекулах воды приводят к поверхностному натяжению). *Эмерджентная структура второго порядка* включает в себя взаимодействие форм, последовательно воспроизводимое во времени (например, изменение атмосферных условий, когда снежинка падает на землю и изменяет свою форму). Наконец, *эмерджентная структура третьего порядка* является следствием формы, времени и наследуемых инструкций. Например, генетический код организма влияет на форму систем организма в пространстве и времени.

<sup>4</sup> **Динамические свойства системы** – особенности изменений со временем внутри системы и вне её. Если статические свойства – это то, что можно увидеть на фотографии системы, то динамические – то, что обнаружится при просмотре кинофильма про систему. О любых изменениях мы имеем возможность говорить в терминах перемен в статических моделях системы [6, с. 38].

<sup>5</sup> **Синергетичность** – динамический аспект эмерджентности, обозначаемый отдельным термином [6, с. 47].

**Синергия** – усиливающий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что совместное действие этих факторов существенно превосходит простую сумму действий каждого из указанных факторов, эмерджентность.

<sup>6</sup> **Целостность** – от слова *целостный* – проникнутый единством. Целостность связана со всесвязанностью всех её составляющих частей любых масштабов, что, в частности, означает возможность сильнейших резонансов / коллективных взаимодействий, в результате которых части системы начинают вести себя согласованным образом.

**Цельность** – от слова *цельный* – неповреждённый, цельный.

С нашей точки зрения, сначала в Великой Пустоте из её квантов (которые в дальнейшем будем называть П-квантами – квантами Пустоты) сформировались так называемые *Платоновы тела* (см. рис. 1) – самые прочные структуры в мире, поскольку они геометрически правильны. Подробности можно посмотреть в [8].

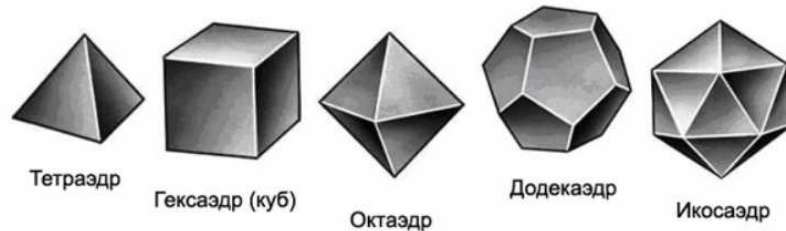


Рис. 1. Платоновы тела

Мириады Платоновых тел и составили неразрушимую основу Материи – *праматерию*. Соединение Платоновых тел между собой и свободными П-квантами послужило началом структуризации *Материи*.

По нашему мнению, к современному состоянию окружающий нас мир пришёл с помощью естественных механизмов самоорганизации путём бесконечного самосовершенствования Материи. Всё происходило и происходит в так называемой *Великой Пустоте*, которая наполнена неисчислимым множеством *П-квантов*, подобных точкам Бошковича [1]. П-кванты буквально носятся по Великой Пустоте совершенно свободно во всех направлениях. Они изначально обладают свойствами *притяжения* и *отталкивания*, описываемыми *силовой функцией Бошковича*, графически изображённой на рис. 2.

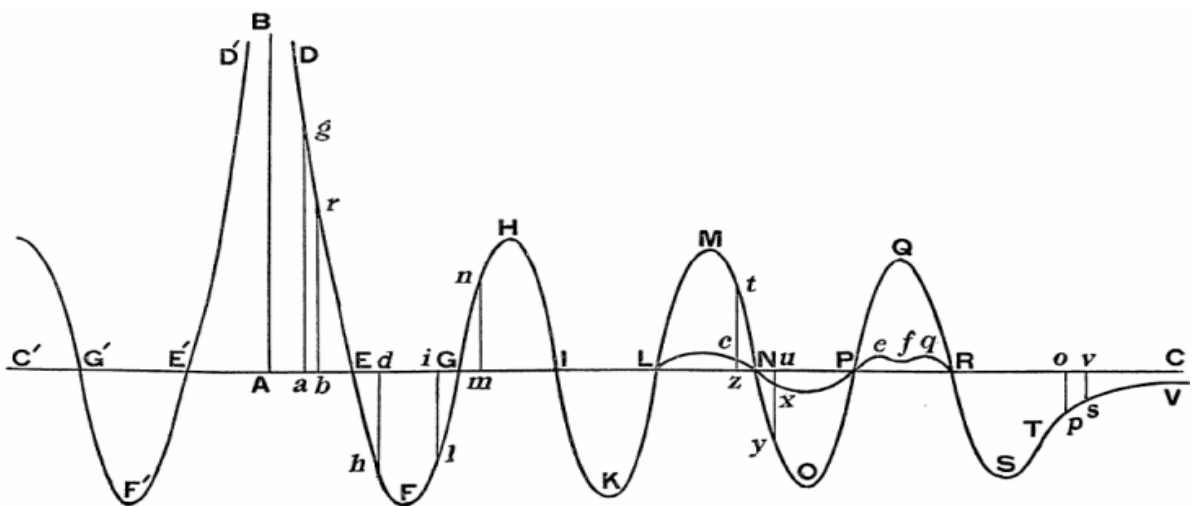


Рис. 2. Графическое изображение выведенной Бошковичем зависимости сил (ось ординат) взаимодействия точек материи от расстояния (ось абсцисс)

П-кванты *не* могут слипнуться, так как конечным уменьшением расстояния *Aa* между ними сила отталкивания *ag* возрастает неограни-

ченно. Кривая  $sV$  соответствует силе тяготения Ньютона, причём, чем дальше от оси ординат отстоит точка  $V$ , тем сила притяжения меньше, но никогда не равна нулю. Другими словами, в целом все объекты, независимо от их величины, объединяет сила притяжения – пусть даже неизмеримо малая на очень больших расстояниях, – а сила отталкивания не позволяет слипнуться в единую сверхплотную массу.

П-кванты, *несжимаемы* и *нерастяжимы*, и настолько малы (во многие *порядки раз меньше* известных в наше время, так называемых, элементарных частиц), что *о них можно говорить как о математических точках*. О *размерах* самой Великой Пустоты, о *количестве* в ней П-квантов и *величине скорости* их передвижений (во многие *порядки раз* больших скорости света) люди, видимо, не смогут достоверно судить никогда. О вечном и безграничном *источнике сил*, приводящем в движение П-кванты, точно также никогда ничего достоверно сказать невозможно. Казалось бы, а зачем нам знать о том, о чём достоверно судить никогда не сможем? По нашему мнению, всё перечисленное выше в этом параграфе нужно для более глубокого понимания природы, для построения более адекватных моделей при системном анализе и возможности в будущем проверять правильность *дифференциации* при анализе *интеграцией* синтеза, системного синтеза.

## **2. Многоуровневость нативных механизмов коммуникации**

Структурной организации Материи присуща многоуровневость. Если свободно двигающиеся П-кванты остаются свободными в первозданном хаосе Великой Пустоты, то Платоновы тела уже нет: свободные П-кванты сбивают их в «кучу», которая движется, но уже со значительно *меньшей* скоростью, чем скорость у П-квантов – «куче» гораздо труднее проталкиваться сквозь рой беспорядочно снующих П-квантов, чем отдельным из них. Такая «куча» вырастает (ведь время никаким Большим Взрывом не ограничено) до невероятных размеров. Движение «кучи» превращается в движение единым потоком, по всей видимости, по некой эллиптической<sup>7</sup> траектории, другими словами, в Великой Пустоте образуется непредставимых размеров поток *замкнутого вращательного движения Платоновых тел по спирали* внутри огромного тора. Энергетическая подпитка такого движения осуществляется за счёт свободных П-квантов, снующих вокруг. По нашему представлению этот поток и является *Эфиром*, обнаружить который безуспешно пытался Майкельсон и др. Безуспешность попыток обнаружения Эфира связана с невероятной *малостью* составляющих его Платоновых тел и их проницаемостью всё и вся. «Малость» подтверждается графическим представлением силовой функции Бошковича. Чтобы П-квантам находиться в Платоновых телах на очень малых расстояниях (от АЕ до АГ – самый ближайший отрезок

---

<sup>7</sup> Подсказку нам даёт форма галактик, кольца Сатурна и т.д.

расстояний к оси ординат, самый труднодостижимый из-за большой величины силы отталкивания, соответствующей амплитуде  $H$ ), нужны очень большие скорости сближения  $P$ -квантов. Внутри субстанции Эфира, состоящей из Платоновых тел,  $P$ -кванты на таких скоростях уже передвигаться не смогут, поскольку вынуждены будут часть её тратить на то, чтобы «проталкиваться» между Платоновыми телами. Таким образом, на следующем уровне структуризации, на котором образуются первичные структуры Материи,  $P$ -кванты и Платоновы тела смогут сблизиться только на гораздо большие расстояния (от  $AI$  до  $AL$ ). Другими словами, на этом следующем уровне структуризации возникающие *первичные структуры Материи* уже имеют гораздо более крупные размеры, чем Платоновы тела, и не такие симметричные как последние, а значит и менее прочные. Если вернуться к привычной терминологии, то на этом уровне образуются субстанции *вселенных, метагалактик и галактик*, которые в нашем физическом мире не ощущаются и не регистрируются приборами (мы видим/регистрируем только светящиеся звёздные системы). На следующем уровне структуризации (дальнейшей структуризации уже самой Материи) сближение структурных элементов возможно только на расстояния от  $AN$  до  $AP$ . На этом уровне, по нашему мнению, образуются субстанции *звёздных систем* (со всеми их гравитационными, электромагнитными и, возможно, прочими пока неизвестными полями). Наконец, приходит пора структуризации ещё более крупных материальных систем, которые в нашем научном мире принято называть элементарными частицами, из которых формируются атомы, молекулы, косное и живое вещество – это уже начало нашего физического мира, ощущаемого и регистрируемого. Действительно, для формирования/разрушения молекул нужны совсем небольшие скорости, для атомов – гораздо большие, а для ядер атомов и тем более отдельных элементарных частиц – ещё гораздо большие. Итак, наш физический мир имеет самые маленькие скорости (наибольшая из них – всего лишь скорость света). В галактических пространствах, а тем более во вселенских, скорости движения гораздо выше нашей скорости света, а значит и скорости коммуникации тоже. Самой высокой скоростью в мироздании обладает поток Эфира, он-то и представляет пространство мироздания в форме огромнейшего тора, в котором вселенных возможно большое множество. Связь между последними, общение, коммуникацию между ними обеспечивает этот самый поток Эфира. С точки зрения нашего физического мира поток Эфира пронесётся сквозь нашу вселенную практически мгновенно (чем не переносчик дальнего действия Ньютона). Не учитывать процессы коммуникации, поддерживаемые потоком Эфира, вселенскими и галактическими полями, на наш взгляд, – не совсем правильно отражать возможности природы. Где уж тут земному искусственному интеллекту тягаться с нативными процессами коммуникации, которые, что весьма интересно, доступны многоуровневому (вспомним



хотя бы энергетические меридианы) организму человека, с его эмоциональными и ментальными возможностями.

### 3. Терминологическое соответствие уровням абстракции

*...есть знание о мире и есть понимание мира,  
и они относительно самостоятельны.*

*И. Кант*

В обыденной жизни люди пользуются достижениями современных технологий только *зная*, как их применять, совершенно не *понимая*, как они работают. Трудно не согласиться с Г.Г. Малинецким [4], что «"Понимание" (в точных науках) – возможность свести проблему к чему-то хорошо исследованному, простому, очевидному. Это "очевидное" является основой для интуиции, позволяющей *оценивать* многое без сложных расчётов, экспериментов, специальных исследований». Другими словами, обычному человеку достаточно как-то *знать/уметь* пользоваться благами цивилизации, а учёный должен *понимать*, как эти блага устроены/работают и на основе достигнутого понимания продвигаться дальше в построении новых технологий на благо человека, пока недостаточность глубины понимания не приведёт к технологическим границам, которые можно раздвинуть только путём углубления понимания – построения более адекватных моделей окружающей реальности и на их основе проведения более глубоких научных исследований.

Любые научные исследования раньше или позже сталкиваются с процессом абстрагирования. Для бóльшего соответствия объекту моделирования при абстрагировании нужно по А. Тьюрингу [3: Раздел «Метод уровней абстракции»] правильно выбирать уровень абстракции (УА). Лучано Флориди [2, с. 96–97] подчеркнул, что «Тьюринг был первым, кто понял решающее значение указания УА, на котором можно задавать рассматриваемые вопросы». Каждому УА присуща своя терминология с соответствующими определениями понятий, обозначаемых терминами этого УА. Неопределённость или путаница в терминологии, использование понятий одного УА на других УА без специальных переопределений/уточнений приводит исследование к непредвиденным результатам.

Излишняя увлечённость современной науки математизацией, по нашему мнению, привела к тому, что понятия, ранее используемые для описания окружающей реальности в физике или метафизике, стали ничтоже сумняшеся сначала использовать в процессах математического моделирования этой самой реальности, а впоследствии результаты этого моделирования стали выдавать за реальность. Одна Теория Большого Взрыва чего стоит.

Вернёмся к правильности выбора УА. Главное *отделить физический и метафизический уровни от математизированных*, таких, как математическая физика. Другими словами, если мы рассуждаем о реальности, мы должны использовать термины и понятия из физики или метафизики, ну а, если мы моделируем реальность, – из математического обихода, той же математической физики. И это самое важное при проведении рассуждений об окружающей реальности. Например, и в физике, и в математике используется термин «непрерывность/ сплошность». Если не уточнить, что подразумевается под этим термином в физике, а что в математике, то ... см. [7].

Итак, на наш взгляд, для лучшего взаимопонимания прежде всего нужно определиться с основным кругом понятий: физическим/метафизическим или математическим/математизированным. Далее, видимо, нужно установить следующий по иерархии уточняющий УА, например, бытовой, общенаучный/школьный, научно-специфический. И, наконец, требуется наличие специализированных толковых словарей для каждого УА. В научных исследованиях при несовпадении смысла толкования какого-либо термина с имеющимся в соответствующем толковом словаре, учёному нужно в своей работе указывать своё специфическое определение такого термина, которое впоследствии будет обсуждаться в научных кругах и, если того стоит, будет перенесено в толковые словари. Благо дело, современные цифровые технологии позволяют это делать быстро, качественно и повсеместно.

#### **4. Адекватность модели исследуемой реальности**

Возвращаясь к тематике данной статьи – возможности обратного синтеза из элементов системного анализа – следует ещё раз подчеркнуть особую значимость физического и метафизического понимания при проведении математизированных способов осуществления научных исследований. Рассмотрим это утверждение на примерах.

И. Ньютон, позволивший научному сообществу в течение нескольких веков исследовать природу с помощью дифференциального исчисления, «не измышляя гипотез» оставил *понимание* природы дальнего действия без объяснений. Это привело к познавательным ограничениям.

А. Эйнштейн оставил без объяснений *понимание* природы постоянства скорости света и релятивистских эффектов. Это привело, например, к определению расстояний до удалённых галактик миллиардами световых лет или нелепым эффектам на субсветовых скоростях.

С. Хокинг всю жизнь отстаивал чисто математическую модель Большого Взрыва и вытекающих отсюда «чёрных дыр» и прочих математических несуразностей для понимания реальности.

Научные исследования связаны с категоризацией рассматриваемого, дающей некоторые *преимущества* типа более простой запоминаемости

сведений, но и *недостатки*, типа быстрого запутывания при анализе этих же фактов – ведь границы между категориями часто условные. «Однако, как только мы принимаем эти границы, то забываем об их условности и отстаиваем с неразумной настойчивостью» [5: Раздел «Подход к изучению»]. Проблема в том, что «когда мы мыслим в терминах категорий, то оценить уровень схожести и различия нам будет трудно. В случае же уделения слишком большого внимания границам (категориям) потеряется целостное видение картины» [5: Там же]. Проблема усугубляется ещё сильнее при путанице УА.

Возвращаясь к проверке синтезом результатов системного анализа, резюмируем, что установка правильных УА должна, в свете сказанного выше, способствовать адекватному синтезу. Остаётся терминологическая точность абстрагирования, так же способствующая синтезу и *пониманию* природы того, что подверглось системному анализу. Таким образом, пополнить копилку категорий и понятий синтеза можно тем, что способствует *пониманию*. К таковому, по нашему мнению, относится, прежде всего, междисциплинарное<sup>8</sup> разнообразие при построении моделей системного анализа.

## 5. Междисциплинарное разнообразие моделирования реальности

Проблему, а прикладной системный анализ исследует проблемы [6, с. 12–28, 100–215], необходимо рассматривать с разных сторон. В рамках отдельно взятой научной дисциплины не опишешь целостной картины, связанной с проблемой. Так, например, Сапольски [5], исследуя поведение человека, пишет о том, что любое поведение сформировано совместными действиями: последующие события основаны на всех предшествующих факторах жизни индивида – его биологии, генетике, психике. «Нельзя говорить, что поведение есть результат действия определённого гена, определённого гормона или определённой детской травмы, потому что одно объяснение автоматически указывает и на все остальные. Нет обособленных дисциплин. “Нейробиологическое”, “генетическое” или “психологическое” объяснения суть не более чем удобный приём, своего рода проход в многоарочный, многофакторный холл с какой-то одной стороны, короткий односторонний взгляд на целое явление».

Первым междисциплинарным подходом стала *кибернетика* Норберта Винера – общая теория управления и связи в технике, организме и

---

<sup>8</sup> **Междисциплинарность** подразумевает простое «заимствование» техник и методов из других областей науки, тогда как **трандисциплинарность** предполагает «функциональный синтез методологий», создание на их основе совершенно новых исследовательских концепций.

обществе. Благодаря этому подходу возникло множество областей исследований и научных направлений, которые впоследствии привели к четвёртой информационно-технологической революции. Дискретная математика, имитационное моделирование, теория нейронных сетей (вообще всё, что связано с развитием искусственного интеллекта) стали взаимно обогащаться идеями. Кибернетическое моделирование оказалось весьма и весьма плодотворным подходом. Междисциплинарное взаимодействие стало приводить к очень важным результатам, в частности, к осознанию того, что в современной науке наиболее важно. На фоне неконкретности философских законов, создававших лишь иллюзию понимания, хотя и стимулирующих интуицию исследователей, стали возникать конкретные исследовательские программы.

Следующим междисциплинарным подходом стала теория самоорганизации или *синергетика* Германа Хакена, положившая начало новому мировоззрению – всё происходящее в природе объясняется внутренними причинами, самоорганизацией, происходящей в результате взаимодействия её материальных составляющих. Успехи в развитии прикладной математики и кибернетики привели к численному моделированию открытых нелинейных далёких от равновесия систем, позволили от описательной стадии в научных исследованиях перейти к классификации, построению теорий и математических моделей. Как очень точно подметил Г.Г. Малинецкий в предисловии к книге Пер Бака о самоорганизованной критичности [4, с. 19]: «Математические модели из одних областей знания удивительным образом “подошли” для других», мы стали иметь дело «не с качественным пониманием, а с полуколичественным описанием (на уровне определения показателей степенных зависимостей), с числовыми характеристиками исследуемых систем», компьютеры позволили «заглянуть в ответ, не решая задачи».

Первооткрывателем ещё одного междисциплинарного подхода стал только что упомянутый Пер Бак, предложивший теорию *самоорганизованной критичности* (спонтанная эволюция систем к критическому состоянию – лавинообразованию, взрыву, скачкообразному изменению) с её классической моделью – *кучей* песка. Это первая общая теория сложных систем, базирующаяся на прочном математическом фундаменте. Она позволила увидеть *общие свойства*, называемые эмерджентными, и *внутреннее единство* в огромном многообразии никак не связанных, на первый взгляд, друг с другом явлений: прерывистое равновесие, степенные законы, фрактальность геометрии и *1/f*-шум. Эти черты, например, формирования ландшафта, эволюционных процессов, деятельности нервной системы или экономического поведения, настолько схо-

жи, что заставляют задуматься о проявлении одного природного принципа или процесса.

### **Заключение**

Итак, *понимание* природы может быть достигнуто как на пути физического/метафизического, так и математического/математизированного её изучения. Недостаточная *глубина понимания* приводит к ограничениям дальнейшего познания реальности и развития цивилизации. *Глубина понимания* достигается путём построения более адекватных окружающей реальности моделей последней. И здесь важно помнить уроки Алана Тьюринга, на которые обратил внимание Лучано Флориди [3]. Основным, из которых, пожалуй, является *Метод уровней абстракций* (МА). Кроме того, на наш взгляд, (и это непосредственно коррелирует с МА) в научных исследованиях требуется *мультидисциплинарный подход*, если возможно, на каждом используемом *уровне абстракции* со *строго определёнными* в соответствующих толковых научных словарях *терминами и понятиями*, либо строгое введение своих в соответствующих исследованиях. Другими словами, проводишь исследование – *строго* опиши или сошлись на конкретную понятийную модель, *точно* установи уровни абстракции, *широко* определи круг возможных научных дисциплин для исследований и *чётко* пользуйся точно определёнными терминами и понятиями при общении и документировании исследований.

### **Список литературы**

1. Boscovich R.J. A theory of natural philosophy. Latin–English edition from the text of the first venetian edition published under the personal superintendence of the author in 1763. Open court publishing company, Chicago London. 1922
2. Floridi L. Pensare l'infosfera. La filosofia come design concettuale. 2020.
3. Floridi L. The Logic of Information. A Theory of Philosophy as Conceptual Design. Oxford University Press. 2019
4. Пер Бак. Как работает природа. Теория само-организованной критичности. / Вступ. ст. Г.Г. Малинецкого. – М.: УРСС. Книжный дом «Либроком», 2013. – 276 с.
5. Сапольски Р. Биология добра и зла. Как наука объясняет наши поступки. Изд-во «Альпина нон-фикшн». – 2019.
6. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ: учебное пособие. – М.: КноРус, 2010. – 224 с.
7. Тунда В.А., Тунда Е.А. К вопросу о сплошности сред при когнитивном моделировании // Сборник научных трудов XXIII Международной научно-практич. конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», 10 – 11 июня 2019 года. В 3 частях. – СПб.: Политех-Пресс, 2019. – Ч. 3. – С. 460–470.
8. Тунда В.А., Тунда Е.А. Пропедевтика или зачем возвращаться к вопросу пра-материи // Коммуникативные стратегии информационного общества: труды XII Междунар. научно-теоретич. конференции, 23–24 октября 2020 г. – СПб.: Политех-Пресс, 2020. – С. 223–234.

*Волкова Виолетта Николаевна,*  
профессор, д-р экон. наук, профессор

## **НЕОБХОДИМОСТЬ ВВЕДЕНИЕ КУРСА СИСТЕМОЛОГИИ НА ВСЕХ УРОВНЯХ ОБРАЗОВАНИЯ**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Россия, Санкт-Петербург,  
violetta\_volkova@list.ru

*Аннотация.* Статья посвящена памяти ученых, инициирующих создание школ системного анализа, развиваемой в вузах г. Томска, объединенных в единую школу *Феликсом Ивановичем Перегудовым* и развавшейся *Феликсом Петровичем Тарасенко*, мнение которого о необходимости введения курса системологии на всех уровнях образования, вынесено в название статьи.

*Ключевые слова:* система, системный анализ, системология, теория систем, системность природы.

*Violetta N. Volkova,*  
Professor, Doctor of Economics, Professor

## **THE NEED TO INTRODUCE A SYSTEMOLOGY COURSE AT ALL LEVELS OF EDUCATION**

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Russia, St. Petersburg,  
violetta\_volkova@list.ru

*Abstract.* The article is dedicated to the memory of scientists who initiate the creation of systems analysis schools, developed in Tomsk universities, united into a single school by Felix Ivanovich Peregudov and it developed by Felix Petrovich Tarasenko, whose opinion on the need to introduce a systemology course at all levels of education is given in the title of the article.

*Keywords:* system, systems analysis, systemology, systems theory, systemness of the nature.

*Все наши неудачи объясняются недостаточной системностью наших собственных действий: чего-то о Природе мы не знали, не учли, не доделали. Вот почему так важно, чтобы Вы овладели основами системологии.*

*Ф.П. Тарасенко*

### **Введение**

В 1970-е гг. в Томске сформировалась первая научная школа, в названии которой был термин «*системный подход*». Эта школа объединяла

три вуза: Томский госуниверситет (ТГУ), Томский политехнический институт (ТПИ) и Томский институт автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (ТИАСУР).

## 1. Становление и развитие школы системных исследований в вузах Томска

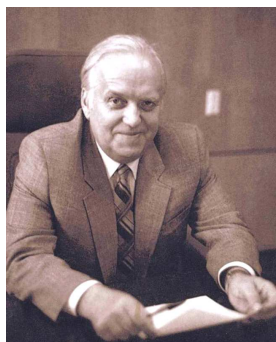


История школы началась в 1969 г., когда в Томском политехническом институте (в последующем – университете) на основе лаборатории управления, руководителем которой был в тот период кандидат технических наук, а в последующем – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ **Владимир Захарович Ямпольский** (23.06.1938 – 17.07.2020), была создана кафедра оптимизации систем управления (ОСУ), и В.З. Ямпольский стал руководителем работ по созданию автоматизированной системы управления ТПИ, директором Вычислительного центра, который был реорганизован в Учебно-научно-производственный комплекс – УНПК «Кибернетика» / Кибернетический центр ТПИ/ТПУ.

Владимир Захарович создал и был руководитель научной школы «Онтолого-семантическое моделирование и разработка систем управления знаниями», провел эксперимент по созданию молодежной школы «Кибернетика» – от детского сада до окончания вуза.



В Томском государственном университете доктор философских наук, профессор, в последующем заслуженный деятель науки РФ **Валерий Николаевич Сагатовский** (11.01.1933 – 3.04.2014) вел популярный семинар и предложил определение системы, на основе которого была создана одна из значимых методик структуризации целей [1].  
Которая вначале применялась для структуризации целей и функций системы управления вузом.

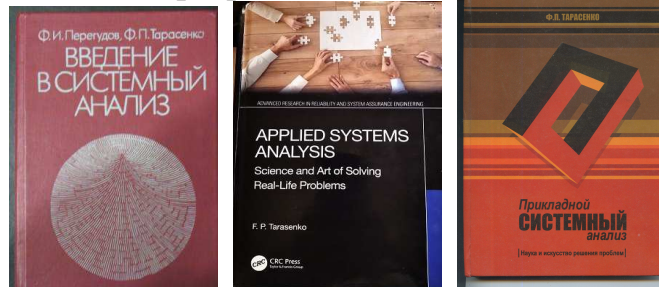


В Томском институте (в последующем – университете) автоматизированных систем управления и радиоэлектроники (ТИАСУР/ТУСУР) с ноября 1973 г. директор НИИ автоматики и электромеханики при ТИАСУР; а затем – ректор ТИАСУР, доктор технических наук, профессор **Феликс Иванович Перегудов** (20.01.1931 – 14.04.1991) создал в Томске единый Вычислительный центр коллективного пользования (ВЦКП), объединил работы всех трех основных вузов Томска, а в период 1985–1990 гг., когда был заместителем председателя Госкомитета СССР по образованию, ввел дисциплину «Системный анализ» во все учебные планы инженерных специальностей вузов России.



Совместно с Ф.И. Перегудовым томскую школу системного анализа развивал доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ **Феликс Петрович Тарасенко** (6.03.1932 – 1.01.2021). Вместе они подготовили одно из первых учебных пособий по системному анализу [2].

Ф.П. Тарасенко являлся основоположником научной школы «Статистический анализ данных и разработка моделей социально-экономических систем», в течение многих лет сотрудничал с **Р. Акоффом**, переводил его статьи и книги [3], издавал собственные учебники [4 и др.] в том числе за рубежом.



С самого начала проведения конференции по системному анализу в Санкт-Петербургском политехническом университете Ф.П. Тарасенко принимал активное участие, публиковал статьи [5–12].

В последние годы Феликс Петрович пришел к необходимости знакомить с идеями системности природы школьников и работал над учебником для школы, назвав его термином, которому отдавал предпочтение «Основы системологии».

В предисловии к учебнику Феликс Петрович обосновал необходимость введения курсов системологии на всех уровнях образования.

Пересказать это лучше, чем сделано в рукописи Феликса Петровича, сложно. Поэтому ниже приводится Предисловие к учебнику «Основы системологии» для школы с некоторыми сокращениями.

## «Предисловие

...

Почему назрела необходимость включения данного предмета в программу старших классов средней школы? В каких отношениях с другими предметами школьной программы находится этот предмет?

...

*Образование есть подготовка Вас к тому, чтобы Вы были как можно более успешными в предстоящей Вам лично жизни и деятельности в человеческом обществе, членом которого Вы являетесь.*

Что именно Вы будете делать в будущем, как сложится Ваша жизнь, – зависит и от множества внешних обстоятельств, и от Ваших собственных способностей и стараний. ...

**Мораль:** По окончании школы Вам предстоит выбрать свою траекторию профессиональной подготовки. Отнеситесь к этому выбору с пониманием всех последствий для Вас, для того, как сложится вся Ваша дальнейшая судьба. Она как-нибудь да сложится *при любом* Вашем выборе, но, если Вы сделаете выбор с учётом Ваших личных *желаний и способностей*, Ваши шансы на успешную (и, следовательно, счастливую) жизнь будут выше. Так обстоит дело со всеми профессиями, отвечающим врождённым, вечным потребностям людей: познание природы (наука), воспитание поколений (педагогика), обеспечение выживаемости (произ-



водство пищи, медицина, строительство), повышение качества жизни (инженерия, технологии, искусства), улучшение совместной деятельности групп людей (управление организацией, менеджмент, политика), и т.д., и т.п.

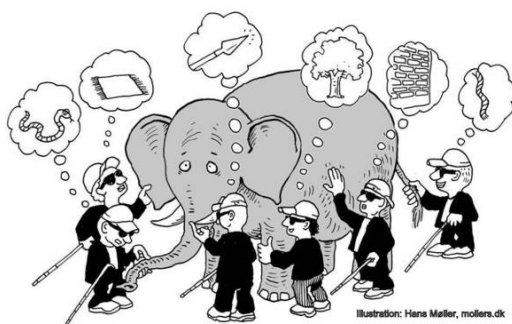
Но имейте также в виду, что достижение успеха зависит и от ряда *внешних* по отношению к Вам обстоятельств. Важно, в какой среде проходит Ваше детство (не случайно в тех семьях, где родители с самого раннего детства сознательно и настойчиво развивают обнаруженный у ребёнка врождённый талант, чаще вырастают успешные деятели в соответствующих областях наук, искусств, социальной деятельности). Важно также, в каком учебном заведении Вы получите образование (в каждой профессии есть самое лучшее в стране высшее учебное заведение; например, в Англии издавна большинство государственных деятелей – выпускники университетов Оксфорда или Кембриджа, в Америке – Итона и Гарварда, хотя в этих странах университетов – многие сотни; в России признанными лидерами являются несколько университетов: Москвы, Санкт-Петербурга, Казани, Томска, Новосибирска, Нижнего Новгорода). Важно также загадочное свойство людей – «удача, везенье» (способность «оказаться нужному человеку в нужном месте в нужное время», – вспомните побасенку про Наполеона и булочника).

*Начните уже сейчас думать о том, в какой профессии Вы могли бы наиболее полно реализовать свои способности, в какой сфере деятельности нашего народа Вам будет интересно и радостно работать.*

При выборе профессии молодёжь часто стремится начать работать в «модных» сферах: например, в нашей истории в разные годы в моде были разные специальности, многие молодые люди стремились стать лётчиками, полярниками, физиками-атомщиками, космонавтами, геологами, моряками, врачами, военными, и т.д., – делать самые романтические и нужные людям дела; сегодня модными профессиями стали специальности экономиста и юриста (даже слишком: многие выпускники не могут найти работу по специальности). Так что и при следовании моде учитывайте свои личные способности и внешние возможности действовать в избираемом деле.

Если Вы хотите стать успешными в своей будущей профессии, обратите внимание на то, что любая работа тем более успешна, чем более подробная, полная и точная информация о предмете работы и его окружении используется при планировании работы и её исполнении. Именно поэтому в профессиональном обучении основное внимание уделяется сообщению учащимся необходимых для успеха подробных сведений именно об объекте работы: медикам – о человеческом организме и его жизненной среде; инженерам – о технических системах и законах физики; руководителям – о природе социальных систем и законах их развития; музыкантам – о том, как возникают звуки, и о влиянии музыки на психику людей; агрономам – о природе растений и о влиянии внешних условий на их развитие; и т.д., и т.п.

Общее для всех профессий, – стремление вникнуть в те подробности устройства и действий системы, с которой мы работаем, настолько глубоко, насколько это нужно для успешного достижения поставленных целей. Мы вторгаемся в Природу (частью которой мы являемся) только с той (профессиональной) стороны, которая нас заботит; изучаем её с этой стороны и используем полученные знания в своих целях. Есть забавная и поучительная притча о группе слепцов, обступивших слона с разных сторон, и обменивающихся мнениями, что такое слон. Тот, кто ощупывал уши слона, сказал, что это похоже на одеяло; трогающий хобот сравнил его с какой-то трубой; ощупывающий ноги заговорил о колоннах; погладивший его живот сказал, что он напоминает ему какую-то огромную бочку... Эта история упрощённо, но очень наглядно демонстрирует необходимость, но недостаточность познания любого объекта только с позиции отдельной науки, – физики, химии, биологии, истории, и др. Но с какой бы стороны мы ни смотрели на Природу, мы видим *одно*: при всём её невообразимо широком разнообразии, она организована по единым принципам и развивается по единым законам. *Это её свойство и названо системностью природы.*



И это является *главным (но не единственным) доводом за то, чтобы ввести теперь в программу школьного образования ещё один специальный предмет о Природе вообще – **основы системологии**, – предмет, который с детства приучит Вас в Вашем «взрослом» будущем, даже при рассмотрении очень частного дела с очень конкретной целью, учитывать то, что этот объект является **системой**, т.е. состоит из многих разных взаимосвязанных и взаимодействующих определённым образом **частей**, и сам является **частью большей системы**, остальные части которой образуют его **окружающую среду**, с которой он взаимодействует.*

Например, делая уборку в доме, позаботьтесь не только о чистоте и порядке внутри дома, но и о том, в каком виде и куда Вы выбросите мусор (чтобы как можно меньше загрязнить *окружающую среду*, в которой Вам и вашим близким предстоит жить дальше). Именно потому, что в течение многих веков люди беззаботно выбрасывали свои бытовые и производственные отходы прямо в окружающую среду, мы дожили до того, что загрязнение нами земной атмосферы, почвы, рек и океанов стало угрожать самому существованию нашей жизни на Земле. Экология стала одной из главных забот человечества.

...

**Вывод:** *Все наши неудачи объясняются недостаточной системностью наших собственных действий: чего-то о Природе мы не знали, не учли, не доделали. Вот почему так важно, чтобы Вы овладели основами системологии.*

Наша жизнь сложна и удивительна! Сегодня стало понятно, что мы с вами являемся частью *человечества*, которое само является частью *живых существ* на планете *Земля*, – крохотной части *Солнечной системы*; которая сама является крохотной частью звёздной системы, – галактики *«Млечный Путь»*; которая в свою очередь является крохотной частью необъятной **системы космических Галактик – Вселенной**. И наше общество само состоит из частей – рас, народностей, племён, семей; государств, наций, национальностей; социумов (групп людей с общими интересами), организаций, учреждений, предприятий. И каждый из нас тоже является системой взаимодействующих частей нашего организма – скелета, мышц, органов дыхания, кровообращения, пищеварения, опорно-двигательного аппарата, и управляющей всем этим нервной системы, с поразительно сложной частью – головным мозгом.

*Ещё одна причина необходимости введения **системологии** в программу всеобщего образования – это то, что в наши времена изменения в жизни человечества стали происходить всё быстрее, и всё более непредсказуемо.*

Поэтому у сегодняшних школьников надо развить способность к непрерывному развитию, к пожизненному образованию, готовности менять профессию в соответствии с изменениями в жизни общества. Многие узкоспециальные профессии отживут свой век ещё при Вашей жизни. Ваши дедушки и бабушки были школьниками, когда только появились телевизоры, автомобили и реактивные самолёты; Ваши родители были школьниками, когда люди только освоили атомную энергию и когда ещё не было персональных компьютеров и мобильных телефонов. Развитие механизации, автоматизации и компьютеризации делает ненужными (не

все, но многие) ранее необходимые профессии и создаёт новые. Это происходит во всех сферах физической и умственной деятельности человека: на производстве и транспорте, в науке, медицине и искусстве, и даже в быту (не стало прачек, посудомоек, точильщиков ножей-ножниц, шарманщиков, ...).

*Предмет «Основы системологии» познакомит Вас с тем, как устроен окружающий нас мир, какое место мы, люди, в нём занимаем, на что в нашей жизни мы можем влиять, а что нам неподвластно. Это поможет Вам лучше спланировать свою дальнейшую жизнь, преодолевать сложности, которые неизбежно будут возникать перед Вами, и – радоваться жизни».*

### **Список литературы**

1. Принципы декомпозиции целей и методика построения дерева целей в системах организационного управления / Ф.И. Перегудов, В.Н. Сагатовский, В.З. Ямпольский, Л.В. Кочнев // Кибернетика и вуз. Вып. 8. Томск: ТПИ, 1974. С. 9–20.
2. Перегудов Ф.И. Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие. – М.: Высш. школа, 1989. – 367 с.
3. Rassel L. Ackoff. Re-Creating the Corporation^ A Design of Organizations for the 21st Century. New York, Oxford?Oxford University Press, 1999. [Акофф Р. Менеджмент XXI века (Преобразование корпорации) / Пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. Томск: Изд-во Томского университета, 2006. 418 с.].
4. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2004. – 186 с.
5. Тарасенко Ф.П. Три подхода к решению проблем // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды конф. – СПб.: Изд-во «Нестор», 1999. с. 13–18.
6. Тарасенко Ф.П. Где границы системы? // Системный анализ в проектировании и управлении: Труды конф. – СПб.: Изд-во «Нестор», 1999, с. 22–23.
7. Тарасенко Ф.П. Роль системного мышления и системной практики в подготовке специалистов // Системный анализ в проектировании и управлении : сб. трудов XV Международную научно-практическую конференцию. 29 июня – 1 июля 2011 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та., 2011. – С. 15–16.
8. Тарасенко Ф.П. О разных типах сложности систем // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XV Междунар. научно-практич. конференции «». 27 – 29 июня 2012 г. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – С. 12.
9. Тарасенко Ф.П. О некоторых особенностях моделирования социальных систем в целях управления ими // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. научных трудов XX Международной научно-практической конференции. 29 июня – 1 июля 2016 года. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – С. 59–67.
10. Тарасенко Ф.П. Обучение системному мышлению: образование для следующих поколений менеджеров и предпринимателей: Сокращённый перевод с английского статьи Дж. Брайан Этуотер, В.Кэннан, Алан А. Стефенс. Utah State University (USA) с комментариями // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. научных трудов XXIII Междунар. научно-практической конференции. 10 – 11 июня 2018 года. Ч. 1. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – С. 44–52.
11. Tarasenko F.P. A survey of methods of solving real-life problems // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. научных трудов XXIII Междунар. научно-практической конференции. 10 – 11 июня 2019 года. Ч. 1. – СПб.: Политех-Пресс, 2019. – С. 40–55.
12. Тарасенко Ф.П. Обзор процессов перехода общес.ва к восприятию системной парадигмы // Системный анализ в проектировании и управлении: сб. науч. трудов XXIV Международной научной и учебно-практической конференции 13 – 14 октября 2020 года. – СПб.: Политех-Пресс, 2020. – С. 24–37.

*Булыгина Ольга Валентиновна,*  
доцент, канд. экон. наук, доцент

## СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ PILGRIM

Россия, г. Смоленск, филиал ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске, baguzova\_ov@mail.ru

*Памяти Александра Анатольевича Емельянова*

В 1995 г. в Московском экономико-статистическом институте (МЭСИ) была создана кафедра Общей теории систем и системного анализа. С 1996 по 2004 гг. (9 лет) заведующим этой кафедрой был *Александр Анатольевич Емельянов*.

С 2005 года А.А. Емельянов работал в Национальном исследовательском университете «МЭИ» и в его филиале в г. Смоленске. Развивал теорию имитационного моделирования. Был членом правления Национального общества имитационного моделирования (штаб-квартира в г. Санкт-Петербург). В 2006 г. создал журнал «*Прикладная информатика*» и был его главным редактором.



А.А. Емельянов — автор известных учебников по системному анализу [1,11] и компьютерному имитационному моделированию [2-6].

Важным вкладом в теорию систем и системного анализа является разработанная А.А. Емельяновым компьютерная имитационная система Pilgrim.

*Аннотация.* Статья посвящена памяти *Александра Анатольевича Емельянова* (10.06.1947 — 20.12.2020). Представлены основные положения концепции имитационного компьютерного моделирования, реализованные в системе Pilgrim, которую предложил и развивал А.А. Емельянов.

*Ключевые слова:* имитационное компьютерное моделирование, компоненты, конструкция, система Pilgrim.

*Olga V. Bulygina,*

Associate Professor, Candidate of Economic Sciences

## PILGRIM SIMULATION SYSTEM

Russia, Smolensk, Branch of National Research University MPEI in  
Smolensk, baguzova\_ov@mail.ru

*Abstract.* The article is dedicated to the memory of Alexander Anatolyevich Emelyanov (10.06.1947 — 20.12.2020). The main provisions of the concept of computer simulation are presented, implemented in the Pilgrim system, which was proposed and developed by A.A. Emelyanov.

*Keywords:* computer simulation, components, design, Pilgrim system.

## Введение.

В статье представлен предложенный А.А. Емельяновым декомпозиционный подход к созданию компьютерной имитационной системы, реализованный с применением программных CASE-пакетов в виде компьютерной имитационной системы Pilgrim.

### 1. Принципы создания системы Pilgrim

Предложенный А.А. Емельяновым декомпозиционный подход к созданию компьютерной имитационной системы, с помощью которого в процессе системно-структурного анализа выявляется иерархическая структура модели, реализован с применением программных CASE-пакетов в различных вариациях [7].

Прототип системы Pilgrim был создан в 1995 г. Технологическая схема взаимодействия компонентов системы приведена на рис. 1.

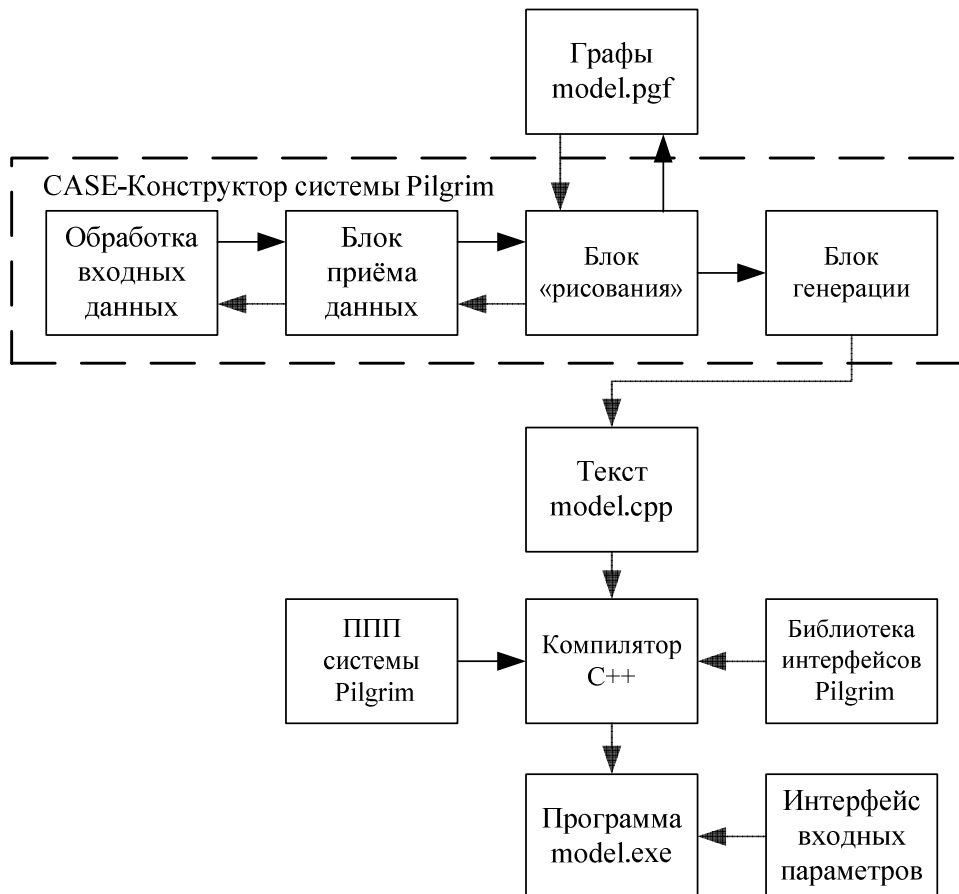


Рис. 1. Технологическая схема взаимодействия компонентов системы имитационного моделирования

Конструктор моделей Pilgrim позволяет автоматизировать процесс создания графа модели и автоматически генерировать код Pilgrim-

программы. Автоматическая генерация программного кода позволяет пользователю не задумываться о структуре и синтаксисе программы, уделяя все внимание структуре и параметрам самой модели.

Информация о модели сохраняется в файле с расширением \*.pgf (Pilgrim Graf File). Для всех типов вершин графа модели введены упрощенные условные обозначения. Внутри узла происходит обработка транзакта, определяемая спецификой его типа. Конструктор контролирует ошибки, не позволяя выполнять неверные действия.

Система Pilgrim с самого начала предусматривала возможность применения для широкого круга задач и расширения ее функций.

## **2. Развитие системы Pilgrim**

Система Pilgrim предназначена для системных аналитиков, экономистов-математиков и других специалистов, знакомых с программированием, но не являющихся программистами-профессионалами.

Изначально заложенные в систему Pilgrim функции моделирования процессов не теряют своей актуальности и применимы к широкому кругу задач. Пакет Pilgrim создавался как язык, лишенный оболочки, и позволял создавать модель в виде программного файла. В последующем Pilgrim приобрел интерфейс, содержащий меню и графики в текстовом режиме. Предусмотрено развитие аппаратного обеспечения, перенос на различные платформы, развитие в процессе эволюции операционных систем и технологий, изменение интерфейса с учетом пожеланий пользователей.

Вначале система Pilgrim использовалась в основном для моделирования задач с помощью статистических методов [8], в частности для задач массового обслуживания [10]. Затем она применялась для моделирования в геопространстве с визуализацией результатов, для создания геоинформационных систем, для моделирования картографических изменений с применением математических методов, для решения задач коммивояжера с привязкой к географическим координатам.

Для развития системы Pilgrim применялась теория планирования компьютерного эксперимента, в том числе с использованием моделей регрессии с разными функциями распределения и концепции факторного эксперимента [9], а также теория нечеткой логики [13].

В настоящее время система Pilgrim развивается на основе применения метаэвристических методов, основанных на высокоуровневой стратегии поиска приближенного решения, который опирается на несколько эвристик нижнего уровня [12]. Использование этих методов дает возможность решения сложных оптимизационных задач без наличия полных и точных знаний о пространстве поиска. В таких случаях осуществляется прямой случайный поиск решений, близких к оптимальным, до тех пор, пока будет выполнено условие останова (число итераций, уро-

вень значимости и др.).

Применяются алгоритмы роевого интеллекта, основанные на моделировании коллективного поведения колоний различных живых организмов: оптимизации в муравьиных и пчелиных колониях, бактериальной оптимизации, светлячковый алгоритм, кукушкин поиск, алгоритмов бактериальной оптимизации, которые позволяют учитывать благоприятные и негативные факторы [14].

### **Заключение**

Работы по развитию системы компьютерного имитационного моделирования Pilgrim продолжают осуществляться в Национальном исследовательском университете «МЭИ» и его филиале в г. Смоленске.

### **Список литературы**

1. Емельянов А.А., Булыгина О.В., Емельянова Н.З., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. – 450 с.
2. Емельянов А.А., Булыгина О.В., Емельянова Н.З. Имитационное моделирование в экономике и управлении. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 592 с.
3. Емельянов А.А. Имитационное моделирование в управлении рисками. – СПб.: Инжэкон, 2000. – 376 с.
4. Булыгина О.В., Емельянов А.А., Емельянова Н.З. Имитационное моделирование в системном анализе, экономике и бизнесе. – М.: Издательство МЭИ, 2019. 268 с.
5. Емельянов А.А., Власова Е.А. Имитационное моделирование в экономических информационных системах. М.: МЭСИ, 1998. – 108 с.
6. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
7. Калянов Г.Н. CASE структурный системный анализ (автоматизация и применение). – М.: Лори, 1996. – 241 с.
8. Налимов В.В., Чернова И.А. Статистические методы планирования экспериментов. – М.: Наука, 1965. – 366 с.
9. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. – М.: Мир, 1975. – 392 с.
10. Саати Т. Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Сов. Радио, 1970. – 377 с.
11. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.; изд. 2-е – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. – 848 с.
12. Bulygina O.V., Emelyanov A.A., Emelyanova N.Z. Complex swarm-simulation modeling of innovative projects promotion into the regions // 2018 4th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2018 – Proceedings, 2018.
13. Bulygina O.V., Emelyanov A.A., Emelyanova N.Z., Yashin E.S. Simulation and fuzzy logic in import substitution risk management of high-tech equipment // 2020 5th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2020 – Proceedings, 2020.
14. Passino K.M. Biomimicry of bacterial foraging for distributed optimization and control // IEEE Control Systems Magazine, 2002, vol. 22, no. 3, pp. 52-67.

*Кацко Игорь Александрович,*  
профессор, д-р. экон. наук, профессор;  
*Кацко Светлана Александровна,*  
доцент, канд. экон. наук, доцент

## ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СИСТЕМО-СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ Ю.И. ЛЫПАРЯ

Россия, г. Краснодар, ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ  
им. И.Т. Трубилина»,  
ingward@mail.ru

*Памяти Юрия Ивановича Лыпаря*



*Юрий Иванович Лыпарь* (15.01.1939–21.07.2021) – доктор технических наук, профессор, член Международной академии наук высшей школы (МАНВШ), работал профессором кафедры Системный анализ и управление Ленинградского политехнического института (в н.в. Санкт Петербургский политехнический университет Петра Великого). Имеет около 200 публикаций, в том числе, вышедший в трех изданиях учебник «Электронные устройства автоматики и телемеханики» [5], имеет 13 изобретений СССР, соавтор Справочника «Системный анализ и принятие решений» [4] и учебника «Моделирование

систем и процессов» [11].

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные положения теории системно-структурного проектирования (ТССП) Юрия Ивановича Лыпаря, ушедшего из жизни в 2021 году.

**Ключевые слова:** объект, система, проектирование, компоненты, аспекты, требования, синтез, конструкция.

*Igor A. Katsko,*  
Doctor of Economic Sciences, Professor;  
*Svetlana A. Katsko,*  
Associate Professor, Candidate of Economic Sciences,

## ELEMENTS OF THE THEORY OF SYSTEM-STRUCTURAL DESIGN YU. I. LYPAR

Russia, Krasnodar, «Kuban State University named after  
I. T. Trubilin», ingward@mail.ru



*Abstract.* The article discusses the main provisions of the theory of system-structural design (TSSP) of Yuri Ivanovich Lypar, who passed away in 2021.

*Keywords:* object, system, design, components, aspects, requirements, synthesis, design.

**Введение.** Классическая теория систем (в основном) занимается изучением существующих систем (системный анализ). Синтез новых систем, удовлетворяющих заданным требованиям, в каждой области науки и деятельности человека рассматривается как отдельная задача, определяемая контекстом предметной области (строительства, создания электронных схем, создания информационных систем и т.д.). Сложность задачи системного синтеза не позволяла претендовать на создание общей теории, которая была получена, благодаря глубокому пониманию аспектов сложных систем (функционального, структурного, конструкторского и технологического) в 1970-80-е годы Ю.И. Лыпарем и в известной степени может считаться претечей и обобщением унифицированного языка моделирования UML (*Unified Modeling Language*) (1995), что потенциально может вывести объектно-ориентированное моделирование (проектирование) на новый качественный уровень, благодаря использованию универсальных компонент и аспектов системы [1—8].

**1. Моделирование сложных систем.** Изучение известных систем и построение их информационных моделей (обычно бизнес-моделей) сегодня опирается на объектно-ориентированное моделирование (UML). Часто информационная система строится уже для существующего объекта. Разработка и изучение моделей системы служит для решения задач управления и прогнозирования. Если известные подсистемы (подмодели) не позволяют решить новую задачу, то обычно пытаются решить задачу перебором возможных вариантов решения и часто это удается из-за большого числа специалистов, занятых решением. В работах Ю.И. Лыпара [1-6] изложена и обоснована системная теория синтеза электронных устройств, позволяющая формально решать изобретательские задачи, связанные с синтезом принципов и способов построения этих устройств, а также синтезом их структур [4]. В работе [2] предложена сжимающаяся спиралевидная модель проектирования, содержащая четыре аспекта: функциональный, структурный, конструкторский и технологический (рис.1). В работах [1, 2] теоретически показано, что проектирование по каждому из аспектов должно содержать (чтобы избежать принятия интуитивных решений) 7 этапов. В последующие годы была осознана универсальность теории, что подтвердилось практическими приложениями при проектировании: электронных устройств, управления портфелем ценных бумаг, формального построения баз знаний электронных устройств, построения читаемых курсов лекций, алгоритмов для разработ-

чиков программного обеспечения, структур методик лечения болезней и др. Все эти направления основываются на единой теории системного проектирования разработанной Ю.И. Лыпарем.

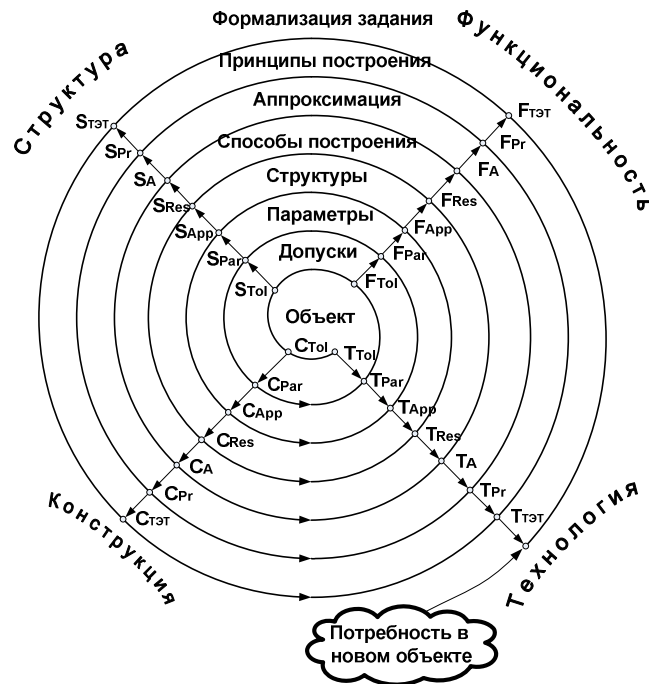


Рис.1. Спиралевидная модель процесса проектирования

**2. Формализованное представление ТССП.** Опираясь на работу [8], рассмотрим ряд утверждений, которые в отличие от аксиом могут изменяться и служат основой формального описания, необходимого для того, чтобы обозначить универсальность теории и алгоритмизировать ее использование.

**Утверждение 1.** Синтезируемая система (объект) представима в виде комплекса взаимосвязанных укрупненных компонент:

$$S \equiv \langle Z, S, T, F, N, C \rangle \quad (1)$$

где  $Z = \{z_i\}$  – цели; аспекты:

структурный

$S = \{STR_{пр}, STR_{орг}, \dots\}$  – производственные, организационные и др. структуры;

технологический

$T = \{meth, means, alg, \dots\}$  – технологии (методы, средства, алгоритмы и т. п.), реализующие систему;

функциональный

$\Phi = \{\varphi_{ex}, \varphi_{in}\}$  – условия существования системы (внешние, внутренние) или функциональность системы;

конструкторский

$C$  – конструкция (конструирование),

$N$  – наблюдатели, на языке которых описываются компоненты, отношения и их свойства.

Итак, в рамках теории системного синтеза (проектирования), для создания нового объекта необходимо две внешних компоненты – цель, наблюдатели и четыре внутренних компоненты, обозначенных как аспекты (страты) процесса синтеза: технологический, функциональный, структурный и конструкторский. Сначала наблюдатель (ЛПР), описывающий и задающий цель системы на своем языке, постулирует необходимость в новом объекте (подсистеме) для достижения системой заданных целей. Исходя из свойств внешней системы, формулируются технологические, технические, эксплуатационные, экономические, экологические требования – ТЭТ.

Предложенный процесс системного синтеза (см. рис. 1) образно можно представить в виде воронки (вихря), внутри которой находятся сетки по числу этапов проектирования. Ячейки сетки изменяют свои размеры и конфигурацию по мере прохождения этапов. Сквозь сетку проходят только эффективные решения, т. е. решения, удовлетворяющие ТЭТ.

Процесс проектирования начинается с генерации огромного числа вариантов, а по его окончании порождается счётное множество конкурирующих вариантов, как правило, не превышающее тысячи. На сетках остаются решения, отвергнутые при конкретном задании на проектирование, но сохраняемые в базе знаний для возможного использования в проектах с другими требованиями [1–8].

**Утверждение 2.** Каждый из аспектов должен содержать 7 этапов: *формализация, принципы построения, аппроксимация, способы построения, структуры, параметры, допуски.*

Рассмотрим эти этапы:

1) *формализация задания* – обеспечивает перевод проблемы создания объекта с нужными свойствами из конкретной предметной области на математический язык;

2) *принципы построения*, например, обеспечивают *минимально необходимые допустимые логические конструкции* (пропозициональные формулы) из элементарных для рассматриваемого уровня проектирования конструкторов при построении более сложных элементов системы (последовательный – конъюнкция, параллельный – дизъюнкция, с обратной связью и пр.);

3) *аппроксимация* – представление проектируемого объекта на основании имеющейся информации о целях, критериях (и пр.), заданных в модели предметной области – семантической сетью, фреймом, когнитивной картой и т. д., в виде аналитической модели, предполагающей возможность исследования:

а) дифференциальные, разностные уравнения и системы уравнений в области синтеза технических, технологических объектов;

б) графические вероятностные, статистические, когнитивные модели, а также модели нелинейной науки (вейвлеты, фракталы и др.) в области синтеза социально-экономических систем;

в) *IDEFO* и *UML* – модели в области построения информационных систем.

Для практического применения модели необходимым моментом на этом этапе является исследование на устойчивость. Например, полученные значения параметров моделей исследуются на относительную чувствительность – как изменяется относительное значение результирующей функции при относительном изменении параметра.

4) *способы построения* – изучаются в каждой области отдельно, автором ТССП этот этап подробно исследован для синтеза электронных устройств [1–8].

5) *структуры* – подсистемы синтезируемого объекта, реализующие способы построения и позволяющие на инструментальном уровне построить модель, полученную на этапе аппроксимации;

б) *параметры* – значения параметров модели, полученной на этапе аппроксимации,

7) *допуски* – допустимые отклонения параметров объекта, позволяющие решать задачу внешней системы (среды), из-за которой понадобился новый объект.

**Утверждение 3.** *Открытость синтезируемой системы определяет приоритет конструктивного подхода, выражающегося в возможности изменения ТЭТ для достижения цели – получения нового объекта.*

Вычислительная сложность решения задачи синтеза нового объекта с заданными параметрами (качественными и количественными) показывает ее принадлежность к NP-полным задачам.

Истоки путей решения этой проблемы, по-видимому, следует искать у Ж. Адамара, который, исследуя процесс изобретательства, обнаружил, что для повышения его эффективности необходимо последовательное переключение с образной (О) или гуманитарной формы мышления на формальную (Ф) или логическую и наоборот (иначе говоря, чередуя качественные и количественные методы). К этому же выводу пришел известный кибернетик Ст. Бир, основываясь на теореме К. Геделя о неполноте любой формальной системы, предложив *принцип внешних дополнений*, основанный на включении дополнительной качественной информации о свойствах и целях системы. Таким образом, математические доказательства – это опосредованные средства убеждения, которые не обладают абсолютной строгостью [8].

Эта идея положена в основу метода постепенной формализации процесса решения проблемы в системном анализе, она также играет основную роль в теории системно-структурного синтеза (возврат на предыдущие уровни по линиям аспектов для уточнения и (или) дополнения с помощью наблюдателя (ЛПР) количественно-качественной информации).

**Утверждение 4.** *Основой выводов при синтезе системы являются правдоподобные рассуждения на базе лексикографического порядка.*

- Следует отметить, что наши знания и представления о новом объекте под влиянием новой информации в процессе синтеза изменяются. Применение формальных и неформальных методов к синтезу (и анализу) объекта предполагает реализацию процесса, описанного Д. Пойа и названного «правдоподобным рассуждением» такого типа:  $B_1$  – сформулированные ТЭТ обеспечивают решение проблемы ЛПР,  $B_2$  – ТЭТ позволяют связать проблему ЛПР и возможности реализации объекта,  $B_3$  – аналогичные ТЭТ позволили решить подобную задачу синтеза нового объекта, ...,  $B_n$ .  $A$  – новый объект устраивает ЛПР.

Фактически в процессе синтеза нового объекта, согласуя ТЭТ и возможности их реализации мы действуем согласно фундаментальной индуктивной схеме Д. Пойа:

$$\frac{A \rightarrow B}{V \text{ истинно}} \\ A \text{ более правдоподобно}$$

Правдоподобные рассуждения согласно Д. Пойа расширяют обычный логический вывод и отличаются от него (в частности от доказательства): открытостью множества аргументов, использованием правил не только достоверного, но и правдоподобного вывода. Доказательные (формализованные) и правдоподобные (неформализованные) рассуждения дополняют друг друга. Принятие решений по синтезу нового объекта основывается на доводах, которые следует относить к правдоподобным рассуждениям. Согласно Д. Пойа Выражение «из  $A$  следует  $B$ » ( $A \rightarrow B$ ) не совпадает с обычной импликацией, рассматриваемой в математической логике. На самом деле неявно предполагается, что  $A$  и  $B$  некоторым образом связаны между собой и переход от посылки (посылок) к следствию носит не достоверный (как при дедукции), а лишь правдоподобный (проблематичный) характер.

- Формализация процесса правдоподобных рассуждений основывается на упорядочении ТЭТ (от самых важных с точки зрения ЛПР, в том числе обеспечивающих устойчивость) и представлении в виде функции выбора, чтобы при лексикографическом сравнении разных структур, можно было отсеять на

самых ранних стадиях проектирования структуры, не удовлетворяющие ТЭТ:

- по векторному критерию качества  $i$ -го этапа

$$Ef_i = (Ef_{i1}, \dots, Ef_{i\eta}, \dots, Ef_{i\lambda}) \quad (2)$$

- сравнивают  $l$  синтезированных структур. Считают, что структура  $W_k$  не хуже структуры  $W_t$  ( $W_k \geq W_t$ ), если выполнено

$$Ef_{ih}(W_k) > Ef_{ih}(W_t); \quad h = \overline{1, l} \quad (3)$$

- и структуры эквивалентны ( $W_k = W_t$ ) в смысле критерия  $Ef_i$ , если

$$Ef_{ih}(W_k) = Ef_{ih}(W_t). \quad (4)$$

Частные критерии не все равноценны, поэтому ранжируют их по важности, объединив равноценные в комплексы. В этом случае можно добиваться приращения более важного критерия за счёт потерь по всем остальным менее важным критериям. Отыскание в указанном смысле эффективных структур можно осуществить, решив лексикографическую задачу оптимизации, для  $i$ -го этапа:

$$\underset{W \in W_\gamma}{lex \inf} F_{Ef_i}(Ef_i(W)). \quad (5)$$

- где  $W_\gamma$  – множество всех возможных структур в соответствии с лексикографическим отношением предпочтения структур  $W_k \overset{lex}{>} W_t$ , которое будет справедливо, если выполняется одно из  $\lambda$  условий

$$\begin{aligned} 1) \quad & Ef_{i1}(W_k) > Ef_{i1}(W_t), \quad Ef_{i1}(W_k) = Ef_{i1}(W_t), \\ 2) \quad & Ef_{i2}(W_k) > Ef_{i1}(W_t), \quad Ef_{i2}(W_k) = Ef_{i2}(W_t), \end{aligned} \quad (6)$$

• .....

$$\bullet \lambda) \quad Ef_{i\lambda}(W_k) > Ef_{i\lambda}(W_t), \quad Ef_{i\lambda}(W_k) = Ef_{i\lambda}(W_t),$$

$$\bullet \quad \text{где } k = \overline{1, l-1}$$

- Когда лексикографически эффективные структуры существуют, то задачу лексикографической оптимизации решают так: найти

$$\bullet \quad \underset{W \in W_\gamma}{lex \inf} F_{Ef_i}(Ef_i(W)), \quad \text{где } i = \overline{1, 6}. \quad (7)$$

**Утверждение 5.** Интеллектуальные агенты обеспечивают параллельное уточнение критериев по всем аспектам и их согласование с ЛПР, что существенно снижает размерность проблемы синтеза.

- В настоящее время актуальна точка зрения на искусственный интеллект как на науку об агентах, которые активно воспринимают

*окружающую среду, и выполняют действия, отражающие восприятие изменений. Агентом является все, что может рассматриваться как воспринимающее свою среду с помощью датчиков и воздействующее на эту среду с помощью исполнительных механизмов [10].*

На каждом аспекте осуществляется отсечение решений, которые не удовлетворяют требованиям качества системы с помощью функций выбора, сформулированных для данного этапа. Оставшееся подмножество содержит эквивалентные возможные решения, т. е. неразличимые с помощью функции выбора данного этапа. На основе полученного подмножества решений формируются функции выбора для каждого следующего этапа проектирования. Для следующего этапа лицом, принимающим решения, осуществляется выбор из синтезированного подмножества одно из *эффективных решений. Проектирование ведется параллельно по всем четырем аспектам с учетом ТЭТ:*

1) на *технологическом аспекте* рассматриваются требования, ограничения и возможности современных технологий (методы, средства, алгоритмы), параметры новых элементов (конструктов), необходимых для создания новых подсистем и компонент, которые можно применить при создании объекта с заданными свойствами,

2) на *функциональном аспекте* проектирования анализируются внешние и внутренние функциональные свойства системы, которыми она должна обладать в соответствии с целью;

3) на *структурном аспекте* порождается несколько решений, которые для изучения свойств желательно описать формально;

4) на *конструкторском аспекте* анализируются возможности (требования и ограничения), которые необходимо учесть на структурном аспекте.

Таким образом, о свойствах и характеристиках будущего объекта (системы) становится всё известно до появления самой схемы системы (объекта).

**Заключение.** Теория системно-структурного проектирования (ТССП) Ю.И. Лыпаря в известной степени предвосхищает языки объектно-ориентированного моделирования (UML). Опираясь на терминологию UML, для проектирования предлагается 7 универсальных классов (*формализация, принципы построения, аппроксимация, способы построения, структуры, параметры, допуски*), атрибутами которых служат универсальные компоненты системы: Т – *технология*, Ф – *функциональность*, S – *структура*, С – *конструкция* (конструирование, действие, позволяющее реализовать три предшествующие компоненты).

В языке UML реализуется 12 типов диаграмм, представляющих: *статическую структуру* (компонента S) – 4 типа диаграмм; *поведенческие аспекты* (компонета Ф) – 5 типов диаграмм; *реализацию функционирования системы* (компонента Т) – 3 типа диаграмм [9]. В ТССП добавляется компонента С – конструкция, кроме того, все типы моделей объединены в одной схеме. Таким образом, реализация идей ТССП Ю.И. Лыпаря для широкого круга пользователей в виде еще одного типа диаграмм в UML, обобщающих другие типы диаграмм, позволит выйти на новый уровень объектно-ориентированного моделирования и проектирования.

### Список литературы

1. Лыпарь Ю.И. Системный синтез структур электронных и электрических цепей. Часть I. // Электричество, №2, 2007.
2. Лыпарь Ю.И. Системное проектирование. Функциональный и структурный аспекты // Сборник статей, посвященный 50-летию секции «Кибернетика» Изд-во «Политехника», 2006, с. 217–238.
3. Лыпарь Ю.И. Чувствительность, безусловная устойчивость и качество систем // Сборник статей, посвященный 50-летию секции «Кибернетика» Изд-во «Политехника», 2006, с. 239–253.
4. Лыпарь Ю.И. Системно-структурный синтез // В учеб. пособии «Системный анализ и принятие решений. Словарь-справочник под общ. Ред. В.Н. Волковой и В.Н. Козлова, М. Высш. Школа, 2004, с. 427–439.
5. Захаров В.К., Лыпарь Ю.И. Электронные устройства автоматики и телемеханики: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1984. – 432 с.
6. Лыпарь Ю.И. Синтез баз знаний аналоговых электронных устройств. // Ульяновск: Труды междунар. конф. «Континуальные и алгебраические логики, исчисления и нейроинформатика в науке и технике», т.3, 2006, с.120–128.
7. Лыпарь, Ю.И. Системное проектирование и управление портфелем ценных бумаг / Ю.И. Лыпарь, Д.А. Крепышев // Новые технологии – 2010. – № 3.
8. Лыпарь, Ю.И. Теория системно-структурного проектирования – основа интеллектуализации разработки моделей и систем поддержки принятия решений: монография / Ю.И. Лыпарь, И.А. Кацко, Г.Ф. Бершицкая: КГАУ. – Краснодар., 2010. – 49 с.
9. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка / Дж. Рамбо, М. Блаха. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 544 с.
10. Искусственный интеллект: современный подход. 4-е изд., том 1. Решение проблем: знания и рассуждения / С. Рассел, П. Норвиг.: Пер. с англ. – СПб.: «Диалектика», 2021. – 704 с.
11. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / Под ред. В. Н. Волковой и В.Н. Козлова. – М.: Изд-во Юрайт, 2015. – 449 с.



## Секция 1

### ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ОБЩЕТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Председатель – *Шипунова Ольга Дмитриевна*,  
д-р. филос. наук, профессор СПбПУ Петра Великого  
Ученый секретарь – *Ефременко Ольга Алексеевна*,  
аспирант СПбПУ Петра Великого

УДК 141.155

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-56

*Шипунова Ольга Дмитриевна*,  
профессор, доктор философских наук, профессор

### КОММУНИКАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СТРУКТУР

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого, [o\\_shipunova@mail.ru](mailto:o_shipunova@mail.ru)

*Аннотация.* Статья посвящена философским аспектам эволюции интеллектуальных структур, которые в истории человеческого социума реализуются в естественных и искусственных формах. Цель статьи – представить генезис интеллектуальных структур в рамках системной методологии, опираясь на представление о функциональных системах, показать, что смарт технологии структуры ИИ вписаны функционально в социально коммуникативную сеть. Подчеркивается роль цифровых агентов виртуального мира, которые трансформируют традиционное медиапространство социума.

*Ключевые слова:* философия интеллекта, когнитивная эволюция, генетические модели, социально-антропологическая целостность, коммуникативные факторы, когнитивная гиперсеть, искусственный интеллект.

*Olga D. Shipunova*,  
Professor, Doctor of Philosophy Sciences,

### COMMUNICATIVE FACTORS IN THE INTELLECTUAL STRUCTURES EVOLUTION

Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
[o\\_shipunova@mail.ru](mailto:o_shipunova@mail.ru)

*Abstract.* The article is devoted to the philosophical aspects of the evolution of intellectual structures, which in the history of human society are realized in natural and artificial forms. The article purpose is to present the intelligent structures genesis within the system methodology framework. The author shows that smart technologies and artificial

intelligence structures are functionally inscribed in a socially communicative network. The virtual world digital agents' role, transforming the traditional common space of society, is emphasized.

**Keywords:** philosophy of intelligence, cognitive evolution, genetic models, socio-anthropological integrity, communicative factors, cognitive hyper-net, artificial intelligence.

## **Введение**

Актуальность обращения к проблемам эволюции интеллектуальных структур в виде искусственного интеллекта связана с отношением человека к технологиям, которые интенсивно внедряются в коммуникативное и семантическое пространство жизненного мира социума. В литературе и публичном пространстве обсуждаются перспективы развития смарт технологий в различных сферах человеческой деятельности. Тенденции технологического прогресса в направлении интеграции естественного и искусственного воплощения интеллекта порождает новые мифы о киборгах. Параллельно возникает стремление уточнить сущность собственно интеллекта как вполне реального явления, которое характеризует и социальный мир, и психофизиологическую природу человека.

### **1. Постановка задачи**

#### **1.1. Описание предметной области**

Анализ эволюции интеллектуальных структур лежит в междисциплинарной области современной науки, становление которой связано с появлением наук о сложных системах. На этой почве оформился новый общенаучный понятийный аппарат и познавательные стратегии в виде системного, функционального, информационного подходов. Философская установка в анализе интеллектуальных структур информационного общества акцентирует их взаимосвязь с эволюцией образа жизни человека, подчеркивая в частности роль коммуникативных процессов в организации социума в его истории и современности. Социально-генетическая установка позволяет по-новому представить соотношение искусственного и естественного интеллекта в оценке перспективы технологической и компьютерной революции.

#### **1.2. Проблема статуса интеллекта**

В научной и философской литературе статус интеллекта не однозначен [1]. В психологических теориях преобладает трактовка интеллекта как ментального процесса в жизнедеятельности индивида. В философской традиции интеллект отождествляется с разумом и мышлением, трактуется как родовое качество человека. Феномен интеллекта исследуется биологами на основе действия нейронов и нейросети [2]. Психологи исследуют интеллект как форму организации ментального опыта и ментальной активности [3]. В общенаучном плане природа интеллекта исследуется в контексте информационной парадигмы и соотносится с расширенными представлениями о когнитивных процессах [4, 5, 6, 7].

В данной статье акцентируется системный подход, который позволяет соединить искусственный и естественный уровни интеллектуальных структур на базе представления о функциональных системах, закономерно возникающих в коммуникативном пространстве сложно организованного социума, выделить условия, стимулирующие генезис интеллектуальных структур в истории культуры и современном обществе.

### 1.3. Методологический принцип социально-генетического подхода

Методологической основой предлагаемого анализа выступает принцип макродетерминации, согласно которому закономерности поведения индивидуальной системы, определенные структурными элементами (их природой и взаимодействиями), корректируются достаточно жестко условиями среды. Это выражается в ограничении потенциальных возможностей функционирования элементов сложноорганизованной целостности. Давление среды выступает системной причиной изменения потенциальной нормы адаптации, что вызывает структурно-функциональную перестройку живой системы. Матрица системных условий организует поведение и взаимосвязи элементов, но не влияет на физический уровень процессов. Уровень ментальности, образуя более высокий порядок организации целого, порождает и новый уровень информационного контроля.

В этом ключе современная биология трактует роль коммуникативных сигналов в самоорганизации популяций и эволюции когнитивных структур психики. Нароботан большой фактический материал о коммуникативных жестах и звуковых особенностях такого рода сигналов, понимаемых в популяции однозначно в стрессовой ситуации [8]. Коммуникативные сигналы (звуки, жесты) генетически привязаны не к конкретному физиологическому органу (например, к органу пищеварения), а к инстинкту в его роли функциональной системы самосохранения на уровне адаптивной нормы.

## **2. Информация и коммуникация в анализе генезиса естественного интеллекта**

Положение о том, что развитие интеллектуальных структур (в виде логических операций) укоренены во взаимосвязи субъекта и объекта и порождаются этой связью, было выдвинуто в генетической психологии Ж. Пиаже [9]. В качестве фундаментальной черты интеллектуальной деятельности он выделил постоянство трех когнитивных стратегий: анализ свойств, исследование отношений, построение вербальной (формально-логической) модели. Ему принадлежит идея о существовании определенного параллелизма в становлении когнитивных структур в онтогенезе, филогенезе мышления и в развитии структур научного познания.

Исходя из принципа интериоризации действия в мысль, Ж. Пиаже исследовал в качестве стадийных структур интеллекта сенсомоторные действия (как системы обратимых действий с материальными предметами), конкретные операции, выполняемые в уме с опорой на внешние наглядные факты, и формальные структуры (или операции), лежащие в основе способности к гипотетико-дедуктивному рассуждению. Подчеркивая скачкообразный характер становления интеллектуальных функций в онтогенезе, Ж. Пиаже выделил ступени относительно стабильного равновесия во взаимодействии индивида с окружающей средой (имеющей характер социоприродной реальности). Переход к последующей стадии означает перестройку предшествующих форм мышления, которые не исчезают, а остаются в виде относительно автономной интеллектуальной практики. С этим связано различие сенсомоторного, ситуативно-практического, дискурсивного, познавательного, теоретического, творческого действия. В генетической психологии интеллекта Ж. Пиаже, таким образом, предвосхищается и позиция радикального конструктивизма, выделяющего область взаимодействий в качестве когнитивной, и теория системо-мыследеятельности (Г.П. Щедровицкий), в которой развивается представление о мыслекоммуникации и различии интеллектуальных практик в феноменологии субъективного и социального действия. В онтогенезе порождающим психические структуры фактором, согласно Ж. Пиаже, выступают инвариантность и обратимость действия (сначала физического, коммуникативного, затем мысленного, в виде логической операции). Социально-генетический смысл инварианта действия - сжатый информационный обмен.

В социобиологии объяснение закономерности эволюции человеческой психики и сознания опирается на многоуровневую модель прямых и обратных взаимодействий между генами и культурой, в которой выделены клеточный уровень нервной ткани и уровень когнитивного развития [10]. Двустороннее взаимодействие генетических и культурных факторов рассматривается как геннокультурная коэволюция. Человеческая культура формируется когнитивными механизмами, которые закрепляют в психике человека некие врожденные «эпигенетические правила», направляющие поведение и мышление. Эпигенетические правила действуют как информационный фильтр в развитии сообщества, осуществляя естественный отбор среди культурных альтернатив. Механизмы наследования культурного и родового опыта жизни все же направляются генетическими программами и явно представлены в процессе обучения, в котором врожденные эпигенетические правила выделяют культургены (единицы информации), соответствующие определенному типу поведения. Культурген выступает в качестве элемента ментального эпигенеза,

обусловленного генетически уже в исходной установке.

Вопрос о происхождении информационных кодов, запускающих иерархически построенные программы действия, отработанные в филогенезе, указывает на сложно организованную среду жизни индивидуального организма в качестве макроуровня, который существует априори и определяет информационный механизм психической регуляции этого организма.

В социально-антропологической модели эволюции когнитивных структур личностное бытие выступает микроуровнем социума. Векторы мотивации и ментальной динамики определяются интенциями адаптации, целеполагания, самоидентификации. Связность социума как антропологической целостности обеспечивается оформленным пространством коммуникации, определяющим потенциальные взаимосвязи индивидуумов, а также наличием определенного уровня активности, который закрепляется в качестве психической нормы эмоциональной и интеллектуальной активности. Палеопсихологическая концепция Б.Ф. Поршнева [11] подчёркивает коммуникативное основание происхождения речи и эмоций в качестве надбиологических функций, которые в человеческом сообществе определяют психофизиологическую норму адаптации.

Социальный образ жизни, характерный для гоминид, оказался адаптивно ценным и получил закрепление в геноме всех непосредственных предшественников современного человека, также как и когнитивная ориентация поведения. Речевая и духовная культура оказалась адаптивно ценной формой защиты и сохранения социальной общности, обеспечивала выживание вида *Homo Sapiens* на протяжении тысячелетий [12]. В современном мире эволюция мозга как наиболее изменчивого органа в строении человека и его нервной системы не прекращается, утверждает С.В. Савельев [13]. Для формирования функциональных основ сознания человека нужна синхронизация скорости морфологической дифференцировки головного мозга в условиях богатой среды социальных взаимодействий.

Норма разумного поведения человека привязана, с одной стороны к усвоению речи и пониманию смысла слов и выражений, с другой стороны, к ограничению эмоциональной реакции в этических и моральных нормах, фиксирующих внутренние барьеры интенций, мотивов, побуждений в максимах и установках. Торможение безотчетного подчинения и подражания, становится фактором функциональной эволюции индивида, в ходе которой формируется интеллектуальная архитектура действий, предполагающих иной уровень коммуникации - уровень понимания [14]. Интеллектуальное развитие связано с необходимой нормой включения индивида в сообщество и в существенной мере влияет на общую норму психической и физической активности человека.

### **3. Факторы эволюции интеллектуальных структур**

В сетевой модели К.В. Анохина [15] социально-антропологическая целостность связана когнитивной гиперсетью, динамика которой порождает интенции сознания. С этой точки зрения, закономерность интеллекта в качестве функциональной нормы психики человека определена тотальной связностью социально-антропологической целостности на уровне когнитивной гиперсети. Семантика когнитивных систем культуры и дискурсивная техника коммуникации определяют естественную для человека норму интеллектуальной активности. В этой логике, постоянное воспроизводства естественной для человека технологии жизни и условие сохранения целостности социума порождают интеллект как самый тонкий механизм его тотального влияния на индивидуальное развитие и поведение.

*Функции интеллекта* определены адаптивным отношением, взаимодействием, порождающим комплекс прогнозирующих (когнитивных) действий. Интеллектуальная архитектура субъективного действия при этом связывается с семантическим уровнем информационной сети. Иерархически организованная когнитивная гиперсеть антропологической целостности, в которую включена нейронная сеть мозга, осуществляет информационный контроль и стимулирование ментальной активности индивида.

#### **3.1. Искусственный интеллект и социум**

Фундаментальная позиция, определяющая базовый уровень понимания интеллекта и методологию создания искусственных интеллектуальных систем, представлена компьютерной метафорой. Ее суть составляет положение о тождестве процессов мышления и переработки информации, которое распространяется на все операции с системами знания в рамках когнитивной науки [16, 17].

Одно из современных определений искусственного интеллекта (ИИ) связывает его с комплексом технологических решений, позволяющих имитировать когнитивные функции человека, включая самообучение и способность решать поставленные задачи, сравнимые с интеллектуальными действиями человека. И. Шнуренко подчёркивает замкнутый круг в попытках дать определение ИИ с отсылкой к интеллектуальным функциям человека, поскольку в этом случае одно неопределенное понятие соотносится с другим тоже достаточно неопределенным понятием. Более содержательное определение, с его точки зрения, дает Ш. Легг, связывая с сущностью интеллекта способность некоего агента ставить цели и решать различные задачи в изменяющейся среде. В зависимости от материального субстрата агента различается естественный интеллект как действия человека и искусственный интеллект, если агентом выступает

машина [18, с. 156–157]. Современный мир развивается на основе взаимодействия гибридных участников: в виртуальном пространстве сталкиваются субъекты различной «телесности» [19]. Цифровые приложения киберреальности и модусы личности, функционально связанные с динамикой интерактивной сети, рассматриваются как смарт системы в рамках технологии искусственного интеллекта.

### **Заключение**

Успех интеллектуальных технологий в современной цифровой варианте связан с моделированием способности человека анализировать и диагностировать ситуации, обучаться и принимать решения. Круг действия ИИ все более приближается к интеллектуальным действиям человека с целью его замещения. Однако, как отмечает К. Швабб, ИИ и робототехника в перспективе лишь изменят задачи человека, а не сделают его ненужным, поскольку полной автоматизации поддаются небольшой процент рабочих мест [21, с.154]. Кроме того, в смарт технологиях остается неопределенным вопрос доверия к действиям умной машины, поскольку ИИ действует принципу «черного ящика», а вопрос об ответственности и вовсе не лежит в их компетенции.

Перспективы ИИ должны быть связаны с согласованием целей и ценностей человеческого социума. В глобальном контексте любые интеллектуальные структуры стимулируются коммуникативной средой социума. Философия в данном случае акцентирует аспекты не машинизируемых функций в интеллектуальных действиях человека, которые связаны с критериями адекватности понимания и оценивания ситуаций, которые составляют базу интеллектуального потенциала человека.

### **Список литературы**

1. Хант Г. О природе сознания: С когнитивной, феноменологической и трансперсональной точек зрения. – М.: АСТ, 2004. – 555 с.
2. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект. Модели и концепции эволюционной кибернетики № 23. Изд.10. – М.: УРСС, 2019. – 224 с.
3. Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – М.: Изд-во ЮРАЙТ, 2019. – 334 с.
4. Bechtel W. Mental Mechanisms. Philosophical Perspectives on Cognitive Neuroscience. 2008 by Taylor & Francis Group, LLC. New York.
5. Bechtel W. & Herschbach M. Philosophy of the Cognitive Sciences / Philosophy of the special sciences. 2010, pp.237-261, Albany, NY: SUNY Press;
6. Максимов Л.В. — Когнитивная наука: новая жизнь старых парадигм // Философская мысль. – 2017. – № 11. – С. 11 - 24. DOI: 10.25136/2409-8728.2017.11.24657 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=24657](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=24657).
7. Матурана У. Биология познания // Язык и интеллект. М.: Прогресс, 1995. – С.95–142.
8. Кликс Ф. Пробуждающееся мышление. У истоков человеческого интеллекта. – М.: Прогресс, 1983. – 301с.
9. Пиаже Ж. Психология интеллекта. — СПб.: Питер, 2004 — 192 с.

10. Wilson E.O. Sociobiology: The New Synthesis. Cambridge (Mass.); London : Belknap press of Harvard univ. press, 2002. – XIII. – 697 с.
11. Поршнева Б.Ф. О начале человеческой истории. – М.: Мысль, 1974. – 487 с.
12. Бескова И.А., Герасимова И.А., Меркулов И.П. Феномен сознания. – М.: Прогресс-Традиция, 2010. – 367с.
13. Савельев С.В. Морфология сознания: в 2 т. – М.: ВЕДИ, 2018. – Т.1. – 208 с.
14. Шипунова О.Д. Критические точки социогенеза. – М.: Мысль, 2004, т.5, № 1. – С.169–183.
15. Анохин К.В. Коннектом и когнитом.  
<https://newtonew.com/science/connectomics-brain-models>
16. Минский М. Фреймы для представления знаний. М.: Энергия, 1979. – 151 с.
17. G.A.Simon & C.A.Kaplan. Foundations of Cognitive Science // Foundations of Cognitive Science. 1991. P. 1–49
18. Шнуренко И. Человек взломанный. – М.: Издательство «Наше завтра», 2021. – 456 с.
19. Иванов Д.В. Виртуализация общества. – СПб: "Петербургское Востоковедение". – 2000. – 96 с. – URL: [http://lib.ru/POLITOLOG/ivanov\\_d\\_v.txt](http://lib.ru/POLITOLOG/ivanov_d_v.txt) (дата обращения 21.07.2021).
20. Прохоров А., Лысачев М. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт / Научный редактор профессор А. Боровков. – М.: ООО «АльянсПринт». – 2020. – 401 с.
21. Шваб К. Технологии четвертой промышленной революции. – М.: Эксмо, 2019. – 320с.

УДК 165.1 : 510 : 7.01

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-57

*Войцехович Вячеслав Эмерикович<sup>1</sup>,*

профессор, доктор философских наук, профессор;

*Вольнов Илья Николаевич<sup>2</sup>,*

Директор Центра технологической поддержки образования,

доцент, кандидат технических наук;

*Малинецкий Георгий Геннадьевич<sup>3</sup>,*

Заведующий отделом, доктор физико-математических наук, профессор

## **«РАЦИОНАЛИЗМ ДВИЖЕНИЯ» И СИНТЕЗ С ИСКУССТВОМ – БУДУЩЕЕ НАУКИ**

<sup>1</sup> Россия, Тверь, Тверской государственный университет, superman@gmail.com

<sup>2</sup> Россия, Москва, Московский политехнический университет, iljavalnov@yandex.ru

<sup>3</sup> Россия, Москва, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, GMalin@keldysh.ru

**Аннотация.** Наука вошла в стадию глубокого кризиса, порождённого рядом причин (потеря целостности научной картины мира, отсутствие связи между десятками тысяч различных научных направлений, высокая сложность понятий, невоз-



возможность проверки многих гипотез, огромная длина текстов доказательств в математике и т.п.). Цели статьи – выяснить причины кризиса и предложить пути выхода из него. Используемые методы – абстрагирование, обобщение, индукция, дедукция, анализ, синтез, аналогия, интерпретация. Обоснованы следующие результаты: 1) главная причина кризиса – мышление неподвижными понятиями. Такое мышление закрепилось в философии и науке благодаря парадигме Парменида («Бытие неподвижно в сущности») и логике Аристотеля, в особенности закону тождества ( $A=A$ ), 2) парадигма Гераклита («Всё течёт»), онтология Г. Гегеля дают возможность создания нового рационализма, основанного на «движущихся» понятиях, 3) предлагаемый «Закон обобщённого тождества» может быть положен в основание рационализма как «мышления движения», 4) предпосылками нового рационализма в современной науке являются понятия и методы, допускающие как бы «мобильность» понятий в процессе рассуждения (в топологии, интуиционизме, нечёткой логике и других неклассических логиках), 5) искусство является областью культуры, в которой образы, понятия, формы изменяются в процессе развёртывания художественного произведения. Современная наука и искусство сближаются по стилю, методам, приёмам использования изменяющихся понятий и образов, 6) предпосылкой синтеза науки и искусства является возрождаемое сегодня античное понимание времени как единства Хроноса, Циклоса, Кайроса (человеческого, природного, духовного времени), 7) перспективным направлением развития познания и культуры является Science-Art. Значение выдвигаемых идей в том, что освоение научным сообществом мышления «движущимися» понятиями и образами позволит выйти науке и цивилизации на новые перспективные парадигмы, методы и пути эволюции.

**Ключевые слова:** рационализм, логика, искусство, неизменное, движение, время, сложность.

*Viacheslav E. Voitsekhovich*<sup>1</sup>,

Professor, Doctor of Philosophical Sciences;

*Ilija N. Volnov*<sup>2</sup>,

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences;

*Georgiy G. Malinetsky*<sup>3</sup>,

Head of Department, Doctor of Physical-mathematical Sciences

## "RATIONALISM OF MOTION" AND SYNTHESIS WITH ART IS THE FUTURE OF SCIENCE

<sup>1</sup> Russia, Tver, Tver State University, synerman@gmail.com

<sup>2</sup> Russia, Moscow, Moscow Polytechnic University,  
ilja-volnov@yandex.ru

<sup>3</sup> Russia, Moscow, Applied Mathematics Institute of the Russian  
Academy of Sciences, GMalin@keldysh.ru

**Abstract.** Science is currently in a stage of a deep crisis caused by a number of factors (loss of integrity of the scientific worldview, no link between tens of thousands of research disciplines, highly complex concepts, impossibility to verify many hypotheses, extremely long mathematical proofs, etc.). The purpose of the paper is to define the causes of the crisis and suggest methods of overcoming it. The study employs the following methods: abstraction, generalization, induction, deduction, analysis, synthesis, analogy, interpretation. The following findings have been substantiated: the main cause of the crisis is thinking in

permanent concepts. This method of thinking was ingrained in philosophy and science through the paradigm of Parmenides ("being is essentially motionless") and Aristotle's Logic, in particular, the law of identity ( $A=A$ ); 2) The paradigm of Heraclitus ("everything flows") and Hegel's ontology present a possibility to create a new rationalism based on "dynamic" concepts; 3) The suggested "generalized identity law" can form the foundation of rationalism as "motion-based thinking"; 4) The prerequisites of the new rationalism in contemporary science are concepts and methods that allow for "mobility" of concepts in the process of reasoning (in topology, intuitionism, fuzzy logic, and other non-classical logics); 5) Arts is a cultural area where images, concepts, and forms evolve as an artwork unfolds. Contemporary science and art converge in terms of style, methods, and techniques of using variable concepts and images, 6) A currently reanimated ancient Greek understanding of time as the unity of Chronos, Cyclos, and Kairos (i.e. human, natural, and spiritual time) is a contributing condition for synthesis of science and art; 7) Science-Art is a promising area of development of cognition and culture. The significance of the suggested ideas lies in the fact that adoption of thinking in "dynamic" concepts and images by the scientific community will make it possible for science and civilization to ascend to new promising paradigms, methods, and paths of evolution.

**Keywords:** rationalism, logic, art, permanent, motion, time, complexity.

*Наука движется от Парменида к Гераклиту*  
И. Пригожин

## **1. Введение**

Главная проблема статьи: можно ли преодолеть противоречия и трудности современной науки? Рассматриваемый предмет – специфика рационализма как мышления неизменными понятиями, закрепившаяся в науке со времён Парменида, Аристотеля, Р. Декарта. Она раскрыта в ряде наших работ [1, 2, 3]. В них исследуются 1) эволюция рационализма как восхождение от классической (механистической) стадии к неклассической (квантово-релятивистской) и постнеклассической (фрактальной), 2) сближение современной науки с искусством, 3) развитие понятий красоты, гармонии, меры в информационную эпоху. Эти исследования показали, что важными тенденциями развития рационализма за 4 столетия являются: а) усиление гуманитарного аспекта как субъектной составляющей схемы научного исследования, сближение науки с искусством и б) переход к понятиям, выражающим движение и развитие. Кроме того, показаны глубинные причины кризиса науки, её столкновение со «стеной сложности», обусловленное требованием следовать логическому закону тождества. Обоснована необходимость перехода науки от парадигмы Парменида к парадигме Гераклита (и ещё более общей «философии движения»). Выдвинута гипотеза о необходимости перехода науки к новому рационализму - мышлению «движущимися понятиями».

Литературу по проблемам обновления рационализма (начиная с 2006 г.) можно разделить на 2 части. Во-первых, одни авторы пишут о необходимости пересмотреть схемы рационального мышления в различ-

ных конкретных областях – психологии, психиатрии, экономике, эко-науках [4, 5]. Группа других авторов пишет более общие и глубокие статьи, посвящённые рациональному мышлению в теории творчества, методологии науки [6], в истории философии [7], в истории и основаниях математики [8], в исследовании математических оснований сознания [9].

Во-вторых, авторы пытаются рассмотреть рационализм и «философию разума» более фундаментально. Исследуют основания рационального мышления, а также кардинальные изменения рационализма в связи с новейшими открытиями в науке – открытиями теорий самоорганизации, сложности, виртуалистики [1, 3]. Ряд авторов пытаются построить научное мышление как «теорию творящего субъекта» (Лепский В.Е., Войцехович В.Э.). С античности известны попытки найти путь «Единого познания» как синтеза науки, философии, религии, искусства (Аристотель, Фома Аквинский, Г. Гегель, Ф. Шеллинг, В.С. Соловьёв).

В области art-science публикации также разделяются на 2 класса: 1) касающиеся частных вопросов в узкой области, где термины «art», «science» трактуют совершенно метафорически и даже произвольно, 2) развивающие «теории» взаимодействия искусства и науки в более широкой – эстетической области. В первом классе рассматривают взаимодействие науки, искусства, управления в области медицины (психотерапия, фармакология, эмбриология, стоматология и т.п.), в экологии, экономике, педагогике [10, 11, 12]. Во втором классе публикации авторов касаются музееведения, социальной психологии, развития отдельных видов искусства на основе новейших открытий в науке (фракталов, ИИ, нейросетей, лазеров, открытий в оптике, в психологии для более глубокого восприятия произведений живописи, поэзии, музыки, театра и т.п.) [13, 14]. Обратное влияние искусства на науку существует (в творчестве, в работе выдающихся учёных), но глубоких публикаций за последние 15 лет не найдено (или они слишком редки).

Материалом для исследования явились история науки, философии, искусства, в особенности парадигмы Парменида и Гераклита, закон тождества в логике Аристотеля, диалектическая онтология Г. Гегеля, а также современные тенденции в развитии художественной мысли в её связи с наукой и технологиями. Применяемыми методами исследования стали 1) анализ и абстрагирование (выделение из понятия определённого свойства), 2) обобщение и синтез выделенных понятий или тенденций, в частности, обобщение парадигм Парменида и Гераклита до более общей «философии движения», 3) аналогия как установление общности между удалёнными друг от друга понятиями, образами, процессами. Кроме того, использовались индукция и дедукция, интерпретация и другие методы.

## **2. Проблема**

Современная цивилизация и наука переживают тяжёлую ментально-социальную катастрофу. Старый механистический свёрхтехнистский социум завершится. Более жизнеспособная цивилизация начнётся. Она будет основана на духовных основаниях [3].

В 20 в. наука вошла в стадию свёрхсложности. Научное знание растёт количественно, а не качественно. Целостная картина реальности потеряна. Десятки тысяч научных направлений мало или совсем не связаны друг с другом.

Умозрительность научного знания достигла предела. Десятки гипотез выдвинуты в космологии, но не проверены. Важные математические теоремы иногда столетиями ждут доказательства. Однако сегодня доказательства стали чрезвычайно объёмными, достигая тысячи страниц труднейшего текста. Лишь несколько специалистов высочайшей квалификации могут проверить его. В будущем это станет невозможным [15].

## **3. Причина кризиса**

Главной причиной кризиса познания и цивилизации является устарелость рационализма как мышления «жёсткими», однозначными, «неподвижными» формами (образами, понятиями). Данное мышление является механистическим, примитивным. Оно не способно выразить сложность и целостность процессов природы и психики. В то же время в реальности (и физической, и умственной) «всё течёт», всё меняется (Гераклит).

Аристотель выдвинул первый закон логики.  $A=A$ , т.е. мысль в процессе размышления должна оставаться одной и той же. Мышление неподвижными понятиями дало великие открытия, особенно в математике, науке, теологии. Но научное сообщество давно признало его неадекватность в социально-гуманитарных науках. А в 20 в. оно перестало выражать специфику новых открытий (антропный принцип, самоорганизация, виртуальность, сложность).

В результате тяжёлые социальные катастрофы потрясли человечество. Наука вошла в стадию кризиса.

Согласно диалектике Г. Гегеля причиной любых катастроф является несоответствие (дисгармония) формы и содержания, покоя и движения. Это несоответствие породило не только мировые войны, но и противоречия между наукой (царством логики) и искусством (царством фантазии, изменений, непредсказуемости), в том числе споры между «физиками и лириками».

## **4. От неизменности к движению**

Что такое неизменность и движение? Выражаясь в духе диалектики Гегеля (одного из вариантов философии движения и развития), неизмен-

ное – это количественное (структурное) постоянство одного из свойств вещи в интервале от скачка до скачка данного свойства. Накопление количественных изменений ведёт к скачку качества. Качество есть совокупность сущностных свойств вещи. Вещь понимается как процесс, идущий во внутреннем пространстве и времени.

Поэтому неизменность чего-либо – это абстракция, которую человек искусственно навязывает природе и самому себе. Данная абстракция была полезна. Но время её прошло. Сохранение и абсолютизация неизменности искажают реальность.

В процессе эволюции науки понятия, величины, факторы, первоначально принятые за постоянные, со временем становятся переменными, изменяемыми. Так, в настоящее время установлено, что многие из фундаментальных физических «постоянных» (гравитационная, скорость света, постоянная Планка, Хаббла, тонкой структуры) переменны. А фундаментальные математические константы (0,1,  $\pi$ , e, i)? В каком смысле они неизменны? Только как принятые предположения, как аксиомы. Но они же привели математику к глубочайшему кризису [3].

Научно-философское сообщество критикует понятие «закон» (как неизменное отношение) и пытается пересмотреть его, заменить на «набор правил», на алгоритм, на изменяющееся отношение.

Движение как всеобщее понятие развито в философии (учения Гераклита и Гегеля), в науке используется в теории самоорганизации (И. Пригожин, Г. Хакен, С.П. Кудрямов, Г.Г. Малинецкий), в искусстве применяется как художественный метод (в музыке, поэзии, театре). В этих учениях, теориях, подходах используются такие образы-понятия как хаос, энтропия, непрерывность, текучесть, бесконечность, красота, жизнь, стремление, воля ...

Поэтому цивилизация переживает в сущности кризис мышления неподвижности – как в духовности, так и в мышлении, и в материально-телесной жизни.

Выходом из кризиса мы считаем «расставание с Парменидом и законом тождества», переход из конечного мира постоянства в бесконечный мир движения и развития. Следуя призыву Пригожина, необходимо создать **философию движения, мышление движения (новый рационализм), науку движения.**

## **5. Новый рационализм**

Ядром нового рационализма может стать обобщение закона тождества, охватывающее как старую логику (неподвижных понятий), так и новую логику (изменяющихся понятий). Рационализм, возникающий из art-science, из теории фракталов, сложности, учении о субъекте, основан

на «мышлении движущимися понятиями». Подобные учения возникали у Б. Спинозы, Г. Гегеля и других.

В философии движения субъект (познающее сообщество) считает, что существуют процессы разной скорости: быстротекущие, медленно и очень медленно текущие. Учёные условно принимают последние за вечные, неизменные вещи (Бог, вселенная, пространство, время ...).

Тогда любая вещь (метафорически «что») описывается так:

- 1) есть внутреннее неподвижное ядро (**сущность вещи**),
- 2) есть его внешние образы (**явления**), в которых выделяются изменяющиеся **свойства и отношения**.

Они выражаются через категории онтологии: 1) бытие и небытие, 2) потенциал и актуал (реализация возможностей), 3) движение и покой, 4) пространство и время, 5) часть и целое, также элемент, структура, система, 6) причина и следствие ...

Например, согласно западной (христианской) традиции человек есть единство духа, психики (души), тела. Ядро (сущность) – это дух (монада Г. Лейбница, Атман в брахманизме). Его «оболочка» - это явления (психика, тело, социальные отношения, алгоритм развития человека как живого существа).

#### **6. Закон обобщённого тождества (ЗОТ)**

*Мысль об объекте в процессе рассуждения 1) остаётся одной и той же, если это мысль о **сущности** вещи, 2) может изменяться, если это мысль о **явлении** – свойствах и отношениях вещи.*

В то же время переход от сущности к явлению (от постоянного к переменному) и обратно непрерывен.

ЗОТ является началом структурно-диалектической логики – логики «покоя-движения».

Если сопоставить сущности бесконечное, а явлению конечное, то математически переход выражается функциями, переводящими бесконечное в конечное и обратно, как это сделано в исчислении R-функций В.И. Моисеева [16].

Сравним дедукцию в классической логике Аристотеля (КЛ) и структурно-диалектической логике (СДЛ).

КЛ.

Посылки. Сократ – человек. Все люди смертны. → Вывод: Сократ смертен.

СДЛ.

Посылки.

1. Сократ есть сущность (дух) + её проявления (свойства и отношения психики и тела).
2. Дух вечен. Свойства и отношения временны, преходящи.

3. Сократ обладает свойством: входить в класс людей (быть человеком).

4. Все люди обладают свойством: их тело смертно.

Вывод: → Сократ и смертен (как явление, тело, психика, совокупность социальных отношений), и бессмертен (как дух, как сущность Сократа).

С позиций КЛ здесь нет противоречия: Сократ смертен в одном отношении (телом), вечен в другом (духом). Преемственность эволюции логики сохраняется. СДЛ обобщает КЛ.

Из ЗОТ следуют радикальные изменения в мышлении. Вместо «истины» КЛ - «истина сущности» и «истина отношения» (СДЛ), высшая и низшая, постулируемая и проверяемая эмпирически. В то же время переход между ними непрерывен – отсюда логика с «плавающим» значением истинности.

Сдвиг в направлении к «мышлению движущимися формами» давно наметился в математике и логике. Это топология, интуиционизм, нечёткая логика и ряд других неклассических логических исчислений. Например, Г. Перельман, доказавший фундаментальную теорему А. Пуанкаре, использует «поток Риччи с хирургией», т. е. деформацию многообразия с вырезанием сингулярностей и их заменой шарами. При таком отображении объект замещается на эквивалентный (в выделенном отношении). Движение объекта таково, что главное свойство остается неизменным.

Наиболее явно «движущиеся мыслеформы» используются в искусстве, где господствуют интуитивные озарения, скачки качества, свободное творчество.

Примером «мышления движения» стал наметившийся синтез науки и искусства, выразившийся в движении art-science.

## 7. Art-science

Сравним науку и искусство (см. табл.1). Посмотрим, в чём их специфика, особенности мышления, чем искусство может помочь науке преодолеть кризис современного рационализма?

Отсюда видно, что «противоположность» науки и искусства сильно преувеличена. За последние 4 столетия рационализм эволюционировал от классической формы  $S \rightarrow O$  к неклассической  $S \rightarrow O(s)$  в связи с открытием СТО и квантовой теории. В конце 20 в. рационализм стал постнеклассическим. Схема познания предельно усложнилась  $S \rightarrow [S_1 \rightarrow (S_2 \rightarrow O)]$ . Это стало следствием открытия антропного принципа, синергетики, виртуалистики, развития теории сложности [1]. Научный рационализм приблизился к искусству.

Таблица 1.

## Свойства науки и искусства

№	Сравниваемые свойства	Наука	Искусство
1	Господствующие формы	Понятие	Образ
2	Используемые области головного мозга	Левая половина (рациональное мышление)	Правая половина (эмоционально-художественное переживание)
3	Субъект, объект, отношение	Объективность $S \rightarrow O$ и другие варианты ( $S \rightarrow O(s)$ )	Субъективность $S \rightarrow O(s)$ , $S \rightarrow S$ , $S_1 \leftrightarrow S_2$
4	Области близости различных видов наук и искусства	Физика - образец научного мышления	Гуманознание близко к искусству
5	Цель познания: внешняя/внутренняя	Внешняя (природа)	Внутренняя (душа)
6	Логика	Аристотелевская, главный закон $A=A$ . Тезис: истинный или ложный. И $V$ Л. Истина отвергает ложь.	Неаристотелевская, «мягкая, плавающая». Тезис $A$ свободно движется. Истина и ложь переходят друг в друга. $I \leftrightarrow L$
7	Жёсткость психической формы	«Твёрдое, жёсткое» мышление	«Плавающее, мягкое» переживание

Причём сближение идёт не только по направлению постнеклассики, но и по линии категории времени. В современной науке время понимается неклассически – в духе СТО, как измерение (подобно пространству). Однако в истории известны и иные трактовки времени (античность [17], А. Бергсон [18] и другие).

### 8. Время: Хронос – Циклос – Кайрос

Так древние греки различали три формы времени. Хронос – время людей. Циклос – время природы. Кайрос – время богов (см. рис. 1). Хронос положен в основании научной картины мира и всей рационализованной культуры.



Рис. 1. Античная модель времени.

Циклос – представлен в культуре частично, а Кайрос не известен современному массовому сознанию. Вместе с этими тремя временами (назовем их простыми), представляют интерес сложные или составные



времена, образованные в парных отношениях простых времен. Для удобства рассмотрения таких отношений соберем треугольный баланс времени, в вершинах треугольника которого будут простые времена, а на гранях – их парные отношения. Так на грани Хронос-Циклос задается спиральное время, время неравновесной термодинамики, биологическое время живых систем. На грани Хронос-Кайрос лежит молитвенное, медитативное время, описанное о. П. Флоренским [19] и спонтанное время в вероятностной модели сознания В.В. Налимова [20]. На грани Циклос-Кайрос находится богослужебное, литургическое время, сюда же можно отнести иеротопию А. Лидова (теорию создания сакральных пространств) [21]. Отметим, что в жизни человека проявлены все три формы времени. Если воспользоваться древнегреческим пониманием гармонии как симметрии, то симметрию треугольника времени можно считать одним из критериев гармонии любой формы организации, проявленной во времени: от человека и природы до жизни Высших сил и любой системы знания.

К сожалению, в современной научной картине мира (НКМ) нет симметрии времён. В НКМ треугольник времени сильно деформирован в сторону Хроноса, что является еще одной причиной системного кризиса техногенной цивилизации.

Как выйти из кризиса? Необходимо восстановить гармонию, симметрию в треугольнике времён. Это можно сделать следующим образом.

Проведем аналогию между балансом времени и другим треугольным балансом, составленным из науки (Хронос), технологии (Циклос) и искусства (Кайрос). Первое, что следует из данной аналогии: искусство есть носитель и выразитель Кайроса и представляет собой особое – духовное время. Далее, на гранях последнего треугольника можно определить различные практики, относительного нового направления синтеза искусства, науки и технологии, которые сегодня называются Science-Art-Technology.

Искусство-наука – это так называемое исследовательское искусство Science-Art, когда исследовательская задача ставится с использованием инструментария науки, но без ее жестких методологических ограничений. К этому направлению относится большое количество течений типа NeuroArt, BioArt и т.д., развиваемое авторами направление Science-Art как способа мышления [2]. Это известная проблема «физиков и лириков», или согласно Ч. Сноу проблема «двух культур».

Искусство-технологии – это технологическое искусство Art&Science, когда художник выбирает технологии в качестве выразителя своего художественного высказывания. Сюда относятся, например, большое число практик на стыке робототехники и искусства, создание художественных произведений искусственным интеллектом и т.п.

Наконец, на стыке науки и технологии находится направление популяризации науки в обществе через технологические достижения, так называемый «научпоп».

Подведем итог. Популярность Science-Art сегодня обусловлена рядом причин, среди которых есть относительно очевидные, лежащие «на поверхности» как-то: необходимость систематической работы с уникальностями (невозможной в рамках науки); развитие эмоционального интеллекта, т.е. учета в интеллектуальной деятельности всегда присутствующего в ней эмоционального фона; развитие диалектического мышления, конструктивно работающего с противоречиями типа наука-искусство, естественный-искусственный интеллект и т.д.; развитие креативных индустрий и др. Есть и другие, более глубинные причины, пожалуй главной из которых является освоение ресурса времени в его полноте, не только в пространственном понимании современной науки, но и в иных формах: как простых (Циклос, Кайрос) как и составных. В условиях современной культуры искусство стало выразителем Кайроса. Практики Science-Art и Art&Science явились способами согласования Кайроса с другими формами времени.

### **Выводы**

Разрешение кризиса цивилизации и познания возможно через развитие нового рационализма, основанного на овладении интеллектуальным сообществом движущимися образами-понятиями, нового понимания времени. Они явно представлены в наметившемся синтезе науки и искусства, в движении Science-Art. Дальнейшее развитие этих идей возможно в направлении разработки: 1) «философии движения», обобщающей парадигму Гераклита и онтологию Гегеля, 2) «математики движения», использующей изменяющиеся понятия, сближающей процесс интуитивного творчества с доказательством, 3) «логики движения», обобщающей логику и схемы исследования, принятые научным сообществом, 4) «рационализма движения», опирающегося на мышление «движущимися понятиями», 5) парадигмы Science-Art, ориентированной на синтез науки и искусства, а в дальнейшем и на сближение науки, философии, религии.

### **Финансирование**

Данное исследование получено без финансирования со стороны каких-либо фондов, бизнеса или некоммерческих организаций.

### **Заявление о конкурирующих интересах**

Отсутствуют.

### **Список литературы**

1. Войцехович В.Э. К методологии постнеклассической науки // XIX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2019». Посвящается 150-

летию открытия периодического закона Д. И. Менделеевым: Материалы конференции. 17-20.04.2-19. Озёрск, 2019. С. 165 – 168. <http://oti.ru/wp-content/uploads/2019/04/Materialy-konferentsii-RINTS-2019.pdf>.

2. Вольнов И.Н. Science-art: единство науки и искусства // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Философия. 2017. Т. 21. № 4. С. 557-564. URL: <http://journals.rudn.ru/philosophy/article/view/17666>. DOI: <https://doi.org/10.22363/2313-2302-2017-21-4-557-564>.

3. Малинецкий Г.Г., Войцехович В.Э., Вольнов И.Н., Колесников А.В., Скиба И.Р., Сороко Э.М. Красота и гармония в цифровую эпоху: Математика – искусство – Искусственный интеллект. Будущее и гуманитарно-технологическая революция. М.: ЛЕНАНД, 2021. – 240 с.

4. Hofkirchner W. A paradigm shift for the Great Bifurcation // Biosystems. 2020 Nov; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biosystems.2020.104193>.

5. Zafirovsky M. Classical and neoclassical conceptions of rationality—Findings of an exploratory survey // The Journal of Socio-Economics. Volume 37, Issue 2, April 2008, Pages 789-820. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.socsec.2006.12.053>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1053535707000984> (Дата обращения 22.08.2021).

6. Sagasti F. Rethinking development at the twilight of Bacon’s age // Futures. Volume 114, December 2019, 102470. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2019.102470>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016328719303325> (Дата обращения 22.08.2021).

7. Egmond N.D. van, Vries H.J.M. de. Sustainability: The search for the integral worldview // Futures. Volume 43, Issue 8, October 2011, Pages 853-867. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.05.027>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328711001340> (Дата обращения 22.08.2021).

8. Katz B., Katz M.G., Sanders S. A footnote to the crisis in contemporary mathematics // Historia Mathematica. Volume 45, Issue 2, May 2018, Pages 176-181. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.hm.2018.03.002>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0315086018300466> (Дата обращения 22.08.2021).

9. Miranker W.L., Zuckerman G.J. Mathematical foundations of consciousness // Journal of Applied Logic. Volume 7, Issue 4, December 2009, Pages 421-440. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jal.2008.05.002>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570868309000147> (Дата обращения 22.08.2021).

10. Caniato F., Harland C., Johnsen T., Moretto F., Ronchi S. The Art and Science of Procurement: Revisiting Leonardo da Vinci: Editorial of the 2019 IPSERA Conference Special Issue // Journal of Purchasing and Supply Management. Volume 26, Issue 4, October 2020, 100650 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2020.100650> Get rights and content. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1478409220301096> (Дата обращения 23.08.2021).

11. Shan B., Werger M., Huang W., Giddon D.B. Quantitating the art and science of esthetic clinical success // Journal of the World Federation of Orthodontists. Volume 10, Issue 2, June 2021, Pages 49-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2021.03.004>; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212443821000175>. (Дата обращения 23.08.2021).

12. Rezvani S., Wang Z. Class imbalance learning using fuzzy ART and intuitionistic fuzzy twin support vector machines // Information Sciences. Volume 578, November

2021, Pages 659-682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.07.010>.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025521007003> (Дата обращения 23.08.2021).

13. Setchi R., Spasić I., Morgan  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S017221902100003X> - ! J., Corken R. Artificial intelligence for patent prior art searching // World Patent Information Volume 64, March 2021, 102021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2021.102021>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S017221902100003X> (Дата обращения 23.08.2021).

14. Noh S., Tolbert P.S. Organizational identities of U.S. art museums and audience reactions // Poetics, Volume 72, February 2019, Pages 94-107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.poetic.2018.10.002>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304422X18300792> (Дата обращения 23.08.2021)

15. Громов М. Кольцо тайн: вселенная, математика, мысль. Электронное издание. М.: МЦНМО. 2017. – 335 с.

16. Моисеев В.И. Логика открытого синтеза: В 2 томах. Т.1 Структура, Природа и Душа. Кн. 1. – СПб. «Мирь», 2010. – 744 с.

17. Freier M.R. Kairos // <http://web.archive.org/web/20110728095413/http://www.whatifenterprises.com/whatif/whatiskairos.pdf> (Дата обращения 20.08.2021).

18. Bergson H. L'Évolution créatrice // Édition électronique (ePub, PDF) v.: 1,0 : Les Échos du Maquis, avril 2013. 243 p. (Дата обращения 20.08.2021).

19. Флоренский П.А. Иконостас. СПб.: «Азбука-классика», 2010. – 224 с.

20. Налимов В.В. Спонтанность сознания. Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М.: Академический проект, 2011. – 399 с.

21. Лидов А.М. Иеротопия. Создание сакральных пространств как вид художественного творчества. Лекция 14.06.2007. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.polit.ru/article/2007/06/14/ierotor> (дата обращения 01.07.2020).

УДК 577.22

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-58

*Шамис Александр Львович,*  
консультант, канд., техн., наук

## **ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖИЗНИ И МЫШЛЕНИЯ**

АВВУУ, Россия, Москва  
[Alexander.Shamis@abbyu.com](mailto:Alexander.Shamis@abbyu.com)

*Аннотация.* Рассматриваются проблемы, решение которых необходимо для конструктивного объяснения и моделирования живого, т.е. существования, эволюции, поведения, восприятия и мышления живых организмов. Для решения этих проблем необходимо выделение не кибернетической общности живого и неживого, а напротив особенностей живого, его специфики и определение различий между живым и неживым. Особенности живого являются следствием активно поддерживаемой свободной энергии и неравновесности живой материи. Это соответствует определениям жизни, дающимися Ф. Энгельсом и Э. Бауэром. Для моделирования жизни и мышления необходима формализация особенностей живого и определение возмож-

ности их реализации в искусственных системах на уровне существующего физического знания

**Ключевые слова:** моделирование живого, мышление, неравновесность живой материи, особенности живого, самоорганизующаяся система, термодинамически неравновесное состояние, эволюция.

*Alexander L. Shamis,*  
Consultant, Candidate of Technical Sciences

## PROBLEMS OF MODELING LIFE AND THINKING

ABBYY, Russia, Moscow  
Alexander.Shamis@abbyy.com

**Abstract.** The problems are considered, the solution of which is necessary for the constructive explanation and modeling of living things, i.e. the existence, evolution, behavior, perception and thinking of living organisms. To solve these problems, it is necessary to distinguish not the cybernetic community of the living and the inanimate, but rather the features of the living, its specifics and the definition of differences between the living and the inanimate. The peculiarities of the living are a consequence of the actively maintained free energy and the disequilibrium of living matter. This corresponds to the definitions of life given by Engels and Bauer. To model life and thinking, it is necessary to formalize the features of the living and determine the possibility of their implementation in artificial systems at the level of existing physical knowledge.

**Keywords:** modeling of living things, thinking, non-equilibrium of living matter, peculiarities of living things, self-organizing system, thermodynamically non-equilibrium state, evolution.

### **Введение.**

В последнее время на фоне развития информационных технологий усилился интерес к искусственному интеллекту и роботам. Обсуждаются перспективы создания искусственной жизни и искусственного мышления. В связи с этим полезно обратиться к вопросу — что такое жизнь.

### **1. Особенности живого**

Не только необходимым, но и достаточным признаком (свойством) живого в первую очередь является непрерывно *активно поддерживаемые собственными силами и собственной работой свободная энергия и термодинамически неравновесное состояние*. Поэтому *жизнь это не статическое состояние, а процесс*.

На некотором уровне приближения определение жизни может быть сформулировано следующим образом. Жизнь это активная самоорганизующаяся система, обладающая свободной энергией в неравновесном состоянии и непрерывно активно поддерживающая свою неравновесность, целостность и качественную определенность на основе внутренней работы и необходимого целенаправленного взаимодействия с окружающей средой. Слово активность подчеркивает, что действия системы

в процессе ее самоорганизации вызываются и направляются ее собственными внутренними причинами. Слово необходимого подчеркивает, что живые системы изолированно в отрыве от среды существовать не могут.

В этом направлении заставляло думать еще классическое определение Энгельса: жизнь есть *способ существования* белковых тел и этот способ заключается по своему существу в постоянном обновлении их химических составных элементов путем питания и выделения.

Лучше всего и точнее идею постоянной поддерживающей существования самоорганизации передает определение Э. Бауэра: “все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянно работу против равновесия, требуемого существующими физическими и химическими условиями “. Это определение Бауэр назвал принципом устойчивого неравновесия [1].

Подытоживая и выделяя основное отличие живых систем от неживых, можно сказать следующее. Неживые системы находятся либо в состоянии равновесия, либо в движении к состоянию равновесия, либо в статическом неравновесном состоянии, поддерживаемом кинетическими ограничениями. Этим определяются все формы движения материи кроме биологической. Уровень свободной энергии в неживых системах либо равен нулю, либо уменьшается, либо зафиксирован на каком-то приблизительно постоянном уровне за счет существующих внешних ограничений, препятствующих диссипации энергии, т.е. превращению свободной энергии в тепловую.

Живые системы постоянно находятся в обладающем свободной энергией активно поддерживаемом динамическом неравновесном состоянии. Достигается это только собственной внутренней и внешней работой системы во взаимодействии со средой. Биологическая форма движения материи это движение, активно направленное против термодинамического равновесия. Из этого следует, что жизнь это непрерывный процесс. Статическое состояние и равновесие для живого это смерть.

Таким образом, жизнь это постоянная борьба со смертью. Эта борьба есть основное и необходимое свойство и сущность жизни. Результатом этой борьбы (если она успешна) является непрерывное самовосстановление или активная непрерывная, антиэнтропийная самоорганизация, динамически поддерживающая собственное неравновесие и свободную энергию. Все это должно удовлетворять общим принципам открытости, активности, целенаправленности и целостности.

Внутренняя выполняемая на клеточном уровне работа живой системы состоит, в конечном счете, в восстановлении и поддержании уровня неравновесия. Важным звеном этого процесса является непрерывный синтез неравновесных органических соединений. Эти синтезируемые соединения замещают постоянно разрушающиеся структуры. Разрушение или выравнивание потенциалов с выделением энергии (диссимиля-

ция) и требующее энергии восстановление неравновесия, в том числе и синтез живого вещества с использованием поступающих из среды веществ (ассимиляция) это основные важнейшие жизненные процессы.

Следует подчеркнуть, что к ассимиляции полезно относить не только синтез живого вещества, но и создание термодинамического потенциала, например, создание неравновесной молекулярной структуры или создание разности потенциалов на мембране клетки. Соответственно к диссимиляции нужно относить не только разрушение живого неравновесного вещества, но и выравнивание потенциалов. Диссимиляция сопровождается выделением энергии, которая используется не только для ассимиляции, но и для внешней работы.

Для выполнения клеткой внутренней работы, направленной на синтез живых неравновесных структур, кроме собственной энергии живой системы нужен подвод в клетку извне определенных необходимых компонентов. Это делает внешняя работа. Внешней по отношению к клетке является не только работа, направленная на взаимодействие с внешней средой живой системы, но и работа собственных систем жизнеобеспечения, например, систем кровообращения, пищеварения, дыхания.

Таким образом, для непрерывного выполнения живой системой синтеза неравновесных органических соединений в нее извне (из среды) должны поступать определенные компоненты. У растений это, в первую очередь, необходимые для фотосинтеза свет, углерод и вода. У животных это, в первую очередь, необходимое для биосинтеза питание в виде биоорганических соединений, т.е. в виде других живых или мертвых растений или животных.

Первичным и абсолютно необходимым для поддержания жизни на Земле пока еще является выполняемый растениями фотосинтез. Без аккумулирующей солнечную энергию фотосинтеза жизнь на Земле развиваться и сохраняться не могла и не может. Без растений и зависящих от них травоядных животных хищникам попросту было бы нечего есть.

Итак, жизнь это постоянно выполняемая живой системой в контакте с внешней средой активная целенаправленная самоорганизация, или непрерывная, выполняемая на клеточном и внешнем уровне постоянная борьба со смертью.

Все это принципиально отличает жизнь от не жизни. Эти представления опираются главным образом на теорию Эрвина Симоновича Бауэра [1]. Соответствующая приведенным представлениям биологическая форма движения материи должна порождать и быть необходимой причиной и основой возникновения всех “виталистических” свойств живого и, в первую очередь, таких, как активность и целенаправленность.

## **2. Реализация неравновесия в живой природе**

На какой физической основе реализуется неравновесие в живой системе?

Однозначного общепринятого ответа на этот вопрос нет. Это считается принципиальной нерешенной проблемой. Обсуждались и обсуждаются разные варианты. Например, живой белок (протеин), обычный белок в особом структурном состоянии, например, возбужденное состояние живых молекул (Бауэр), молекулы АТФ, разность потенциалов на мембране клетки, заселенность верхних электронных уровней молекул, внутриклеточная пограничная вода и др.

Рассмотрение этих и других гипотез об основном носителе свободной энергии и неравновесия в живой системе частично упрощается, а может быть, проблема и полностью снимается тем, что разные варианты реализации устойчивого неравновесия в живой системе не должны обязательно рассматриваться как взаимоисключающие альтернативы.

К сказанному нужно добавить, что жизнь это не только создание и поддержание некоторого уровня порядка (производство антиэнтропии), но и непрерывный эволюционный процесс повышения этого уровня, т.е. развивающийся процесс упорядочивания. Очевидно, что как направление, так и ускорение прогрессивной эволюции не задаются живому извне, а могут быть только следствием действия положительных обратных связей. Важно определить на биологическом уровне и конкретизировать эти положительные обратные связи.

На этом в принципе говоря о биологической форме движения материи, т.е. об определении жизни, можно было бы и остановиться. Однако, нужно поставить и самый трудный вопрос:

*Почему живые системы постоянно и непрерывно борются со смертью, т.е. что заставляет живую систему быть активной и осуществлять движение к неравновесию?*

Для ответа на этот вопрос можно, конечно, ограничиться ссылками на такие необъяснимые свойства живого как энтелехия или жизненный порыв. Полного конструктивного материалистического ответа на эти вопросы пока еще нет. Ссылка на кибернетические отрицательные обратные связи недостаточна.

Однако, все же возможен гипотетический ответ, не выходящий за рамки очень общей схемы.

Необходимую работу живой системы вызывает непрерывное изменение ее внутреннего состояния. *Активной работой живой системы управляют ее ощущение собственного состояния и внутренние оценки состояния. Эти оценки включают оценки собственного текущего состояния и оценки изменения своего состояния в результате возможных действий.* Оценки такого рода есть уже у простейших живых систем, в том числе и у растений. Это конечно далеко еще не эмоции в полном понимании, но какой-то элементарный зачаток эмоций.



Итак, живые системы непрерывно поддерживают свою свободную энергию и неравновесие, выполняя работу. Управляется эта работа оценками своего состояния, являющимися у простейших каким-то элементарным зачаточным эквивалентом “эмоциональных” оценок. Возможно использование и термина “самочувствие”.

Таким образом, к принципу устойчивого неравновесия Бауэра можно добавить как необходимое активность и внутренние оценки своего состояния и модифицировать принцип устойчивого неравновесия следующим образом:

*Все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и активно выполняют за счет своей свободной энергии и оценок своего состояния постоянно работу против равновесия, требуемого существующими физическими и химическими условиями.*

Эту формулировку можно считать определением жизни, если уточнить и конкретизировать термин “оценка своего состояния”. Может быть, к определению жизни полезно добавить и такое свойство живого, как *ощущение своей целостности* и выделенности из среды. Возможно, что это является основой возникновения и развития сознания.

При эволюционном появлении у живых систем сознания оценка состояния может характеризоваться терминами *самочувствие* и *эмоциональная оценка*. Однако, и то и другое только часть оценки, имеющая отношение к управлению внешней работой, т.е., главным образом, к поведению. Внутренняя работа живой системы, т.е. работа клеток тоже должна управляться внутренними оценками состояния, которые в этом случае на уровень сознания не выходят, или же выходят в самом общем виде. Внутренние оценки состояния управляют также работой и механизмов мышления.

Как первично возникли и как эволюционно развивались основные свойства живого? Живые системы обладали свойством неравновесия и возможностью поддержания какого-то уровня свободной энергии в постоянном контактном взаимодействии со специальной средой в примитивном виде сразу с момента первичного случайного возникновения. Этот процесс выполнялся на основе автоматических химических реакций (например, реакции автокатализа) и шел в особой среде, обеспечивающей протекание химических реакций с автокаталитической положительной обратной связью. Возможно, что предположительное объяснение процесса зарождения, первичной самоорганизации и развития жизни на основе реакций с положительной обратной связью может быть более конструктивным при использовании теории гиперциклов М. Эйгена [3], объясняющей на химическом уровне воспроизведение с наследованием информации и элементы начальной микроэволюции.

При эволюционном развитии механизмы реализации поддержания свободной энергии и неравновесия во взаимодействии со средой усложнялись, становились все более эффективными, фиксировались в геноме и передавались следующим поколениям, а уровень достигаемого неравновесия или удельный термодинамический потенциал повышался.

У растений необходимость для жизни фиксированной особой контактной специальной среды во многом стала менее критичной за счет эволюционно возникшего аппарата фотосинтеза, для которого достаточны постоянные доступные универсальные составляющие необходимой среды – солнечный свет, вода и воздух.

У животных возможность отрыва от фиксированного контакта со специальной средой возникла за счет эволюционного появления функций перемещения и дистанционного восприятия. При этом, внутренние оценки своего состояния, возможности восприятия и перемещения постепенно эволюционно усложнялись, а автоматные реакции постепенно сменялись целенаправленным и, в конце концов, разумным поведением. Все это, также как и представление о ведущей роли положительных обратных связей, естественно требует уточнения и конкретизации. То есть на вопрос о том, что заставляет живую систему активно поддерживать свое неравновесие, исчерпывающего полного и конструктивного ответа нет. Непонятно как первичная положительная обратная связь в рамках автоматической реакции автокатализа переходит в обратную связь в рамках сложнейшей многоплановой внутриклеточной работы, а также в рамках активного целенаправленного взаимодействия со средой, т.е. целенаправленного поведения.

Наиболее непонятным представляется первичное возникновение ощущений и внутренних оценок своего состояния, необходимых как для внутренней и внешней активной работы, так и для основных эволюционных шагов развития внешней работы – перехода от полностью автоматной схемы и фиксированной среды сначала к простому поведению по схеме стимул-реакция и в дальнейшем к целенаправленному поведению и, в конечном счете, к мышлению.

Таким образом, на основе ощущений и внутренних оценок состояния живые системы эволюционно переходят от автоматических реакций в фиксированной среде к подвижности и направленным действиям.

### **Заключение**

Из всего сказанного следует, что полных и конструктивных представлений о том, что заставляет живые системы быть активными и непрерывно совершать работу по поддержанию уровня свободной энергии и неравновесного состояния, нет. Представление об ощущениях и оценках своего состояния фактически только расширяют список требующих

конструктивного объяснения “виталистических” свойств и функций живого.

Итак, особые специфические свойства и функции живого, отличающие живые системы от не живых, требуют уточнения, объяснения и конкретизации. В первую очередь требуют объяснения и конкретизации сознание, воля, активность, ощущение и оценка состояния. Это в определенной степени рассматривалось в [2]. К сожалению, до полного конструктивного объяснения “виталистических” функций еще далеко. Работы в области искусственного интеллекта и роботов в этом направлении практически почти ничего не дают.

Наряду с отмеченными функциями большой интерес представляют такие специфические свойства живого как старение и смерть, поскольку, как уже отмечалось, жизнь и смерть связаны неразрывно и по отдельности не существуют.

#### **Список литературы**

1. Бауэр Э.С. Теоретическая биология, — СПб. Росток, 2002.
2. Шамис А.Л. Загадки жизни и разума, — М. УРСС, 2015.
3. Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. — М., Мир, 1973.

УДК 140+141.13

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-59

*Тунда Елена Александровна*<sup>1</sup>,  
магистр философии, вед. программист;  
*Тунда Владимир Александрович*<sup>2</sup>,  
независимый исследователь

### **ЧЕТЫРЕ ФИЛОСОФСКИЕ КАТЕГОРИИ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ**

<sup>1</sup> Россия, Томск, Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Национального исследовательского Томского государственного университета (НИТГУ), e.tunda@yandex.ru

<sup>2</sup> Россия, Томск, tunda.va@yandex.ru

*Аннотация.* Авторы обращают внимание на важность принятия во внимание четырёх фундаментальных категорий «идеальное» и «материальное», «субъективное» и «объективное» при проведении процедур системного анализа. При этом, поскольку модель структуры любой системы является важнейшей при анализе последней, предлагается опереться на модельное представление о структуризации самой Материи, то есть определить уровень абстракции структуры исследуемой системы относительно уровней структуризации единого материального мира, что позволит точнее учесть множество взаимосвязей при системном анализе. Удержание в фокусе внимания многих масштабов структурной организации Материи также позволяет сохранить целостность представления об окружающем мире с одновременным учётом места

локализации в нём исследуемой системы. Другими словами, вышеупомянутые философские категории предлагают на уровне мысленных экспериментов углублять когнитивные процессы, всестороннее учитывая взаимосвязи исследуемой системы с окружающей средой.

**Ключевые слова:** идеальное, материальное, субъективное, объективное, мироздание, эволюция, мышление, уровни абстракций.

*Elena A. Tunda*<sup>1</sup>,

Master of Philosophy, Senior Programmer;

*Vladimir A. Tunda*<sup>2</sup>,

Independent researcher

## FOUR PHILOSOPHICAL CATEGORIES IN SYSTEM ANALYSIS

<sup>1</sup>Russia, Tomsk, Institute of Applied Mathematics and Computer Science, National Research Tomsk State University (NITSU), e.tunda@yandex.ru,

<sup>2</sup>Tomsk, Russia, tunda.va@yandex.ru

**Abstract.** The authors draw attention to the importance of considering the four fundamental categories “ideal” and “material”, “subjective” and “objective” when carrying out system analysis procedures. At the same time, since the model of the structure of any system is the most important in the analysis of the latter, it is proposed to rely on the model representation of the structuring of Matter itself, that is, to determine the level of abstraction of the structure of the system under study relative to the levels of structuring of the unified material world, which will allow more accurately take into account the many interrelations in the system analysis. Keeping the focus of attention on many scales of the structural organization of Matter also allows you to preserve the integrity of the idea of the surrounding world, while considering the place of localization of the system under study in it. In other words, the aforementioned philosophical categories suggest deepening cognitive processes at the level of thought experiments, comprehensively considering the relationship of the system under study with the environment.

**Keywords.** Ideal, material, subjective, objective, universe, evolution, thinking, levels of abstractions.

Время от времени в философии происходят крупные движения. Эти движения начинаются с нескольких простых, но очень плодотворных идей – идей, которые предоставляют философам новую призму, через которую они могут смотреть на философские вопросы... По мере получения новых и интересных философских результатов движение перерастает в интеллектуальную волну, которая распространяется по дисциплине.

*Л. Флориди. Философия информации [2. с. 6]*

### 1. Введение

Эта статья посвящена рассмотрению вопросов того, что даёт при системном анализе учёт сути таких пар общенаучных категорий, как «идеальное» и «материальное», «субъективное» и «объективное», кото-

рыми занимается метафизика – теория того, что может лежать в основе явлений, изучаемых физикой и всеми другими естественными науками. Без ментального экспериментирования с вышеупомянутыми категориями при исследовании любых систем, как правило, не удаётся достичь построения моделей – цели системного анализа – более или менее адекватно отражающих исследуемый предмет.

Авторы взяли на себя смелость предложить свой взгляд на сущность этих категорий путём осмысления некоторых метафизических процессов, лежащих в основе всего и вся – в основе структурного устройства Материи и поддерживающего её эволюцию всеобщего механизма мышления. Тем более, что «К настоящему времени накопилось достаточно оснований утверждать, что за прошедшие более века со времени создания общей теории относительности (ОТО) принципы, заложенные в её основании, практически исчерпаны. *Настало время уделить особое внимание анализу сложившихся представлений о классическом пространстве-времени и физической реальности.*» [3, с. 69]

Авторский взгляд на сущность этих категорий, как и на множество других вопросов [12–15] основан на предложенном ими ранее новом многоуровневом многомасштабном представлении о структурной организации Материи, наиболее полно представленном в [10]. Этот достаточно целостный и всесторонний взгляд сложился в результате исследований и анализа работ учёных, выполненных за последние более чем две с половиной тысячи лет. Наиболее значимые представления о структурной организации Материи, по мнению авторов, присутствуют в работах следующих авторов.

**Пифагорейцы** (с. 550 до н.э.) отличали идею/форму от вещи/стихии. Идея у них выступала как некая сила, ограничивающая стихию, придающая последней форму.

**Эмпедокл** (490–430 до н.э.) представлял материальный мир состоящим из различных комбинаций четырёх элементов – земли, воды, воздуха и огня.

**Демокрит** (460–370 до н.э.) утверждал, что все материальные объекты состоят из атомов разного размера и формы, а все их качества зависят от комбинации атомов внутри объектов (*структуры*) объектов.

**Аристотель** (384–322 до н.э.) различал четыре первопричины, взаимодействие которых приводит к появлению всех видимых феноменов: материальную, формальную, движущую и целевую. Первые две из них он связывал с двумя точками зрения на вещь: с её материей и её формой.

**Эпикур** (341–270 до н.э.) – последователь Демокрита – утверждал, что всё происходящее во вселенной, является результатом перестановки атомов (*перестройки структуры*).

**Ньютон** (1643–1727) придерживался корпускулярного строения Материи и считал, что тела действуют друг на друга без материальных посредников – принцип дальнего действия.

**Лейбниц** (1646–1716) постулировал Материю, составленную из уникальных монад без частей, протяжённости или формы, но имеющих всевозможные свойства и являющихся центрами потенциальной энергии и действующей кинетической энергии.

**Бошкович** (1711–1787) основывал своё представление на доктрине непрерывности Лейбница «Всё происходит постепенно», своей аксиоме непроницаемости «никакие две материальные точки не могут занимать одну и ту же пространственную или локальную точку одновременно» и Законе силы, сформулированном им самим. Он предполагал Материю состоящей из комбинаций однородных, совершенно неделимых, не имеющих никакой протяжённости и отделённых друг от друга точек, каждая из которых обладает свойством инерции, кроме того, взаимной активной силой, зависящей от расстояния таким образом, что, если расстояние задано, задаются и величина, и направление этой силы, но если изменяется расстояние, изменяется и сила. Если расстояние уменьшается бесконечно, неограниченно возрастает сила отталкивания, тогда как, если расстояние увеличивается, сила отталкивания уменьшается, исчезает и превращается в силу притяжения, которая сначала увеличивается, затем уменьшается, исчезает, снова превращается в силу отталкивания, и так много раз до тех пор, пока на больших расстояниях она, наконец, не становится силой притяжения, которая уменьшается приблизительно в обратном отношении квадратов расстояний, почти совпадая с силой тяготения Ньютона.

Результаты перечисленных выше работ и послужили основой новой модели структурной организации Материи, которая позволяет по-новому представить устройство мироздания, течение *естественных процессов коммуникации* в Материи, а также несколько по-иному взглянуть на мыслительные и эмоциональные процессы, сравнивая их с течением *антропогенных процессов коммуникации* в нашем физическом мире.

Однако обо всём по порядку.

## **2. Материалы и методы**

### **2.1. Идеальное и материальное. Традиционное понимание**

Уже философы древности исходили из представления о дихотомии бытия на два основных типа: материальный и идеальный. Проблема идеального мира в целом и индивидуального духовного мира человека с давних времён привлекала внимание человека – с тех пор, как он начал осознавать себя, осознавать, что он мыслит.

По мере развития философской мысли внимание философов вновь и вновь обращалось к выяснению специфики идеального, выявлению его отличий от материального. В частности, субстанционально ли идеальное. Решение этих вопросов в рамках материализма и идеализма всегда было неодинаковым. Острые споры велись вокруг следующих двух вопросов:

– какова специфика идеального, в чём его отличие от материального;

– какова субординация этих двух реальностей, какая из них является порождающей, первичной.

«**Материальное**» – философская категория, отражающая вещественность, осязаемость реальных объектов, т.е. субстанциональность материального. Однако не стоит путать Материю и вещество (см. ниже). Противоположностью категории «материальное» выступает категория «идеальное».

«**Идеальное**» обозначает невещественную, нематериальную, и непротяженную реальность, существующую в виде идей, идеалов, прообразов, данных человеку в его сознании как «умопостигаемые сущности».

Идеальное **в идеалистической традиции** понимается как самостоятельное нематериальное (не субстанциональное) начало, существующее вне пространства и времени (дух, идеи).

Идеальное **в материалистической традиции** понимается как отражение в сознании, субъективный образ объективной реальности.

**Точка зрения философов-идеалистов**, начиная с Платона, состояла в том, что идеальное представляет собой качественно иной вид реальности, резко отличающийся от материального. Немецкий философ Готлиб Лейбниц говорил, что, если даже можно было бы увеличить мозг до размеров большой ветряной мельницы, то и в этом случае в нём не удалось бы обнаружить каких-то носителей идеального; там нельзя было бы увидеть ничего, кроме отдельных нервных клеток. Следовательно, идеальное не есть материальное, а есть нечто иное.

**Позиция философов-материалистов**, начиная с Демокрита, состояла в том, что идеальные, духовные явления производны от материальных и потому тождественны им, представляют собой то же самое по своим свойствам, что и явления материальные. По мнению Демокрита, душа человека, как и весь окружающий мир, состоит из атомов, только более лёгких и подвижных.

**Концепция идеализма** представляет «идеальное» не только, как нечто совершенно иное, чем материальное, но и как приоритетную субстанцию, существующую до и независимо от материального мира, как явление, существующее изначально и объективно и обладающее способностью порождать всё материальное.

В этом *принципиальное отличие реальности сознания от реальности материального*; психического – от физического.

Казалось бы, какое отношение имеет всё вышесказанное к системному анализу? Оказывается, пристальный взгляд на системы, сильно отличающиеся по масштабам от привычного окружающего мира, данного нам в ощущениях, такие, как крупномасштабные астрофизические системы или мелкомасштабные системы элементарных частиц, обнаруживает значительное несоответствие предлагаемых моделей фактам. А ведь ещё Джозайя Уиллард Гиббс говорил, что *одна из основных задач теории в любой области знаний – найти позицию, с которой объект виден в предельной простоте*. В чём же простота моделей Большого Взрыва или квантово-волнового дуализма?

## 2.2. Субъективное и объективное. Традиционное понимание

Смысл использованных в заголовке данного параграфа понятий раскроем рядом определений. Сначала приведём определения из Википедии: «*Субъективность* – выражение представлений человека (мыслящего субъекта) об окружающем мире, его точки зрения, чувства, убеждения и желания» и «*Объективность* – отношение к объекту (явлению) и его характеристикам, процессам, как к независимому от воли и желания человека, – подразумевает наличие знаний как таковых об объекте (явлении)». Только не понятно, как объяснить «объективность» с точки зрения влияния наблюдателя на результаты квантово-механических опытов?

А теперь возьмём несколько перефразированное определение, данное Анатолием Алексеевичем Денисовым [6, с. 3], которое соответствует тематике данной статьи и будет развито далее: «*Объективная реальность* – философская категория для обозначения той реальности, которая отнюдь не дана нам в ощущениях, а есть продукт логической переработки чувственных/измеряемых/вычисляемых *данных*, в то время как в ощущениях, измерениях и вычислительных экспериментах нам даются конкретные материальные свойства, присущие хотя бы одному из объектов». И, наконец, выпишем ряд уточняющих определений.

Использованное в определении Денисова понятие «данные» в самом общем смысле связано с другими понятиями, которые проясняют дальнейшие рассуждения. «*Данные*» – представление *дедоменов* в форме, приемлемой для общения, интерпретации, или обработки. «*Дедомены*» – неоднородности объективной реальности, то, что даёт возможность различать их, – *чистые данные* до их интерпретации или когнитивной обработки. «*Информация*» – это интерпретированные, подвергнутые когнитивной обработке *данные*, которым придан *новый смысл* и правильная форма: если у нас есть только *данные*, но мы не знаем их



смысла, у нас ещё нет *информации*. «**Знание**» – должным образом учтённая *информация*. «**Факты**» – научно зафиксированное *знание*, которое может быть верифицировано, – *факт* противопоставляется теории или гипотезе: научная теория описывает и объясняет *факты*, а также может предсказать новые.

И снова возвращаемся к тематике данной статьи. «В понятии “*система*”, как и в любой другой категории теории познания, *объективное* и *субъективное* составляют диалектическое единство, и *следует говорить не о материальности или нематериальности систем, а о подходе к объектам исследования как к системам*... Используя эти как бы разные уровни отображения, исследователь может предварительно представить объект или процесс решения задачи в виде системы, в которой ещё не удалось выделить элементы, определить существенные для достижения цели связи, а затем, переходя к более формализованным уровням представления системы (инженерному, конструкторскому), уточнять элементы и связи, всё более приближаясь к достижению цели, к созданию желаемой системы. На первых этапах важно уметь отделить (отграничить) систему от среды, с которой взаимодействует система, или найти какой-либо другой способ представления системы, например представить её в виде блока с неизвестной структурой и известными только “входами” и “выходами” (в кибернетике и теории систем такое представление часто называют “чёрным ящиком”))» [4, с. 27]. Ниже в «новом взгляде на субъективное, объективное» мы попытаемся развить этот ставший классическим подход к исследованию систем.

### 2.3. Модель структуризации Материи

Философия есть культура размышления о возможности помыслить начало бытия (в его абсолютной всеобщности). Размышление о возможности (начала?!) бытия.

*В.С. Библер. Что есть философия? [1., с. 229]*

Авторская модель структуризации Материи основывается, прежде всего, на представлениях о структурной организации Материи Руджера Осипа Бошковича [1]. Авторы, в развитие идей Бошковича, считают, что современное состояние окружающего нас мира возникло на пути бесконечного (по времени) самосовершенствования Материи с помощью естественных механизмов её самоорганизации. В авторском понимании всё происходило и происходит в так называемой *Великой Пустоте*, которая наполнена неисчислимым множеством, будем говорить, *П-квантов*, подобных точкам Бошковича.

Сначала из П-квантов возникла *праматерия* в виде неисчислимого множества Платоновых тел (тетраэдр, гексаэдр, октаэдр, додекаэдр, икосаэдр) – самых прочных структур, образовавшихся из П-квантов, ввиду

их объёмной симметричности, которая (праматерия) и стала субстанциональной основой нашего мироздания.

Структуризация Материи началась с взаимного сочетания праматериальных структур и свободных П-квантов, приводя к возникновению всё более усложняющихся структур и их *отражений*<sup>9</sup> друг другом от простейших способов при соударении к самому совершенному способу *отражения* действительности – *мышлению*.

По мнению авторов, после зарождения праматерии на самом первом этапе становления Материи появился *ментальный мир*. Возникающие в результате зарождающегося мышления *ментальные структуры* (МС) сами стали способствовать более сложной дальнейшей структуризации Материи. Мысли стали сопровождаться эмоциями, что способствовало появлению следующего уровня структуризации Материи – *эмоциональному миру* с его *эмоциональными структурами* (ЭС). Далее возник *физический мир* с разнообразнейшими *физическими структурами* (ФС), эволюция которого породила человека с неистребимым естественным стремлением «хочу всё знать!» и объективировала создание компьютерной техники и искусственного интеллекта (ИИ), многократно усилившего ментальные возможности человека.

Итак, укрупнённо уровней эволюции в нашей модели пять: *Великая Пустота* с её П-квантами, *праматерия* из Платоновых тел, *ментальный мир*, *эмоциональный мир*, *физический мир*. Каждый уровень, начиная с самого глубокого уровня Великой Пустоты, создаёт *структуру или шаблон* для «объектов» следующего уровня. Так, например, чтобы отдельные частицы праматерии – Платоновы тела – не затерялись среди неисчислимого множества П-квантов Великой Пустоты, в недрах последней возник направленный по эллиптической орбите *единый поток Платоновых тел* – динамическая структура Великой Пустоты, распасться которой не дают снующие вокруг неё свободные П-кванты. Внутренние процессы этой динамической структуры привели к образованию следующего уровня структуризации – структурам ментального уровня: хранилищам памяти, шаблонам мышления и т.п., а *переносчиком взаимодействия* этих МС стало *ментальное поле*, которое до сих пор переносит мысли по всему ментальному миру. В процессе своей эволюции ментальный мир своим мышлением способствовал созданию структур эмоционального уровня – конкретных ЭС, эмоции которых переносятся по всему эмоциональному миру собственным *эмоциональным полем*. В свою очередь, эмоциональный мир, способствовал созданию структур

---

<sup>9</sup> *Отражение* – всеобщее свойство материи, проявляемое в способности материальных форм *воспроизводить определённую* других материальных форм *в виде изменения собственной определённости* в процессе взаимодействия с ними.

физического мира, воспринимаемых данными нам природой органами чувств. Наконец, научившийся семантизировать окружающую реальность человек подразделил физический мир на косную и живую материю, каждую из которых подверг тщательному анализу с приданием смысла и значения отдельным их частям, и т.д., и т.п. Вспомним вопрос и предположения по ответу на него академика Влаиля Петровича Казначеева: «...*есть астрофизический горизонт, что за этим горизонтом?* Там не вакуум, не пустота – там нечто, там тоже есть материальность. То, что существует за пределами квантовых частиц всех категорий, известных физике. Постулируется наличие эфирного пространства, предполагается ... наличие “великого ничто”<sup>10</sup> как некоего первоначала, которое затем реализуется в физическом вакууме, в ... частицах квантовых, затем во всех остальных газообразных, жидких, плотных и других формах материи» [7, с. 52].

Обратим внимание на *огромнейшую разницу масштабов* всех упомянутых *пяти уровней структуризации* и на энергетическую подпитку полями более глубоких уровней субстанций следующих более высоких уровней структуризации. Так свободные П-кванты своим движением питают энергию потока праматерии – потока того, что в нашем мире называют Эфиром. Эфир своей энергией питает поля ментального уровня, которые, в свою очередь, – поля эмоционального мира и т.д.

Чтобы представить огромнейшую разницу масштабов всех упомянутых пяти уровней структуризации, возьмём в качестве примера хотя бы электромагнитное поле, субстанцию которого до сих пор никому зарегистрировать не удалось – мы видим только результаты его взаимодействия с токопроводящими веществами, не говоря уже о более «тонких» субстанциях эмоционального и ментального миров.

Кроме того, рачительная природа не могла себе позволить транжирить ментальные наработки при гибели объектов эмоционального и физического мира – вся атрибутика, все результаты ментальных процессов протекают и сохраняются в глубинах ментального мира.

## **2.4. Структурная модель человека**

В организме живого вещества сочетаются белково-нуклеиновое пространство и полевое пространство.

*В.П. Казначеев [7, с. 58]*

В целом человека структурно можно представить состоящим из кожного покрова, костно-мышечного скелета, сосудистой системы, нервной системы и меридианной структуры. Считается, что человек думает головой, в которой находится аппарат мышления – мозг. По наше-

---

<sup>10</sup> У нас это Великая Пустота

му мнению, *мозг является лишь приёмо-передающей станцией*, которая посредством связанной с ней нервной системы снимает сигналы с самых разнообразных рецепторов и проприоцепторов человеческого организма и передаёт их в виде колебаний в свою меридианную структуру, связываемую с телом человека при его зарождении.

Меридианная структура (подробнее в следующем параграфе) на разных своих уровнях может принимать/передавать колебания в диапазоне всех трёх миров эволюции Материи: ментального, эмоционального и физического. Переносчиком колебаний являются субстанции соответствующих полей этих миров. Главным для восприятия колебаний из одного мира в других является *эффект резонанса*<sup>11</sup>, имеющий место при кратности частот переносимых полями колебаний и приёмо-передающей «станции». Другими словами, меридианная структура человека воспринимает весь диапазон частот колебаний всех трёх миров эволюции Материи.

Таким образом, независимо от того, осознаёт это человек или нет, но его жизнедеятельность протекает одновременно во всех трёх мирах. Если перейти на религиозную терминологию, – в духовном (ментальном), душевном (эмоциональном) и мире действий (физическом). Коммуникативным центром взаимодействий между всеми мирами являются мозг с его нервной системой и, конечно же, меридианная структура, воспринимающая колебания всех упомянутых выше полей-переносчиков взаимодействий.

## 2.5. Меридианная структура организма человека

Обладает ли организм какой-либо *сенсорной структурой*, которая чувствительна к пространственно-временным козыревским полям?

*В.П. Казначеев [7, с. 179]*

Меридианная структура, как продукт эволюционного развития ментального и эмоционального миров, способна не только *воспринимать* весь спектр колебаний ментального, эмоционального и физического диапазонов, но и *трансформировать* их для переноса колебаний одного мира в другой. Кроме того, она служит ограничивающей защитной системой, отвечающей эволюционной задаче – *выживанию* того, что охватывает конкретная меридианная структура, путём поддержания нужного внутреннего гомеостаза.

*Меридианная структура организма (МСО)* человека имеет три масштабных уровня, связанных соответственно с его *личной МС (ЛМС)* – *разумом* – масштабный уровень ментального мира, *личной ЭС (ЛЭС)*

---

<sup>11</sup> **Резонанс** – это вынужденная вибрация объекта, когда он подвергается воздействию волн, соответствующих собственным частотам колебаний объекта, то есть скорости, с которой объект будет колебаться или вибрировать в отсутствие навязывающей силы.

– *психикой* – масштабный уровень эмоционального мира, и *личной ФС (ЛФС)* – *телом* – масштабный уровень нашего физического мира. В сумме ЛМС + ЛЭС + ЛФС составляют *организм человека*. О существовании третьего (физического) уровня меридианной структуры можно судить по тому факту, что ещё в 1985 году группа новосибирских учёных под руководством Казначеева открыла оптическую проводимость меридианов. В результате исследований удалось достоверно доказать проводимость света, а также специфичность проведения света акупунктурными точками, лежащими на одном и том же меридиане ЛФС. ЛЭС и ЛМС каждого человека уникальны (подобно папиллярным узорам) и откликаются только на собственные частоты колебаний, соответствующих организму данного человека МС и ЭС, как радиоприёмник, настроенный на волну определённой радиостанции.

Итак, первый уровень МСО способен принимать/передавать колебания ЛМС, второй – ЛЭС, а третий – колебания первого и второго уровней МСО и мозга, для чего третий уровень МСО подразделяется на два подуровня. Колебания ментального мира обрабатываются на первом уровне МСО и передаются первому подуровню третьего уровня МСО. Колебания эмоционального мира обрабатываются на втором уровне МСО и передаются второму подуровню третьего уровня МСО. Оба подуровня третьего уровня МСО выполняют роль трансформаторов частот ЛМС и ЛЭС в частоты, которые способен воспринимать мозг.

Непосредственно сами процессы мышления и эмоционального переживания происходят в ЛМС и ЛЭС со всей присущей этим процессам атрибутикой. Коммуникация с мозгом осуществляется опосредовано через уровни и подуровни меридианной структуры организма. Другими словами, рецепторы и проприоцепторы организма своими сигналами, передаваемыми в мозг, далее в МСО и ещё дальше – в ЛЭС и ЛМС, формируют у двух последних представление о нашем физическом мире. Именно они (ЛЭС и ЛМС) на самом деле переживают и думают, т.е. «руководят» жизнедеятельностью организма и поведением человека. А вот суммарные результаты работы всех ЛЭС и ЛМС человечества служат процессу эволюции Материи в целом.

## 2.6. Механизм мышления

Наталья Петровна Бехтерева в одном из своих интервью как-то обмолвилась о том, что при всесторонних исследованиях работы головного мозга человека им иногда удавалось фиксировать моменты формирования яркой мысли в виде неких волновых пакетов в районе так называемых аммониевых рогов.

Общепринятое определение понятия «*мышление*»: опосредованное и обобщённое *отражение* действительности – вид *умственной деятель-*

ности, заключающейся в *познании* сущности вещей и явлений, закономерных связей и отношений между ними (см. также ниже «Уровни абстракции»). Мы предлагаем рассмотреть обобщённую модель механизма отражения Материи (умственной деятельности, познания).

Укрупнённо механизм мышления состоит из пяти частей: ЛМС, ментального поля-переносчика мыслей, меридианной структуры организма, мозга и нервной системы человека с её рецепторами и проприоцепторами.

ЛМС – это то, где происходит, собственно, мышление. *Ментальное поле-переносчик* своими волнами переносит мысли – результаты мышления. МСО, как приёмо-передающая антенна, напрямую (через свой третий уровень) связанная с мозгом, принимает ментальные колебания от своей ЛМС и передаёт их в мозг. *Мозг* декодирует принятые сигналы и передаёт их посредством нервной системы соответствующим органам или системам организма человека, руководя их жизнедеятельностью. *Сигналы с рецепторов и проприоцепторов организма* поступают в мозг, затем на третий уровень МСО, где трансформируются в соответствующий ментальному миру диапазон частот, потом передаются на первый уровень МСО, откуда ментальным полем переносятся к ЛМС, которая таким образом «видит», что происходит в физическом мире.

Современный человек считает, что он в своём мозге формирует ощущения окружающей его среды физического мира, но на самом деле, несмотря на всю сложность его мозга, он *не может осуществлять никаких действий*, не «посоветовавшись» со своей ЛМС, *кроме навыков, врождённых или отработанных постоянной практикой, механических движений*. Нарботанные в изматывающих тренировках спортивные навыки, вспомним хотя бы легендарного Брюса Ли, позволяют не тратить время на «советы» со своей ЛМС, т.е. на обдумывание, а выполнять нужные движения рефлекторно. Если наработанные навыки нужны для эволюции, природа снабжает ими людей следующих поколений посредством создания соответствующих нейронно-генетических структур.

## 2.7. Уровни абстракции

Понятие «уровень абстракции» связано с концентрацией-настройкой мышления собеседников на одно мировоззрение, концепты, понятия, символы, термины и знаки таким образом, чтобы ответы были адекватны задаваемым в процессе дискурса вопросам. Пробежимся вкратце по некоторым атрибутам мышления.

*Мышление* – познавательная деятельность человека. Оно является опосредованным и обобщённым способом отражения действительности. Мышление противопоставляют «низшим» способам освоения мира в

форме ощущений или восприятий. Результатом мышления является **мысль** (понятие, смысл, идея). **Концепт** – зарождение теоретической точки зрения на ситуацию, о которой ведётся дискурс [9]. **Понятие** – мысль, которая посредством указания на некоторый признак выделяет из универсума и собирает (обобщает) предметы, обладающие этим признаком. **Понятие** не связано ни с каким конкретным предметом, который можно было бы созерцать или восстановить по памяти наглядно. Для наглядного воспроизведения используют **символ** – не указание на предмет, а его наглядное воспроизведение/представление. Для того, чтобы отличать более или менее однородные конкретные предметы друг от друга, на них помещают **знак** – клеймо, метка. Слова и словосочетания, обозначающие понятия, называются **терминами**. **Универсум** (не путать с Великой Пустотой) – совокупность объектов и явлений в целом, рассматриваемая в качестве единой системы, то есть объективная реальность во времени и пространстве, существующая в нашем сознании как представление об окружающем мире. **Абстрактное мышление** – образование абстрактных понятий и оперирование ими. При абстрактном мышлении человек концентрируется исключительно на донесении-восприятии мысли или идеи. В таком виде мышления часто используются образы и символы как общеизвестные, так и такие, которые получают своё значение исходя только из самого мыслительного процесса или дискуссии. **Абстрагирование** – это способ поэтапного продуцирования понятий, которые образуют всё более общие модели – иерархию абстракций, другими словами, это отвлечение в процессе познания от несущественных сторон, свойств, связей объекта (предмета или явления) с целью выделения их существенных, закономерных признаков. **Абстракция** – это обобщение результата абстрагирования. **Уровень абстракции** – степень отвлечённости обсуждаемого понятия от каких-то атрибутов.

В зависимости от целей и задач, можно об одном и том же объекте рассуждать на самых разных уровнях абстракции. Например, об образце металла можно говорить на механическом, химическом или физическом уровне абстракции, используя на каждом из них присущую ему терминологию. Без явного указания уровня абстракции на вопрос химика механик или физик, поняв вопрос на своём уровне абстракции, могут дать неадекватный ответ.

## 2.8. Рекурсивность при исследовании систем

Введём достаточные для рассуждений на нашем очень общем уровне абстракции три следующих очень коротких определения: «**Метафи-**

*зика* – запредельная физика», «*Система* – это то, что исследуется» и «*Модель* – результат исследования системы».

На наш взгляд исследование любой системы, подсистем и элементов должно в мысленном эксперименте *логически непротиворечиво* и *рекурсивно* прокручивать их вниз, вплоть до самых глубоких структур Материи в мироздании, и наоборот с самых глубин поднимать обратно вверх, адекватно воспроизводя исследуемое. При этом в зависимости от *цели* исследования конструируемая рекурсивная модель системы должна иметь возможности останова на любом мысленном уровне рекурсии для более подробного и всестороннего его рассмотрения. Всё исследуемое на одном уровне рекурсии должно принадлежать этому конкретному уровню абстракции. Кроме того, мыслимые взаимные переходы между уровнями рекурсии должны обеспечиваться приемлемыми непротиворечивыми ментальными процедурами трансформации объектов одного уровня на другой.

Рассмотрим такой пример. Любой биологический организм в нашем физическом мире обладает своей программой строительства – геномом. А что является компьютером, выполняющим эту программу? Если в случае млекопитающих ещё как-то в качестве такого компьютера можно представить материнский организм, то, как быть с птицами? Представить скорлупу яйца в роли компьютера физического мира уже несколько труднее.

Известно, что современные компьютерные технологии позволяют на 3D-принтерах создавать реальные 3-ёх мерные физические объекты в соответствии с результатами выполнения специальных программ на компьютерах, к которым подсоединены эти 3D-принтеры. Однако все артефакты, в нашем понимании, являются результатами моделирования чего-то подсмотренного у природы, так что и технология конструирования на 3D-принтерах, скорее всего, навеяна какими-то природными процессами.

С точки зрения нашей модели структуризации Материи *процесс строительства биологических организмов* выглядит следующим образом. На уровне ментального мира развивается замысел сначала ментального генома, на его основе – эмоционального генома, затем на основе последнего – физического (биологического) генома, и создаются соответствующие «компьютеры» для раскрутки этих геномов на ментальном, эмоциональном и физическом уровне. Рачительная природа не стала выполнять процессы генетического строительства биологических организмов (по крайней мере, на Земле), каждый раз повторяя весь путь структуризации Материи, начиная с уровня праматерии, а использует уже имеющиеся «строительные материалы» того уровня, для которого созда-



ётся организм по программе соответствующего генома. Поэтому беременной матери требуется усиленное питание для себя и своего ребёнка. Ментальный, эмоциональный и физический геномы прочно связаны между собой. При этом программа физического генома связана с программами эмоционального и ментального геномов посредством соответствующих полей и МСО. Теоретическое и экспериментальное обоснование Петром Петровичем Горяевым *волновой* генетики как направления в биологии [5] в какой-то мере подтверждают наши рассуждения. Кроме того, процитируем Казначеева: «...если сравнивать феномены объективные, которые присутствуют в окружающем мире и наблюдаются у людей и животных, то, несомненно, обнаружатся ещё *полевые* формы... Эти *полевые формы космического интеллекта* присутствуют в мире постоянно и тоже эволюционируют. ... чем больше мы углубляемся в социальную природу животных, насекомых, определённых групп растений или млекопитающих (это относится к пресноводным, земноводным, пресмыкающимся), тем больше убеждаемся, что взаимодействие внутриклеточное, межклеточное пополняется *полевыми* информационными потоками» [7, с. 55–56].

Подытоживая этот параграф, отметим, что упомянутые выше три программы геномного строительства являются рекурсивными. Например, программа строительства того или иного белка рекурсивно обращается сама к себе до тех пор, пока соответствующий данному белку специальный ген не просигнализирует о необходимости прекращения рекурсивного строительства по данной программе/геному.

## **2.9. Идеальное и материальное. Новый взгляд**

Рассмотрим теперь понятия «идеальное» и «материальное» в свете предложенной выше модели структуризации с учётом уровней абстракции. С нашей точки зрения вселенная, «встроенная» в *мироздание*, в основании которого лежит праматерия или поток Эфира, материальна [10]. «Идеальное» в нашей модели – это то, что находится на самых нижних уровнях структуризации Материи – эмоциональном и ментальном. Таким образом, специфика «идеального» состоит в том, что его субстанциональные частицы и структуры на многие-многие порядки масштабов меньше субстанциональных структур нашего физического мира. При этом материальная реальность является порождающей, первичной по отношению к идеальной. «Идеальное», состоящее из идей, идеалов, образов, доступных человеку посредством того, что принято называть сознанием, возникло задолго до его осознания человеком в нашем физическом мире. Идеальное в нашем понимании базируется на материальной субстанции нашей вселенной. «Идеальное» представляет собой ма-

териальный вид реальности, резко отличающийся от физической лишь по своим масштабам и внутренней структуре. Действительно, господину Лейбницу не удалось бы обнаружить каких-то носителей идеального на уровне масштабов физического мира, но от этого «идеальное» не перестаёт принадлежать глубинным уровням материальной вселенной. Мы поддерживаем мнение Демокрита, что душа человека, как и весь окружающий мир, состоит из атомов, только более лёгких и подвижных, и совершенно не согласны с концепцией идеализма о том, что «идеальное» – приоритетная субстанция, существующая до и независимо от материального мира. Хотя и согласны с тем, что «идеальное» (мысли, идеи, образы) способствует структуризации материального в форме эволюционной самоорганизации Материи.

При этом интересно то, что меридианная структура-антенна некоторых людей способна принимать колебания не только своей ЛМС, но и более глубоких уровней ментального мира (проявляя как бы дальность), а значит не так чётко распознавать колебания менее глубоких уровней, что и заставляет их ратовать за «идеальное» как основу всего, в том числе, и материального.

## **2.10. Субъективное и объективное. Новый взгляд**

Когда мы выше говорили о традиционном взгляде на субъективное и объективное мы выделили фразу «...следует говорить не о материальности или нематериальности систем, а о подходе к объектам исследования как к системам...» Всё вроде бы верно, но почему бы и не поговорить. Вспомним предложенные выше «Структурную модель человека» и «Механизм мышления». Тело человека в нашем физическом мире – это всего лишь рецепторно-проприоцепторная система с приёмопередающей меридианной антенной для двух других основных (переживающих и мыслящих) частей цельного его организма (ЛФС + ЛЭС + ЛМС). Рачительная природа, предоставляя свободу выбора в поведении, в то же самое время использует шаблоны для всех жизненных процессов и всех нативных структур. Вспомним хотя бы весьма показательный в этом смысле процесс генетического воспроизводства биологических организмов.

Итак, если традиционное видение субъективизма состоит в представлениях конкретного человека, личности об окружающем мире, то мы уточняем его (это видение). Личность – это нативная структура, состоящая из трёх основных частей: ЛМС + ЛЭС + ЛФС. ЛМС *думает*, ЛЭС *окрашивает* мысли эмоционально, а ЛФС *действует* в физическом мире, отрабатывая в своём секторе различные пути и способы дальнейшей эволюции Материи, начиная с уровня созданного физического мира с суперсложными структурами типа человеческого мозга. Так, например,

человек, в обычном понимании его как феномена, с одной стороны, своей жизнедеятельностью усложняет свои биологические структуры, тот же мозг, а, с другой стороны, пытается проникнуть в глубинные структуры самой Материи, её внутреннее устройство, «помогая» нативной структуризации своими наноструктурами на 3D-принтерах или генной модификацией тех или иных естественных биологических структур, или созданием цифровых технологий и самообучающегося распределённого по всей планете ИИ.

При этом вся исследовательская деятельность человека ограничивается как возможностями натренированности его естественных способностей, так и уровнем достижений современных технологий. В рамках этой статьи мы говорим лишь об ограничениях диапазонов ощущений или измерений, в том числе и о диапазоне интуитивного извлечения знаний о наблюдаемом при системных исследованиях.

С нашей точки зрения человек как цельная система формируется путём воссоединения ЛМС и ЛЭС с зачинающейся после оплодотворения ЛФС. ЛМС и ЛЭС состоят, в том числе, из сохранённых в их структурах памяти, как на флэшках, ментальных и эмоциональных шаблонов. Эти шаблоны после рождения человека становятся его личными (его личности), т.е. субъективными. Их-то человек и извлекает, так сказать, интуитивно, их-то ему и поручено самой эволюцией развивать и приумножать. Совокупности *всех* ЛМС и ЛЭС, точнее их «усреднённая сумма» образцов, представляет то, что называется *объективным* или попросту общепринятым. Те люди, которые могут настраивать своё субъективное ментальное видение на восприятие сохранённого в памяти ЛМС и ЛЭС других субъектов, или на более глубоких уровнях самого *объективного*, считаются интеллектуально более развитыми, гениальными, мудрыми.

Теперь вспомним о неразлучной дидактической троице – «знание, умение, навык». Речь идёт о том, что человек – существо социальное. Знания, начиная с рождения, даются семьёй, школой, наставниками из окружающего социума. Точнее, человека приучают считать и пользоваться *объективными знаниями*. Затем человека учат *умению* пользоваться этими знаниями. И, наконец, если человек *сам* даёт себе труд отработать приобретённые *умения* пользоваться имеющимися *знаниями* до уровня *навыков*, оправдывающих те или иные эволюционно значимые аспекты жизни в физическом мире, его *знания* некими нативными механизмами аккуратно встраиваются в хранилище его ЛМС и ЛЭС или даже в хранилища *объективного*.

Возвращаясь к началу данного параграфа, следует сказать, что исследователь своими субъективными мыслями-рассуждениями вносит посредством ментальных и эмоциональных полей изменения и в саму

исследуемую систему, и, тем более, в результирующую модель и её конструктивное воплощение. Другое дело, насколько масштаб этих изменений доступен современному уровню развития ощущений или измерений.

Закончим этот параграф цитатой из книги Казначеева: «*Объективность* – это то, что существует, как указано в определении, в наших ощущениях, отражениях, приборах, но *есть и то, что существует за пределами нашего восприятия*, наших органов чувств и всех измерительных или других приборов. Значит, если говорить об объективности, то она *имеет двойное значение* – семантическое содержание внутри себя. Первое – *то, что дано в ощущениях*, отражениях и восприятиях человека и приборов, и второе – *то, что существует вне нас, вне нашего восприятия*» [7, с. 51–52].

### 3. Результаты

МСО способна воспроизводить любые мысли-колебания, сформированные ЛМС. Мощность таких колебаний не велика, но если они продолжительны и кратны собственным частотам какого-либо объекта или явления в мироздании, то в режиме резонанса такие колебания могут вызвать вибрации, достаточные, скажем, для производства изменения в этом объекте или явлении. Таким образом мышление, как продукт эволюции Материи, может служить самой эволюции. То же касается и ЛЭС.

Снова процитируем Казначеева, который использует термин «интеллект», а не «мышление»: «...свойства интеллекта – это свойства эволюции, всё большего усовершенствования, накапливания инструментария памяти... Они концентрируются всё больше и больше и, по видимому, современное открытие, расшифровка макромолекулярного генома в какой-то мере отражает определённую, не очень большую степень накопления эволюционной информации человеческого или животного интеллекта» [7, с. 55]. Более того, он вслед за Константином Эдуардовичем Циолковским и Владимиром Ивановичем Вернадским считает главным вектором направления выживаемости человечества переход «от гетеротрофности<sup>12</sup> к автотрофности<sup>13</sup> – к полевой жизни», к ноосфере: «Духовность и мир нужно очертить как движение эволюции именно к космической планетарной автотрофности – формированию космопланетарного интеллекта. В этом видим мы пути выживания и сохранения человечества» [7, с. 61].

---

<sup>12</sup> **Гетеротрофность** – развитие интеллекта как бы в локально-внутренних процессах для выживания данной формы живого вещества, когда оно ищет в качестве трофики (пищи) остатки или непосредственные тела окружающих его растений, животных.

<sup>13</sup> **Автотрофность** – отражение определённой формы космического интеллекта, всё большая взаимосвязь с полевыми космическими и земными потоками космического Эфира, где и появляется образ новой космической жизни (в потоках интеллекта Космоса).

## 4. Обсуждение

### 4.1. К вопросу о самом исследовании систем

На наш взгляд, в последнее время вопросы метафизики (сущности исследуемого), мягко выражаясь, обходятся стороной. А при исследовании систем неплохо бы их прокручивать с точки зрения различных уровней структуризации Материи, учитывая при этом, что: «метафизика – это зона, свободная от уровней абстракции, где *каждый может сказать что угодно*, не опасаясь, что когда-либо окажется неправым, *при условии, что соблюдается основной закон непротиворечивости* – закон логики, который гласит, что два несовместимых (противоположных) суждения не могут быть одновременно истинными; по крайней мере одно из них ложно» [2, с. 60]. Особенно сейчас, когда наблюдаемая нами информационная революция, меняя физическую реальность и нас самих, вызывает *метафизический дрейф* – изменение нашего представления о конечной реальности вместе с изменением информационного окружения. Это ведёт к переосмыслению нашей *метафизики* (нашего представления об окружающем мире) в информационных терминах. Информационная среда трансформируется из способа обозначения информационного пространства в синоним самой реальности, которую мы начинаем воспринимать как своего рода информационную метафизику. А это уже так близко к невидимым (надеемся только пока) глубинным уровням структуризации Материи.

### Выводы

Новые идеи для признания научным сообществом требуют соответствующей соотнесённости с общепринятыми взглядами и нормами научного общения. Нужно уметь проявить в данном отношении достаточного такта.

*Андрей Юрьевич Грязнов [8, с. 130]*

Рассмотренная модель структуризации с пятью чётко различимыми масштабными уровнями – Великой Пустотой, потоком Эфира или праматерией, ментальным, эмоциональным и физическим мирами – предлагает единую субстанциональную основу того, что до сих пор противопоставлялось друг другу и именовалось как «идеальное» и «материальное». Эта модель упрощает, но и углубляет (онтологически) исследование систем тем, что всё сводится к одной субстанциональной основе и процессам её естественного развития – эволюции Материи, начиная с её возникновения из праматерии – неисчислимого множества Платоновых тел, составляющих субстанцию потока Эфира, закрученного в Великой Пустоте энергией составляющих её П-квантов. Откуда взялась Великая Пустота с её П-квантами, кто пополняет энергией сами П-кванты человечеству достоверно, видимо, узнать никогда не удастся. Как говорят

философы – для возникновения Великой Пустоты / Великого Ничто не нужна причина. Зато, начиная с момента возникновения Материи из праматерии, далее всё представляется более или менее понятным и естественно эволюционирующим – за причиной следует следствие. Сначала усложняющиеся структуры Материи отражают окружающую среду чисто механически, способствуя росту всё более сложных структур. Эти усложняющиеся структуры начинают отражать друг друга более сложным образом, воспроизводя определённую друг друга в форме изменения собственной определённости, и так вплоть до возникновения того уровня отражения, который теперь называется мышлением, осознанием и пр. Эволюция Материи продолжается, но уже с ментальным участием возникающих структур мышления. Далее эволюционное усложнение ментальных структур приводит к появлению эмоциональных структур вплоть до их обобщённого проявления в виде психических или душевных процессов. То есть мышление окрашивается эмоционально. И, наконец, ещё большие эволюционные усложнения структур эмоционального и ментального миров в общем процессе эволюции Материи приводят к возникновению суперсложных структур косного и живого вещества вплоть до создания таких, как мозг человека.

Таким образом, вся эволюция, с момента возникновения ментального мира, проходит при непосредственном влиянии механизма мышления, резко ускоряющего сам процесс эволюции (похожим образом созданный человеком искусственный интеллект сам начинает развивать себя, например, с помощью так называемого машинного обучения, многократно усиливая интеллектуальные возможности человека; другими словами, *искусственный интеллект делает для развития человека то же, что мышление для эволюции Материи*). Более того, в памяти ментального мира возникают и сохраняются наиболее эволюционно интересные структуры и механизмы, причём не только эмоционального и физического мира, но и самого ментального мира – ментальный мир сам себя обучает и продвигает по эволюционным ступеням. Итак, эволюционно лучшие образцы мыслей, идей, понятий, категорий, парадигм, мировоззрений хранятся в памяти ментального мира, а на развитие всего этого «идеального» влияют эволюционно лучшие образцы эмоционального и физического миров, таких как человечество с его цифровыми технологиями.

Человеку остаётся всё это шаг за шагом осознавать глубже, и, создавая всевозможные артефакты физического мира, расширять возможности своего неистребимого стремления к познанию, в том числе и путём принятия более развитых моделей устройства всего мироздания с его нативными механизмами коммуникации, а при всевозможных манипуляциях с этими моделями всегда устанавливать чёткий уровень абстракции в своих рассуждениях. Для самых фундаментальных уровней аб-

стракций, наверно, нужно разработать и развивать хорошие толковые словари с ясными формулировками всех употребляемых фундаментальных терминов, понятий, концептов, парадигм и мировоззрений в целом с перекрёстными ссылками из словарей одного фундаментального уровня к связанным терминам и понятиям словарей других фундаментальных уровней.

### Список литературы

1. Boscovich R.J. *Theoria natural philosophiae*. – Chicago-London: Open Court Publishing Company. – 495 p.
2. Floridi, Luciano. *The Philosophy of Information*. Oxford University Press Inc. – 426 p.
3. Бабенко И.А., Владимиров Ю.С. Реляционный взгляд на принципы геометрической парадигмы // *Метафизика*. 2020. – № 3(37). – С. 69–81.
4. Волкова В.Н., Воронков В.А., Денисов А.А. и др. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи. – М.: Радио и связь, 1983. – 248 с.
5. Гаряев П.П. Волновой геном. Монография / Энциклопедия русской мысли в 23 томах (1993-2014 гг.). – М.: Общ. польза, 1994. – Т. 5. – 279 с.
6. Денисов А.А. Введение в информационный анализ систем. – Текст лекций. – Л.: изд. ЛПИ, 1988. – 52 с.
7. Казначеев В.П. Думы о будущем. Рукописи из стола. – Новосибирск: Издатель, 2004. – 2008 с.
8. *Метафизика*. – М.: Российский университет дружбы народов. – 2021. – № 1(39).
9. Павлов К.А. О концепциях логики и смысле моделирования «логических рассуждений» // *Философский журнал | Philosophy Journal*. 2009. – Т. № 2(3). – С. 93–117.
10. Тунда В.А, Тунда Е.А. Пропедевтика или зачем возвращаться к вопросу праматерии // *Коммуникативные стратегии информационного общества: труды XII Междунар. научно-теоретической конф., 23–24 октября 2020 г.* – СПб.: Политех-Пресс, 2020. – С. 223–234.
11. *Философия во множественном числе / Сост. и отв. ред. А.В. Смирнов, Ю.В. Синеокая*. – М.: Академический проект, 2020. – 529 с. – (Философские технологии: Избранные философские труды).
12. Тунда В.А., Тунда Е.А. О целостности познания на примерах // *Сб. научных трудов XXII Международной научно-практич. конференции «Системный анализ в проектировании и управлении» 22 – 24 мая 2018 года. В 2 частях*. СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2018. – Ч. 1. – С. 157–164.
13. Тунда В.А, Тунда Е.А. К вопросу о сплошности сред при когнитивном моделировании // *Сб. научных трудов XXIII Международной научно-практич. конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», 10 – 11 июня 2019 года. В 3 частях*. – СПб.: Политех-Пресс, 2019. – Ч. 3. – С. 460–470.
14. Тунда В.А., Тунда Е.А. Сущность информации в свете концепции праматерии в новом изложении // *Сб. науч. трудов XXIV Международной научн. и учебно-практич. конференции «Системный анализ в проектировании и управлении», 13 – 14 октября 2020 года. В 3 частях*. – СПб.: Политех-Пресс, 2020. – Ч. 1. – С. 188–199.
15. Тунда В.А, Тунда Е.А. Этика науки в современном информационном обществе // *Коммуникативные стратегии информационного общества: труды XII Междунар. научно-теор. конф., 23–24 октября 2020 г.* – СПб.: Политех-Пресс, 2020. – С. 38–45.

## МАРГИНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Эстония, Нарва, MTU Evrika  
zanna.bober@gmail.com

**Аннотация.** Современное философское учение об общих сущностях и категориях, фундаментальных принципах, структуре и закономерностях бытия переходит к новому исследованию сложности стремительного развития нашей реальности.

С помощью категории маргинальность, которую ввел в научную область Р. Э. Парк, может быть выражена суть проблемы, которая присутствует в определенных ситуациях, где зафиксирована идея о наличии особенностей бытия, с которыми связано *крайнее, пограничное, предельное, переходное* существование социальной среды, сознания и духовного мира.

Структура *предельности/переходности* умозрительно делится на динамические и статические формы. Статические формы А. С. Кармин в моделях культурного пространства выделяет *три измерения* культурных миров в пространственной структуре культуры, соответствующих основным типам смыслов, которые содержатся в социальной информации трех измерений – знания, ценности, регулятивы. Между ними происходит рождение маргинальных форм, где находятся предельные феномены культуры.

Благодаря новому взгляду на глобальные события жизни общества и современным высоким технологиям мы живем в период нового *перехода/скачка* развития человеческих возможностей, которые не связаны с материальными ценностями. И в изучении таких предельно сложных вопросов может помочь осмысление маргинальных форм в социальном развитии современного периода.

**Ключевые слова:** маргинальность, диалектическое развитие, технологическая культура, технологические революции, материальный мир, духовный мир.

**Zhanna Bober**  
Master of Psychology

## MARGINAL STATUSES IN THE SYSTEM OF SOCIAL DEVELOPMENT

Estonia, Narva, MTU Evrika  
zanna.bober@gmail.com

**Abstract.** Modern philosophical doctrines about general essences and categories, fundamental principles, structure and laws of existence move forward to research the complexity of the vigorous development of our reality.



The concept of marginality, which was introduced in the field of science by R. E. Park, can express the essence of the problem in certain situations, where the fixed idea about the peculiarities of existence is present, with which *the extreme, borderline, ultimate, transitional* existence of the social environment, consciousness and the spiritual world are associated.

The *ultimate/transitional* structure is purely theoretically divided into dynamic and static forms. In the space of culture, A. S. Karmin distinguishes *three dimensions* of cultural worlds, corresponding to the main types of meanings containing in social information of the three dimensions – cognitive, value, regulatory. Among them, the birth of marginal forms takes place, where the ultimate phenomena of culture are located.

Due to a new approach to global events in the life of society, and modern high technologies, we are living in a period of a new *transition/race/gallop* in the development of human capabilities that are not connected with material values. And when researching such extremely complex issues, the perception of marginal forms in the social development of the current period can help.

**Keywords:** marginality, dialectical development, technological culture, technological revolutions, material world, spiritual world.

Каждый день проходит под впечатлением того, что жизнь пролетает так быстро, что не успеваешь разглядеть, почувствовать и осмыслить как следует те моменты и события, которые проживаешь на бегу в повседневной суете. И возникает ощущение, что не успеваешь уже даже за событиями своей жизни! Анализ процессов и результатов своей стремительной деятельности неутешителен. С чувством сожаления понимаешь, как много ты не успел и как еще больше необходимо успеть сделать в довольно краткие сроки. Вопрос об оптимизации деятельности стоит довольно остро. Приходится ужиматься и постоянно сокращать время своих действий, либо сами действия.

В современных условиях сверхскоростных глобальных изменений социокультурного эволюционирования планетарной цивилизации как нельзя лучше подходит суть понятия маргинальность.

Специальное понятие маргинальность ввел в научную область в начале 20 века один из основателей чикагской социологической школы Р.Э. Парк в эссе «Человеческая миграция и маргинальный человек» [21]

Определение понятия маргинальность до сих пор продолжает уточняться несмотря на то, что предпосылки исследований маргинальности в той или иной степени присутствовали в круге философской мысли в натурфилософских концепциях античности и даже уходят своими корнями далее, что можно проследить в прежних осмыслениях ряда проблем, где маргинальные проявления рассматривались как побочное, периферийное состояние основного предмета внимания [4, с. 65–84].

Если развитие понимать как динамичный ступенчатый *переход* на пути совершенствования, то для природы, человека и общества можно предложить множественные уровни восхождения от одной предельной

вершины к другой через циклическое закономерное маргинальное понижение. На каждом витке цикла есть свой конкретный уровень **верхнего предела** и **нижнего предела**, которые будут характеризоваться своими специфически маргинальными параметрами (предельное положение, предельное напряжение, предельная скорость).

Неоднозначность развития в диалектике отражается во внешнем движении развития вещей, природы, направленностью движения истории, а также движением развития мысли о действительности и движение общественных отношений. Динамичная система социального развития вероятно имеет всеобщую предельную структуру перехода/скачка в бесконечном процессе своего совершенствования.

Внутренняя сущность развития заключена во внутренней закономерности движущей силы – это всеобщая закономерная динамичная структура, которой мы не интересуемся, пока рассматриваем внешнее движение различных взаимодействий. Закономерный внутренний цикл развития человечества структурирован нами на основе идей В.А. Босенко [8, с. 10, с. 17–22, с. 17–22, с. 126; 17]. В единой цикличности умозрительно определяется трехуровневая диалектика шести смысловых стадий динамичных форм:

**1) Практический** (полученный опыт) уровень движения действительности (область онтологии):

а. **Практика развития** – самая доступная форма получения жизненного опыта в материальном плане (действия, ощущения индивидуальные и коллективные);

б. **Развитие практики** – более сложная форма использования своего (и совместного) ошибочного и успешного опыта для уточнения и ускорения практических действий.

**2) Теоретический** уровень движения познания (область гносеологии) как продолжение движения действительности:

а. **Развитие познания** – познание логики движения объективного мира (нематериальный план) – превращение практики в абстрактную логику (мыслительный процесс на основе индивидуального и коллективного опыта).

б. **Познание развития** – метод в предельно всеобщей форме, выступающий общим принципом логики движения в содержании познания объективного мира и логики движения самого познания (описательный процесс).

**3) Философский** уровень (принципы, законы, методология – осмысление ценности познаний) (область аксиологии):

а. **Развитие осознания** – формирование единой теории познания в содержательной структуре (преобразование) своего движения на пути к

себе (самопознание), «...методом может быть лишь природа содержания, движущаяся в научном познании...» [13, с. 79] (объяснительный процесс).

**в. Осознание всего развития** как самоконструирующего и самодвижущегося пути познания (саморазвитие) – классификация описаний, объяснений, прогнозов саморазвития бытия (принципы, законы). Предельно общий принцип развития встает «над» миром, из которого выведен.

Таким образом суть диалектики развития состоит из трёх уровней. Но так как в процессе деятельности человека есть сознательно направленное поведение на вещественно-энергетический и информационный результат [14, с. 173], то предельно целостная система всеобщего развития человека включает еще одну структуру:

**1. Физическая** ступень (вещественнопредметная) с маргинальными признаками на пересечениях объектнодеятельностной практики физического пространства и времени. *Предельный* результат (фиксированная мерная маргинальность) процесса на этой ступени – физическая зрелость и физическое здоровье (индивидуума, социума).

**2. Информационная** ступень с маргинальными признаками на пересечениях мыслительно-эмоциональной практики ментального пространства в структурном отражении психикой информации всех трех доступных человеку пространств и их пересечений – реального, ментального, виртуального с учетом времени. *Предельный* результат (фиксированная мерная маргинальность) – зрелость ума и психическое здоровье.

**3. Энергийная** ступень (энергия силы воли, а также природная энергия, преобразуемая деятельностью человека) с маргинальными признаками на пересечениях напряженноволевой самонаправленности (свобода волеизъявления, целеустремленность, ответственность) в самодвижении ментально-виртуально-физического пространства и времени. *Предельный* результат (фиксированная мерная маргинальность) – высокодуховная нравственная зрелость и нравственное здоровье (гармония ноосферного и эстетосферного планов).

Здесь будут возникать огромные трудности в анализе сущности диалектики развития особенно в изучении сложных биологических и социальных структур, включающих обмен веществом, энергией и информацией как необходимое условие [9, с. 20, 7].

Но тем не менее, осознавая трудности исследований, весьма интересен внутренний «маргинальный механизм» процесса абсолютного революционного превращения в точке предельных состояний и переходов/скачков как всеобщего принципа, который присутствует в диалекти-

ке бытия в развитии всего сущего. Как мы писали в наших предыдущих исследованиях предельного состояния категория «**маргинальность** – (1) предельное состояние элементов и порядков взаимодействий в изменениях любой структуры, (2) с противоположным и противоречивым характером по отношению к текущим направлениям развития в пространстве и во времени, при этом (3) с обязательной функцией разрушения старых и одновременно формирования новых возможностей, включающих (4) функцию резкой смены вектора развития в случае неожиданных изменений параметров окружающей среды» [4, с. 264; 16, с. 221–231].

Наши исследования позволяют раскрыть маргинальные особенности развития вообще в его предельно всеобщей форме, его внутреннюю диалектическую логику «механизма» *предела/перехода* и решить проблему выражения развития в логике этих понятий [17].

В связи с чем осознается, что категория **маргинальный механизм** – это сложная подвижная структура *предельности/переходности* диалектических внутренних связей системы саморазвития, что находится за рамками естествознания, являясь всеобщим принципом в общем круговороте превращения всего во всё.

Структура *предельности/переходности* умозрительно делится на **динамические** и **статические формы маргинальности**, где статические маргинальные формы имеют выраженность в *точках*, имеющих *крайнее/предельное* состояние элементов и порядков связей перед и после «превращения» чего-то другого нового (относительная фиксированная мерность), а динамические маргинальные формы выражены в *переходах/скачках* (относительная незафиксированная безмерность) изменений, определяемых двухсторонней «приграничностью» и «диалектическим центром в границах преобразований» – предельность «до», переходность/скачек «между», предельность «после». Статические и динамические маргинальные формы являются умозрительными, поэтому фиксированные маргинальные состояния элементов любой системы как некая умозрительная «статичность в динамике». Развитие бытия всё время в абсолютном движении, но индивидуальная человеческая память удерживает в относительной неподвижности определенные результаты движения действительности и результаты своей деятельности, что фиксируется как определенное достижение в символической коллективной форме, в культуре.

Исследуя теоретические формы моделей культуры, мы видим, что ученые часто применяют для описания культуры образы, которые заимствуют из других областей знаний. Так, например, российский культуролог А.С. Кармин [11, с. 11, с. 202] предложил использовать «в качестве вспомогательного средства описания культуры её трехмерную **физико-**

**геометрическую модель**, в которой она уподобляется «веществу», заполняющему «культурное пространство» (или «пространство культуры»)).

По аналогии с физическим пространством в модели культурного пространства А. С. Кармин выделяет **три измерения** культурных миров в пространственной структуре культуры, соответствующих основным типам смыслов, которые содержатся в социальной информации – **знания** (результат познавательной деятельности), **ценности** (значимое материальное воплощение аспекта идеала), **регулятивы** («блоки» с предписанием «надо», с запретами «нельзя», разрешениями «можно»). Им соответственно определяются три взаимопересекающиеся «координатные оси» – **когнитивная** (x), **ценностная** (y), **регулятивная** (z). Между тремя измерениями культурных миров, очевидно, происходит рождение маргинальности, то есть это те пространственные области, где находится предельные феномены социокультуры.

Расположенные в трехмерном пространстве культурные феномены и сгруппированные в комплексы и системы культуры называются культурными формами или формами культуры.

Если провести аналогию с теоретической моделью системы культурных форм А.С. Кармина, то можно создать подобную трехмерную модель пространства культуры с тремя ведущими культурными областями, именно там присутствуют пересечения приграничных областей культуры, где образуются маргинальные феномены. Область маргинальных образований мы попытались схематично мы изобразили на рисунке 1 «Структура типов основных смысловых осей (знания – x, ценности – y, регулятивы – z), где на границах пространственных областей образуются маргинальные культурные формы».

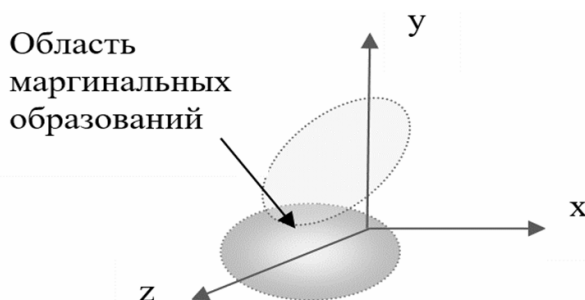


Рис. 1 Структура типов основных смысловых осей (знания – x, ценности – y, регулятивы – z), где на границах пространственных областей образуются маргинальные культурные формы

В промежуточных областях более крупных ведущих культурных форм в процессе развития образуются меньшие формы, маргинальные,

которые формируются в отдельных приграничных культурных подобластях структуры.

Каждая культурная форма занимает в условном пространстве культуры определенное место. Такая пространственная условная ниша, где протекает деятельность людей, характеризуется сочетанием умозрительных условных координат ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), определяющие её положение относительно смысловых осей культурного пространства, что показано на рисунке 1.

Каждая маргинальная культурная форма, образовавшаяся в приграничных областях, удовлетворяет определенные потребности и содержит какие-либо специфические смыслы. Совокупность смыслов определяет её культурный потенциал.

Среди культурных форм особую нишу занимают «парадигмальные формы» (формы-образцы). «Парадигмальные формы культуры – это типовые «установочные» структуры, которые определяют организацию смыслового содержания культурных феноменов» [11, с. 225].

Каждую из трех видов парадигмальных форм (когнитивные, ценностные и регулятивные) А.С. Кармин символично представил в виде плоскости («пласта» или «браны»), проходящей через одну из координатных осей ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) условного пространства культуры.

Парадигмальные формы, которые находятся на одной из координатных осей ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ) называются «осевыми формами» культуры. Через каждую ось проходит несколько таких форм, которые в реальных жизненных условиях не изолированы друг от друга. Являясь открытыми для взаимопересечения и взаимодействия, осевые формы в процессе развития создают между собой маргинальные области культуры со специфическими смысловыми содержаниями.

Таким образом, в каждой осевой форме присутствуют маргинальные элементы, то есть элементы с характеристиками соседних парадигмальных форм. Заметим, что основное содержание осевой «парадигмальной формы» определяется типом той оси (знания, ценности, регулятивы), к которой она относится.

Было бы ошибочно думать, что вся система культурного пространства однозначно делится на три основных пространственно-структурных области культуры, чтобы потом пытаться включить некий культурный феномен маргинальности только в одну из них. Конечно же, существуют такие маргинальные феномены, которые требуют теоретического рассмотрения их во всех трех областях – это очень сложные специфические типы культурных форм.

Попытаемся на основе физико-геометрической модели взглянуть на три области пространственной структуры культуры по отдельности.

Очевидно, что самой важной частью культурного мира является область **духовной культуры**. Характеристикой всех форм духовной культуры является сочетание знаний и ценностей, а регулятивы играют вспомогательную роль в создании духовных ценностей. В связи с этим область духовной культуры будет представлять собой плоскостную модель между двух осей «когнитивная» (x) и «ценностная» (y) – то есть «когнитивно-ценностная» (x, y) плоскость является областью духовной культуры.

Таким же образом будет выделяться совокупность форм культуры, определяющаяся социальными отношениями людей, их взаимодействиями в обществе, то есть область **социальной культуры**. Область социальной культуры ориентирована на двумерную плоскость, что образуется из «ценностной» и «регулятивной» осей (y, z). Знания в этой области выступают как средства выработки принципов и норм поведения людей в обществе, их взаимодействия.

Третья область характеризуется обращенностью к «когнитивно-регулятивной» плоскости (x, z) и является областью **технологической культуры**. Совокупность форм культуры третьей области состоит из «освоения и обработки любого материала, культуры исполнения, изготовления, получения чего-либо. Знания и регулятивы являются необходимыми и важнейшими элементами технологической культуры» [11, с. 11, с.227]. А вот вопрос о том, для чего, то есть для каких именно ценностей создается и потом используется технология, решается уже вне области технологической культуры. «С информационно-семиотической точки зрения формы культуры – это формы, в которых существует, сохраняется и развивается информационно-знаковое содержание общественной жизни» [11, с. 178, с. 11, с. 203].

Содержание основных областей культуры – духовной, социальной, технологической – образуют три основных формы и занимают обширные ниши в культуре. Обладая могучим потенциалом и воздействуя на всё жизненное пространство, они вовлекают в себя большое число представителей ведущего массива культуры, что приводит к маргинализации отдельные элементы культуры. При этом маргинальные феномены выражая свою крайнюю позицию начинают влиять на окружающую среду, изменяя её. Так возникающие на стыках областей культуры маргинальности «включают» процессы самоорганизации всей системы. Эти сложные процессы нами классифицированы и показаны в таблице 1 «Модели места в пространственной плоскостной области маргинальных образования. Модели уровней маргинальных проявлений в осевых формах культуры» [4, с. 264; 18, с. 121–126].

Таблица 1

**Модели мест в пространственной плоскостной области маргинальных образований. Модели уровней маргинальных проявлений в осевых формах культуры.**

№	Место образования маргинальности	Модели уровней маргинальности
1	2	3
1	Предельные области <b>Духовной культуры</b> + $ \frac{1}{2}$ Соц.культ. + $ \frac{1}{2}$ Техн.культ. =  сочетания =>знания + ценности +  дополнения => регулятивы	Духовный уровень маргинальных образований: $(x+y)+( \frac{1}{2} z+x + \frac{1}{2} z+y )= (x+y)+ z $
2	Предельные области <b>Социальной культуры</b> + $ \frac{1}{2}$ Дух.культ. + $ \frac{1}{2}$ Тех.культ. =  сочетания=>ценности + регулятивы  +  дополнения=> знания	Социальный уровень маргинальных образований: $(y+z)+( \frac{1}{2} x+y + \frac{1}{2} x+z )= (y+z)+ x $
3	Предельные области <b>Технологической культуры</b> + $ \frac{1}{2}$ Соц.культ. + $ \frac{1}{2}$ Дух.культ. =  сочетания=>знания + регулятивы  +  дополнения=> ценности	Технологический уровень маргинальных образований: $(x+z)+( \frac{1}{2} y+x + \frac{1}{2} y+z )= (x+z)+ y $

Таким образом, **маргинальная область** в структуре культуры – это крайне предельная специфическая культурная форма, которая образуется **на стыке** основных культурных форм и областей в пространстве развития социокультурной системы как формирование **диалектического центра в границах преобразований**.

Многообразные изменения непрерывны и большее их количество практически не заметно для человека в повседневном темпе жизни. И как бы ни была сильна некая область культуры, в ней всегда есть место для «червоточки», где уже образуется маргинальная область, иногда способная перевернуть всю систему «с ног на голову» (Закон отрицание отрицания).

Таким образом, маргинальность является одной из важных сторон развития системы, так как имеет сетевую многоуровневую структуру, которая буквально пронизывает всё «тело» культуры (рис. 2).

Сегодня мы понимаем, что технологическая культура развивается с большей скоростью, чем другие области культуры. Объёмы и скорости различных областей устремленности новых технологий поражают человеческое воображение.



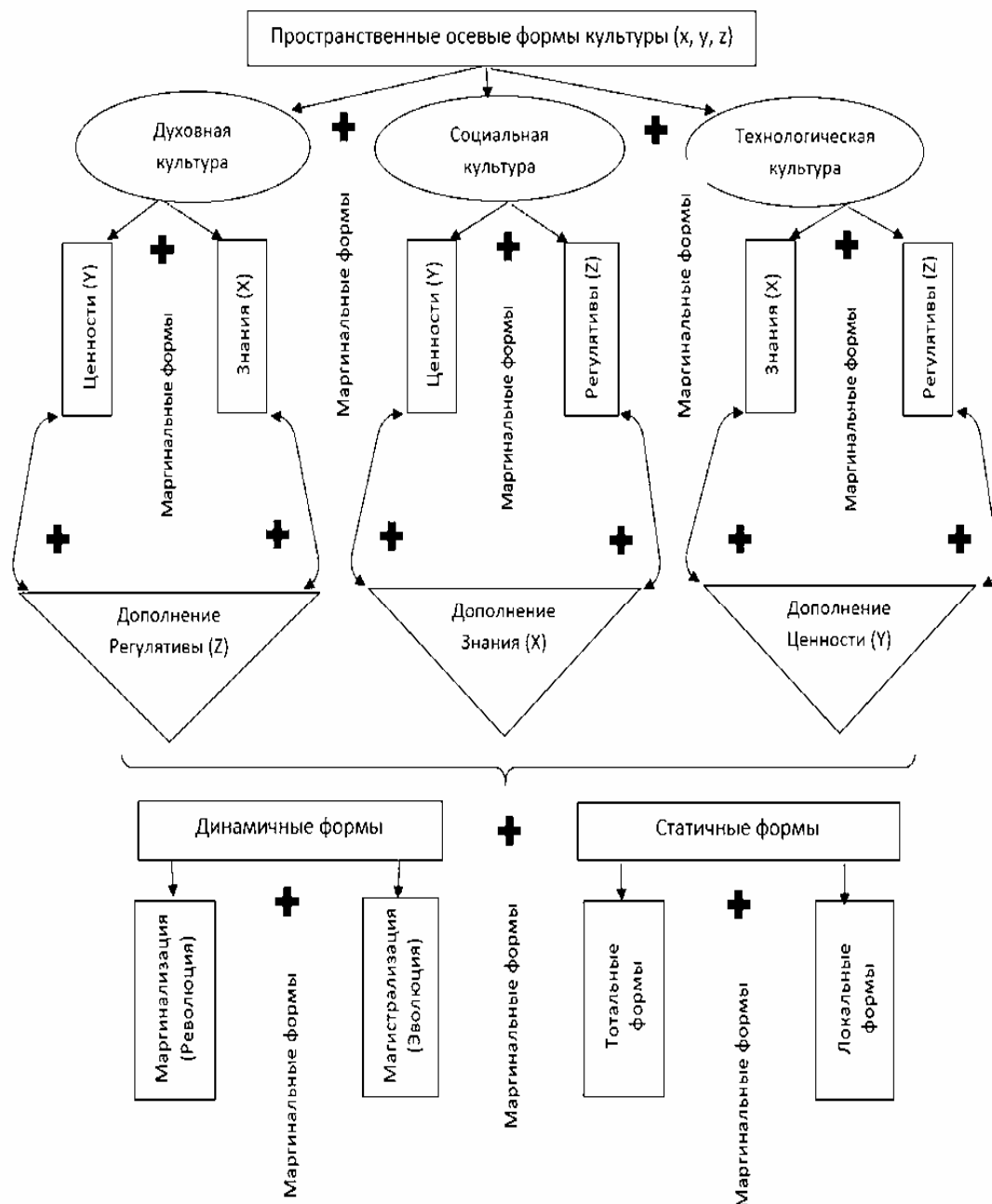


Рис. 2. Осевые формы культуры и межосевые маргинальные области

Из концепции американского философа Элвина Тоффлера мы сегодня живем в *переходный* период развития культуры. Тоффлер рассматривает социальную историю через Волновую модель [4, с. 65–84] миропонимания. По Тоффлеру – первая волна произошла 10 тыс. лет назад – аграрная революция, вторая волна значимых изменений случилась 300 лет назад – индустриальная революция, а третья волна серьезных изменений происходит на стыке XX и XXI веков – технологическая революция [18].

Исходя из сравнительного анализа форм культуры в разные периоды [4, с. 136–138], **технологическая революция** на стыке XX и XXI веков имеет следующие характеристики с точки зрения Тоффлера:

1) **Замена одних видов деятельности на другие:** от индустриализации к информатизации и роботизации.

2) **Основа информационного общества:** информация и электронные деньги, массовое потребление.

3) **Состав общества – Классы-касты:** Высокой степени дробление специализации труда. Недифференцированные «инфосообщества» глобального сообщества, образ «Я» множественный, высокая динамичность повседневных действий. Массовый просмотр одних и тех же инфопередач, опосредованное (гаджеты) ежедневное постоянное пользование глобальными виртуальными социальными сетями.

4) **Экология:** планетарное нарушение природного равновесия, климатические технологии изменения природных условий, масштабные свалки одноразовых искусственных предметов и химикатов, новые (не известные ранее) массовые заболевания и инфекции, нервные и психические расстройства. Природные катаклизмы на всей планете.

5) **Время:** спиралевидное, сверхбыстротечное изменение. И миллионы людей встают в одно и то же время, идут на работу и с работы (час пик).

6) **Пространство:** множественность параллельных событийных пространств, сверхдинамичное перемещение и изменение пространств планетарного масштаба, одновременное проигрывание множества социальных ролей в одном пространстве.

7) **Знания и вера:** многополярность восприятия мира, взрыв цифровых технологий, информационные войны (фейки).

По мнению немецкого экономиста, профессора Клауса Шваба мы живём в удивительное время, когда вчерашняя фантастика сегодня становится реальностью, а завтра уже будет обыденным явлением, без которого немыслима наша повседневная жизнь [20]. Исследуя периодичность изменений в развитии культуры, приходишь к осознанию обязательной перманентности маргинальных состояний в индивидуальном и коллективном развитии.

На основе комплексного представления, как технологии изменяют нашу жизнь и среду обитания людей, Шваб определил порядок фундаментальных изменений – аграрная революция и четыре промышленных революций, которые проанализированы нами в табл. 2.

**Маргинальные состояния в социальном развитии и фундаментальные изменения технологий**

(на основе комплексного представления Клауса Шваба)

№	Технологические революции	Анализ фундаментальных изменений
1	Аграрная революция	<p>Построена на соединении силы животных и людей в целях обеспечения производства, транспортировки и коммуникации.</p> <p><i>Эффект:</i> стимуляция роста населения и обеспечение жизнеспособности совместных поселений.</p>
2	Первая промышленная революция – механическое производство (1760-1840гг)	<p>Построена на переходе от использования мышечной силы к механической энергии. Пусковой механизм – строительство железных дорог и изобретение парового двигателя, что способствовало развитию механического производства, транспортировки и коммуникации.</p> <p><i>Эффект:</i> механизация, урбанизация и расцвет городов.</p>
3	Вторая промышленная революция – электрическое производство (конец 19 века-начало 20 века)	<p>Построена на переходе к использованию электричества. Изобретение электрического двигателя для производства, транспортировки и коммуникации.</p> <p><i>Эффект:</i> внедрение конвейера на производстве и электрификация городов и малых поселений.</p>
4	Третья промышленная революция – цифровое производство (с 1960 – начало 21 века)	<p>Построена на переходе к использованию механизмов с компьютерным (цифровым) управлением. Катализатором стало развитие проводников и использование сначала больших ЭВМ, потом персональных компьютеров и интернетных сетей.</p> <p><i>Эффект:</i> роботизация производства и бытовых устройств.</p>
5	Четвёртая промышленная революция – системное синтез-производство (с начала 21 века)	<p>Производство за счёт познавательной деятельности, создающий мир. Виртуальные и физические системы операционных моделей гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне. По классификации изменений развитие инновационных мегапрограмм управления внешними цифровыми устройствами идёт в 3-х направлениях (или блоках):</p> <p>* уровень вещественный (с т. зр. синергетики [9]):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физическое (техническое)</li> <li>- биологическое</li> </ul>
5	<i>Продолжение.</i> Четвёртая промышленная революция – системное синтез-производство (с начала 21 века)	<p><i>Продолжение.</i></p> <p>*уровень информационный (с т. зр. синергетики)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- цифровое</li> </ul> <p><i>Эффект:</i> «вездесущий» и мобильный Интернет, миниатюрные производственные устройства (которые постоянно дешевеют), возможность искусственного интеллекта и обучающиеся машины. Целостные внешние и внутренние преобразования всех систем по всем странам, отраслям и обществу в целом.</p>

О четвёртой революции, в период которой мы сейчас живём, Шваб пишет, что «развитие и внедрение новейших технологий связаны с неопределенностью и означают, что мы пока не имеем представления, как в дальнейшем будут развиваться преобразования, обусловленной этой промышленной революцией. Сам факт их сложности и взаимозависимости по всем секторам предполагает ответственность всех участников глобального сообщества» [20, с. 10]. Кроме того, Шваб обращает внимание на огромную скорость изменений «экспоненциальными темпами». Различают три вида развития: *линейное, степенное, экспоненциальное*, где **экспоненциальное** развитие означает, что скорость роста пропорциональна объему изменений, которые порождены системными синтез-явлениями многогранного и глубоко взаимозависимого мира, и «где новая технология сама синтезирует всё более передовые и эффективные технологии» [20, с. 11].

Очевидно, что необходимо учитывать всю многоуровневую сложность нынешних переходов/скачков в развитии (маргинальное состояние) на всех уровнях. В этом случае влияние сверхскоростных изменений во внешней среде на внутриличностное предельное состояние можно оценить как сложный многоуровневый процесс перехода одного специфического мира в другой сложный новый мир.

В связи с изложенными выше мыслями возникла гипотеза об определенной диалектичности течения времени в своем движении-развитии. Попробуем умозрительно структурировать этот современный феномен быстротечности и плотности времени.

Для этого снова вернёмся к диалектике развития в виде разворачивающейся спирали. В связи с тем, что всё двойственно в нашем мире, надо полагать, что спираль развития также в своей сути имеет двойственные характеристики. Если мы сегодня ощущаем сверхстремительное быстротечное время, то, мы можем умозрительно предположить, что был когда-то такой период развития, когда людьми ощущались медленные скорости и разряженная плотность течения времени, как одна из сторон проявления диалектики развития. Кроме того, всё в мире циклично повторяется. Истоки циклической модели картины миропонимания находятся в древнеземледельческих цивилизациях и в дальнейшем интерпретируются в философии Древней Греции (Платон, стоики).

Исходя из диалектики развития и цикличности повторений периодов времени (день-ночь; зима-лето; начало-конец), предположим, что течение времени имеет в огромных циклах двухконусную спираль повторяющуюся бесконечно в подобных циклах.

Пробуем теперь изобразить схематично на рисунке 3 двойственную сущность времени на примере двойной спирали Фибоначчи.

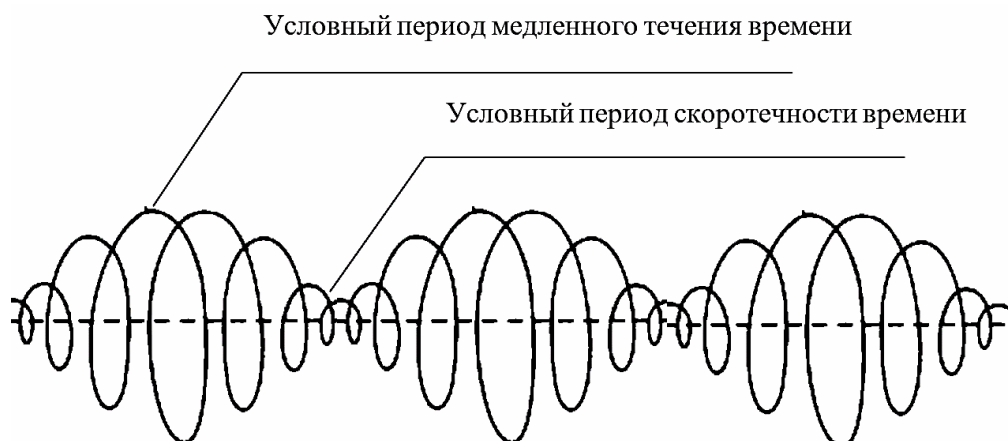


Рис. 3. Умозрительная двойная спираль Фибоначчи для скоротечности и плотности времени

Высокая плотность нынешнего периода течения времени определяется трёхмерной реальностью насыщенного **материального мира**. Кроме того, в наше время самыми важными по своей значимости для большинства людей на планете являются **материальные** ценности. К тому же **женщины** (как женская сущность от слова «мать») в наше время занимают очень часто ключевые ведущие позиции в экономической и политической области, которые в принципе являлись ранее мужской областью жизнедеятельности (вышли «вперед» из условности «за мужем»).

На этом основании мы предполагаем, что у нас на данный период времени идет полным ходом развитие **материального мира**. И в области технологической культуры идет очень быстрый рост различных технических товаров (и рост потребительского спроса на технологические товары), назовём этот период – условный «матриархат». По логике вещей более плотный период развития и должен носить название от слова материя (или мать). Этот период действительно должен быть более плотный (материальный). И так как этот период, более сжатый в пространстве, то и более скоростной во времени (сжатость во времени). Мы полагаем, что этот период должен быстрее проходить, но с невероятно большими трудностями через предельно «плотные слои реальности (пространства-времени)».

Однако, в связи с тем, что этот период, по всей видимости, уже достигает своего крайнего *предела* (маргинального состояния) своей «количественной плотности», то логично определить его как маргинальный период в преддверии перехода/скачка в развитии из условного «матриархата» в другой мир. Это предельное состояние «сильной плотности реальности» по закону диалектики («отрицания отрицания») должен при достижении критической массы *превратиться* в свою противоположность (условный «патриархат») при достижении крайне предельной ме-

ры (диалектический Закон перехода Количества в Качество с Мерой достижения “точки перехода”).

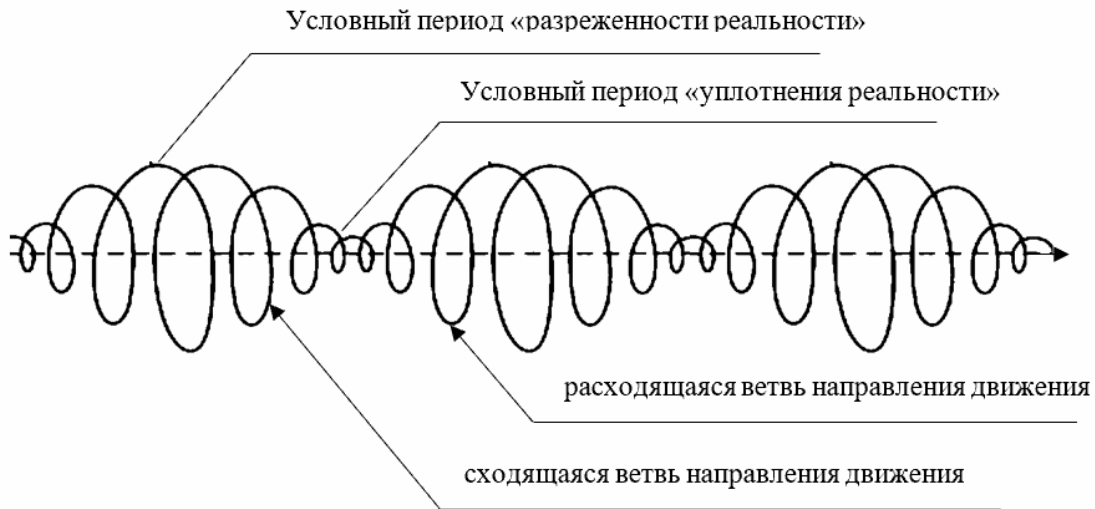


Рис. 4. Умозрительная двойная спираль Фибоначчи для определения плотности реальности в определенный период времени

Для изображения нам больше всего подойдет спираль Фибоначчи, так как по своей природе двойная спираль Фибоначчи имеет как сходящиеся ветви, так и расходящиеся ветви. Поэтому можно предположить, что существует как маргинальное состояние с предельной характеристикой «сильной плотности пространства» со скоротечным временем, «сжатой плотностью», так и маргинальное состояние с предельной характеристикой «слабой плотности пространства» с «рассеянной плотностью», где по логике должен существовать период медленного течения времени. Это схематично показано на рисунке 4. И этот период времени мы назовем условный «патриархат» или периодом развития **духовного мира**.

Вероятно, можно предположить, что период развития духовного мира, это когда самыми важными по своей значимости для большинства людей являются нематериальные ценности. Альтернатива нематериальным ценностям как известно, **духовные ценности**. Таким образом, в этом развитии сходящихся и расходящихся ветвей «мы видим двойственную сущность материи. Первая сущность – физическая, вторая сущность энергетическо-полевая. В основе физической сущности – также лежит энергетика (см. устройство атома). Обе эти сущности: природа вещества и природа его бестелесных структур имеют энергетическую суть, основа которой движение и энергия. Естественно, эти энергетические сущности взаимодействуют друг с другом, питают друг друга и не могут существовать друг без друга. Это материнская и отцовская фазы

материи» [19]. Из таких малых фазовых спиралей выстраивается единая большая спираль с повторяющимися циклами, спираль общественного развития, всемирного движения. В этом движении заложен всеобщий закон диалектики природы вещей (метод постижения противоречий через триаду: тезис → антитезис → синтез).

В начале 21 века происходит значительное глобальное изменение климатических природных явлений на планете Земля не без участия человеческого фактора, что требует приспособления к измененным условиям жизни. В этом случае мы имеем дело с колоссальной энергозатратной нагрузкой на нервную систему человека – «переход в третьей степени», если не сказать больше – это состояние на пределе здоровой жизнеспособности индивида (все болезни от нервов). «Этот непрекращающийся процесс изменений представляет собой **поворотную точку** современного мира» [12, с. 14–15]. Состояние непрерывного потока – это не просто мысль о том, что когда-то будет всё по-другому, а **предельная настоящая движущая сила потока**, которая более важна сегодня, чем конечный результат фиксации в материи. Движущая сила потока не только созидательна, но и разрушительна для культурных форм и нормативов, как индивидуальных, так и коллективных.

Практически все мы ощущаем на данный период скоротечность времени. И в наше время у людей резко выросла необходимость осваивать неизмеримо большое количество килобайт информации, которое мы пытаемся каждый день обработать, чтобы адаптироваться к постоянным изменениям сред (реальной, виртуальной). Также наша сегодняшняя реальность сильно уплотнилась множеством повседневных событий, больших и малых.

Ощущение быстротечности движущейся силы потока времени и плотная загруженность различными повседневными делами – это наша нынешняя реальность. К тому же недавно массмедиа проинформировало о том, что по итогам исследований 2020 год оказался на 3 минуты короче, чем планировалось из-за закономерностей движения планеты. Но, даже не зависимо от этого, наше время для нас имеет субъективно сверхскоростной режим изменения изменений (то есть необратимое в своей изменчивости движение энергии, информации, вещества), и практически все люди это чувствуют, что процессы событий жизни сейчас слишком быстро текут (лучше сказать бегут, несутся) во времени. Однако течение самого времени этот бег событий не определяет.

Результаты наших исследований дают возможность по-новому взглянуть на закономерности развития с точки зрения масштабных периодов, используя при этом всеобщие диалектические законы.

Понимая всеобщее развитие как динамичный ступенчатый переход/скачек на пути совершенствования для природы, человека и общест-

ва мы выявили множественные циклы изменения пространства-времени от одного состояния к другому через циклическое закономерное маргинальное пределы/переходы, которые будут характеризоваться своими специфически маргинальными параметрами (предельное состояние, предельные свойства, предельная скорость и плотность, переход/скачек в противоположное состояние).

Неоднозначность развития в диалектике отражается во внешнем движении развития социальной системы во времени и имеет всеобщую структуру перехода/скачка в бесконечном процессе совершенствования.

Категория развития является философским предельно всеобщим понятием, поэтому важно представление того, что есть действительно диалектическая суть развития в глубоком понимании и какие глубинные всеобщие закономерности движения вообще существуют.

Конечно, необходимо учитывать, что «Материя конкретна через свою системность. Признание же положения о том, что развитие реализуется через конкретные целостные системы (суммативные лишены саморазвития), требует большей четкости, представления о том, что развитие есть порождение целостностью новой целостности» [1, с. 385]. А так как мы понимаем, что «закономерность целостности (эмерджентность) приводит к появлению (*emerge* – появляться) у системы новых свойств, которых не было у ее элементов», [10, с. 151] то совершенно новые элементы есть противоположность предыдущих, что характеризуется противоречивыми состояниями *предела/перехода*, которые, например, в рамках культурологического подхода описываются как феномены маргинальности. [7].

Исследование маргинальности в социокультурной системе [3] способствует появлению новых современных подходов [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 15; 16; 17].

В предыдущих наших исследованиях мы попытались разобраться в отличиях интеллекта человека от высокоинтеллектуальных ИИ (искусственный интеллект).

В отличие от интеллекта человека даже самый высокоинтеллектуальный ИИ не имеет возможности в своей *относительной направленности «осознания» робототехнических устройств* вырабатывать **индивидуальное желание** и **индивидуальную идеализацию** (процесс формирования индивидуального идеала – духовно-ценностный уровень, содержащий общезначимые социокультурные идеалы). Невозможность таких процессов лежит в основе технической структурной системы искусственного интеллекта, которая имеет в своем составе три основных компонента: логическое ядро, подсистемы автономного управления, драйверы. Наши исследования показывают потребность в объединении



гуманитарных и технических вопросов для более широкого и глубокого осознания глобальных современных процессов диалектического развития и в своем едином синтезе устремленность к следующему более высокому солярному уровню развития человечества [15].

Но для определения и раскрытия сложных системных маргинальных связей в культуре этого фактора человеческого бытия необходимо искать новые подходы к рассмотрению сложной проблематики маргинальности.

Мы живем в век информации, постоянно нагружая мозг и вливая в свою голову огромное количество знаний. Однако для того, чтобы научиться извлекать из них пользу, необходимы объяснения и соответствующая умозрительная карта. Она должна быть доступной, понятной и подробной, опираться на научные воззрения, учитывать весь человеческий опыт и знания, а также обязательно систематически обновляться.

### Список литературы

1. Алексеев П.В., Панин А.В. Философия: учебник. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2003. – 608 с. С. 385.
2. Бобер Ж. Значение маргинальности в развитии социокультуры // Вестник развития науки и образования: Научный журнал/ Гл. ред. Н. В. Крючкова – Москва, ИД «Наука образования» № 4, 2014. – 271 с. – С. 157–163.
3. Бобер Ж. Культурная маргинальность и её место в развитии культуры // Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина: Научный журнал. Сер. философия / Ред. В. Л. Фурштатова. – СПб., № 4 (Том 2), 2010. – 271 с. – С. 136–143.
4. Бобер Ж. Маргинальность в социокультурной системе / Жанна Бобер. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 341с. – С. 264.
5. Бобер Ж. Подходы к исследованию проблемы маргинальности // XV юбилейные Царскосельские чтения: Евразийский опыт: культурно-историческая интеграция: материалы междунар. науч. конф., 19–21 апр. 2011 г./ под общ. ред. проф. В. Н. Скворцова. – СПб.: ЛГУ имени А.С. Пушкина, – Т.Ш, 2011. – 352с., (Т.Ш), – С.123–126.
6. Бобер Ж. Развитие семьи как область маргинальных проявлений окружающих сред // Актуальные проблемы экономики и управления.: Научный журнал/Гл. ред. А.С. Будагов. – СПб, ГУАП, № 2(14), 2017. – 132с. С. 102–114.
7. Бобер Ж. Феномен маргинальности: синергетический подход // Вестник / Ред. А.А. Титова. – СПб, 2008. – 179с. С.98–105.
8. Босенко В.А. Всеобщая теория развития. – 1-е изд., – Киев, 2001. – 468 с.
9. Бранский В.П., Пожарский С.Д. Глобализация и синергетический историзм. – СПб.: Политехника, 2004. – 400 с., с. 20.
10. Волкова В. Н. Эмерджентность, синергия или конвергенция? // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXI Междунар. науч.-практич. конф. 29–30 июня 2017 г. Ч. 1. / Сб. подготовили: В. Н. Волкова, А. В. Логинова, С. В. Широкова – СПб.: Изд-во Политех-Пресс, 2017. – 584 с. С. 151.
11. Кармин А.С. Культурология. – СПб.: Издательство «Лань», 2006. – 928 с.
12. Келли, Кевин. Неизбежно. 12 технологических трендов, которые определяют наше будущее / Кевин Келли: пер. с англ. Юлии Константиновой и Таиры Мамедовой. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 352 с. С.14–15.

13. Ленин В.И. Философские тетради. – полн. собр. соч., Т.29. – М.: Издательство политической литературы, 1969. – 629 с. С. 79.
14. Пожарский С.Д. Акмеология – философия успеха. – Рязань: «Копи-Принт», 2010. – 265 с., С. 173. С. 158–230.
15. Пожарский С.Д., Бобер Ж. Маргинальность в исследовании системы развития // Системный анализ в проектировании и управлении. В 3 ч. Ч. 1: сборник научных трудов XXIV Междунар. науч. и учебно-практич. конф., 13–14 октября 2020г.– СПб.: Изд-во Политех-Пресс, – 2020. С. 160–177.
16. Пожарский С.Д., Бобер Ж. Проблемы становления и развития философских исследований категории «Маргинальность» // «Социология», №1, раздел: Теория и история культуры. Философская антропология. Философия культуры / Гл. ред. В. И. Добренъков. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, социологический факультет, 2020, – 345с. С. 221–231.
17. Пожарский С.Д., Бобер Ж. Философские аспекты категорий маргинальности в диалектике развития // «Социология», №6, раздел: Теория и история культуры. Философская антропология. Философия культуры – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, социолог. факультет, 2020. – 277с. С. 217–225.
18. Тоффлер Э. Третья волна. / Э. Тоффлер. – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2004. – 781 с.
19. Хайченко Владимир Алексеевич, доклад: "Глубинные знания людей – вехи на пути к истине и справедливости"// Фундаментальные и прикладные проблемы устойчивого развития – 2012, рук. проф. О. Л. Кузнецов, проф. Б. Е. Большаков. URL: [http://www.skibr.ru/ass\\_Dub.php?lang=ru&page=seminar&open=5](http://www.skibr.ru/ass_Dub.php?lang=ru&page=seminar&open=5).
20. Шваб К. Четвёртая промышленная революция: пер. с англ./Клаус Шваб. – Москва: Издательство «Э», 2017. – 208 с.
21. Park R.E. Human migration and the marginal man / American Journal of Sociology. – Chicago, 1928. – Vol. 33. – № 6. – P. 881–893.

УДК 316.332

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-61

*Поздеева Елена Геннадиевна,*  
доцент, канд. социол. наук, доцент

## **ДИНАМИЧНОСТЬ СОЦИАЛЬНОГО В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЗИЦИЙ КОНЦЕПЦИИ АССАМБЛЯЖА**

Россия, г. Санкт-Петербург, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого», [elepzd@mail.ru](mailto:elepzd@mail.ru)

*Аннотация.* В статье анализируются междисциплинарные концептуальные подходы, которые в условиях высокой динамичности среды и субъекта направлены на выявление новых структурных образований, отражающих социальное пространство. Рассматривается концепция ассамбляжа М. Деланды, которая фокусируется в исследовании социального взаимодействия на учете автономности системных компонентов, экстериорных процессах, гибкой сборки элементов, многоролевого взаимодействия, множественных перспектив развития благодаря коэволюции элементов. Применение концепции ассамбляжа позволяет выявлять моменты столкновения субъекта с новой сложностью и порождение новых смыслов развития социального,

что имеет большое значение в проблематике не только структурных исследований, но и институциональных, направленных на горизонты нового порядка и управляемости в условиях активного внедрения цифровых технологий.

**Ключевые слова:** ассамбляж, организм, историчность, система, динамичность, гибкость, социальные явления, управляемость.

*Elena G. Pozdeeva,*

Associate Professor, PhD of Sociology

## **DYNAMICS OF THE SOCIAL IN STUDIES OF INTERACTION WITH THE POSITIONS OF THE CONCEPT OF ASSEMBLY**

Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic  
University, elepoz@mail.ru

**Abstract.** The article analyzes interdisciplinary conceptual approaches, which, in the conditions of high dynamism of the environment and the subject, are aimed at identifying new structural formations that reflect the social space. The concept of assemblage by M. DeLanda is considered, which focuses in the study of social interaction, taking into account the autonomy of system components, exterior processes, flexible assembly of elements, multi-role interaction, multiple development prospects due to the co-evolution of elements. The application of the concept of assemblage makes it possible to identify the moments of the subject's collision with a new complexity and the generation of new meanings of social development, which is of great importance in the problems of not only structural studies, but also institutional ones, aimed at the horizons of a new order and controllability in the context of the active introduction of digital technologies.

**Keywords:** assemblage, organism, historicity, system, dynamism, flexibility, social phenomena, controllability.

### **Введение**

Цифровой мир существенно изменил восприятие социального пространства, заново заставил пересмотреть значение самоорганизации систем, сфокусировал исследования на гибкости структурных образований, множественности трактовок наблюдаемого в зависимости от оптики исследователя. В современных условиях, когда стирается жесткая граница между живым и неживым и подчеркивается новая слитность всех участников взаимодействия, что порождает гибридные образования, особое внимание привлекает проблематизация конфигурации социального пространства. За последние десятилетия в социальной теории возникло немало понятий, относящихся к формам и рамкам процессов, среди которых наиболее востребованными стали те, которые связаны с сущностью и спецификой ассоциаций, – это понятия ассамбляжа, множеств, сборки и пересборки социального. Идея подчеркнуть процессность и историчность подхода к социальности, уловить и структурно зафиксировать момент в его целостности, эмпирической данности и значимости для субъектов вывела на передний план концепцию ассамбляжа. Рассмотрение

социального явления как «организма в среде», учет двойной изменчивости – как среды, так и организма, – таковы особенности подхода с позиций ассамбляжа, который несет новые перспективы в исследовании социальных явлений.

Усложнение протекания процессов в социальной реальности было проанализировано Уайтхедом под углом зрения того, что процесс есть становление актуальных сущностей [1, р. 33]. Актуальные сущности он рассматривал как творения, называя их «актуальными событиями». Уайтхед ввел понятие «сращение», которое отражает становление актуальной сущности из потенциального единства многих других сущностей (как актуальных, так и неактуальных), которые действуют в пространстве множества возможностей. Таким образом, любой элемент мира оказывается включенным в процесс сращения. Уайтхед подчеркивал, что бытие мира есть его становление, что сам процесс сращения состоит из «схватываний», результатом сращения схватываний становится сатисфакция, так возникает бесконечность становления: «Процесс продолжается до тех пор, пока все схватывания не превратятся в компоненты единой детерминированной интегральной сатисфакции» [1, р. 39]. Таким образом, по Уайтхеду, процесс становления определяет действие двух факторов – актуального мира и концептуальных схватываний, что обращает к важному аспекту поиска на пути протекания процесса целостностей, в которых бы присутствовали как актуально-реальные признаки, так и концептуально-субъективные.

Рассмотрение процессности под углом зрения создания целостностей обращает к разграничению макро- и микроподходов. В философии организма понятие «организм» интерпретируется с различением этих двух уровней. Первый относится к реальности актуального мира, создающего благоприятную возможность бытия актуального события, тогда как второй смысл касается внутренней конституции актуального события, понимаемого как «процесс реализации индивидуального единства опыта» [2, с. 196]. Таким образом, первый процесс осуществляет переход от «реального к актуальному», второй – от «актуального к реальному». И понятие «организм» тогда неоднозначно сочетается с понятием «процесс»: сообщество актуальных вещей есть организм, но этот организм оказывается не статичным, он вовлечен в создание нового и в этом процессе создания нового он всегда не завершен. Между процессом и организмом устанавливается обоюдное символическое отношение, в котором организм символизирует процесс, а процесс отсылает к организму [3, с. 80].

### **1. Постановка задачи**

Опираясь на дифференциальную геометрию, теорию групп и теорию динамических систем, Мануэль Деланда осуществляет обращение к

новой философии социальных объектов в концепции ассамбляжа. Он выделяет специфику социальных объектов по сравнению с природными, которая проявляется в том, что сложные социальные объекты непосредственно вовлекают человека, в то время как природные явления (которые не менее сложные) могут функционировать и без его участия.

Деланда предлагает новый реалистичный подход, основанный на том, что реальность сложных объектов состоит в их независимости от концептуальных рамок, через которые мы пытаемся их осознать. Он раскрывает свою концепцию ассамбляжа, отталкиваясь от понятия «agencement», что означает процесс соединения-собираания гетерогенных компонентов, а также и сам результат этого процесса.

Такое содержание понятия «agencement» наряду с ассамбляжем прочитывается также в понятиях «сборка», «устройство», что роднит подход М Деланды с подходами Б. Латура, Ж. Делеза и Ф. Гваттари. В социологии возникший интерес к сборке социального был подчеркнут в рамках акторно-сетевой теории (АСТ) и связан с переосмыслением социальности в контексте «социологии ассоциаций». Это шло в ногу с поворотом антропологов к материальности и принципу симметрии, что позволило разрабатывать проект неантропоцентричной антропологии [4, с. 158].

В своей теории Деланда опровергает организмический подход, в котором отношения между частями и целым являются логически необходимыми. В подходе ассамбляжа «работает» именно историческое объяснение, эмпирически фиксируемое, но не являющееся конечным и единственным для сути процесса развития. В контексте этого подхода важен учет коэволюции частей в едином целом, которая не останавливается и служит идее обновления представлений о сущности объекта. Именно этот принцип существенно выдвигает понятие ассамбляжа на передний план, открывая возможности изучения, наблюдения и анализа гибких систем, значимых эмпирических явлений, кажущихся случайными.

Реалистичность теории ассамбляжей проявляется, в частности, в том, что она обращена к любым целостностям, составленным из гетерогенных частей и обладающим контингентной исторической идентичностью. Это важно в контексте движения по преодолению разделения природа-культура [5].

Как утверждает Деланда, если в органическом подходе подчеркивается прослеживаемая связь интериорности, то ассамбляжи представляют собой целостности, для которых характерны отношения экстериорности, что предполагает автономию частей по отношению к целому. В своей новой философии социального он утверждает, что свойства ассамбляжа не сводимы к свойствам его элементов [6, Новая философия. с 20]. В ас-

самбляжах компонент может быть изъят из отношений и перемещен в другой ассамбляж, включен в другие отношения, и при этом как ассамбляж, так и сам компонент могут не претерпеть никаких изменений (не произойдет смены их идентичностей). Наряду с этим ассамбляж может измениться при условии, что все компоненты останутся на своих местах. Таким образом, согласно концепции М. Деланда, невозможна редукция свойств ассамбляжа к свойствам его компонентов, но связь между частью и целым все же сохраняется [7, с. 247].

Социологи конца XX века, исследуя возникающую сложность и изменчивость систем, а также все более значимую референтность, стремились уловить и определить «различие-в-себе» как важный момент, касающийся универсального онтологического принципа, что предшествует репрезентации. Для обозначения этого принципа Ж. Делёз и Ф. Гваттари используют такие понятия, как ризома, ассамбляж, множественность и др. [8, с. 37.].

## **2. Описание предметной области**

Каким образом происходит сборка социального, подразумевающая ассамбляж? Это сборка, в которой человек вновь соединяется с природой, когда стираются различия между действиями внешнего и внутреннего. Сборка указывает на то *место*, где зарождается мышление, ориентированное не на распознавание объектов с помощью категорий или универсалий, а на столкновение с чем-то нераспознаваемым. Происходит становление. Через становление сборка функционирует так, что асимметричные движения создают блок (как машинный блок) на линии ускользания. Такое функционирование имеет сложностный характер, оно уже не может рассматриваться только в конкретных материальных терминах, независимых от деятельности организмов и субъектов, вовлекаемых в сборку. И его сложностность определяется именно через термин «машина», а не «механизм». Так, государство не может быть представлено без коммуникации с машиной войны, от которой оно подпитывается. Поэтому «машинность», предполагающая сборку разнородного через коммуникации и внутренние связи, оказывается востребованной и далее разворачивается в ассамбляж.

Возникающий ассамбляж – это целостность, образованная внешними отношениями в ходе контингентной исторической индивидуации. Экстериорность отношений предполагает гетерогенность материальных и экспрессивных компонентов ассамбляжа: это означает, что они сформированы разными процессами исторической индивидуации. Логика теории ассамбляжей основана на релятивизации отношения между частью и целым, или «микро» и «макро» [9, с 144. Новая Теория].

Подход ассамбляжа подчеркивает, что целое возникает под воздействием динамических наборов свойств сущностей, имеющих бесконечную возможность создавать взаимодействия. Поэтому и сам ассамбляж динамичен, его свойства могут изменяться в результате реализации компонентами их способностей к взаимодействию с другими динамичными объектами. Компоненты ассамбляжа функционально реализуют себя по двум линиям – в физическом пространстве (реализация физических возможностей) и в символическом пространстве (экспрессивная функция). Последняя связана с передачей смыслов, не сводится только к работе языка и символов, хотя реализуется с их помощью. Экспрессивные свойства в ассамбляже проявляются в ситуациях, когда материальная функция требует своего символического подкрепления (как например, отпечатки пальцев при расследовании).

Сама концепция ассамбляжа позволяет создать модель структурной организации, следующую двум осям: первая ось - различие между материальным и экспрессивным, вторая – территория и детерриторизация. Пересечение двух осей дает четырехчастную структуру. Деланда упоминает также третью ось – кодирование и декодирование, но уделяет ей меньше внимания.

Созданная таким образом структурная модель углубляет представления об изменчивости. Первая ось определяет изменчивые роли компонентов ассамбляжа от исключительно материальной - до чисто экспрессивной. Теоретик отмечает возможность смещения ролей на основе использования компонентом разных наборов способностей. Вторая ось отражает очень важную изменчивость процессов, которая сейчас особенно актуализирована, так как виртуальное пространство создает новые территории представленности процессов и явлений. Территоризация стабилизирует идентичность ассамбляжа, увеличивая степень его внутренней однородности или степень четкости его границ, тогда как детерриторизация, наоборот, дестабилизирует ее. Один и тот же ассамбляж может обладать как компонентами, работающими на стабилизацию его идентичности, так и компонентами, заставляющими его изменяться или даже трансформирующими его в другой ассамбляж. Фактически, один и тот же компонент может участвовать в обоих процессах, используя разные наборы способностей. Концепция ассамбляжа направлена на вскрытие множественности векторных полей, несущих ветвления и возможности и обеспечивающих развитие.

### **Заключение**

Теория ассамбляжей подчеркивает значение эмпирической реальности, которую нам важно исторически актуально для себя прояснить и видеть ее динамику в феноменологическом варианте. Она значительно до-

полняет системный подход к социальным феноменам, фокусирующийся на сущностных связях, структурах, логической и генетической связи признаков. Построение анализа на основе ассамбляжей позволяет сформулировать актуальные понятия из реконструкции и, опираясь на исторический момент, придать им более конкретный эмпирический характер. Не ведя поиск причин и следствий, как это позволяет линейная причинность, М. Деланда обращает нас к случаям, где причина может служить катализатором какого-либо процесса и явления, вызывая множественные эффекты. Учитывая стремительное развитие цифровых процессов, пронизывающих и трансформирующих социальное пространство, теория ассамбляжа должна развиваться, обращая большее внимание на виртуализацию общества, так как управляемость систем под воздействием цифровых технологий требует моделирования новых гибких ролей и сборки участников взаимодействия.

Так, внедрение цифрового управления сталкивается с проблемой соотношения процессов и технологий осуществления контроля: сверху вниз, по горизонтали и между участниками взаимодействия. Сутью управляемости здесь выступает программирование поведения человека посредством сетевой идентификации, что требует учета гибкости ролевой заданности, осознания структурной принадлежности и идентичности [10, с. 64]. Управляемость на основе участия в различных процессах в сложном коммуникационном пространстве зависит от сетевой координации взаимодействия, создающей эффект сотрудничества, а не конкуренции.

Стремительно развивающаяся цифровизация создает новые условия для управляемости общества на основе гибких возможностей институциональной структуры публичного управления и перехода от жестких иерархических структур к горизонтальным, сетевым отношениям, построенным на правилах сотрудничества и справедливости [11]. Однако современные технические средства одновременно и создают угрозу управляемости, если опираются только на дисциплинарный контроль с помощью новых средств слежения и учета. Оказываются уязвимыми цифровые права личности. Таким образом, способность современных сложных техносоциальных систем, ассамбляжей, соединяющих технологии, вещи и людей, обеспечивать управляемость и порядок, зависит в том числе и от того, насколько эти ассамбляжи могут подчиняться и регулировать порядок действующими сегодня институтами, правом, нормами и поведенческими системами.

#### **Список литературы**

1. Whitehead A.N. Process and reality. – N. –Y.: Macmillan company, 1967. – 546 p.
2. Уайтхед А.Н. Избранные работы по философии. - М: Прогресс. 1990. – 717 с.



3. Сычева С.Г. Философия процесса А.Н. Уайтхеда // Вестн. Том. гос. ун-та. - 2003. – № 277. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/filosofiya-protseсса-a-n-uaytheda> (дата обращения: 28.07.2021).

4. Соколовский С.В. Множественное тело и мультимодальность смерти // Социология власти. – 2019. – Том 31. – № 2. doi: 10.22394/2074-0492-2019-2-155-175

5. Шалагинов Д., Сержан Э. Плоский реализм // Социологическое обозрение. - 2019. – Т. 18. – №1. – С. 272– 280.

6. Деланда М. Новая философия общества: Теория ассамбляжей и социальная сложность / М. Деланда; пер. с англ. К.С. Комаровой. – Пермь: Гиле Пресс, 2018. – 170 с.

7. Майорова К. Ассамбляжи на плоскости: минимализм в социальной теории (Manuel DeLanda. A new Philosophy of society) // Философско-литературный журнал «Логос». – 2017. – №1 (116). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/assamblyazhi-na-ploskosti-minimalizm-v-sotsialnoy-teorii-manuel-delanda-a-new-philosophy-of-society> (дата обращения: 25.07.2021).

8. Делёз Ж., Гваттари Ф. Тысяча плато. Капитализм и шизофрения. - Екатеринбург: У-Фактория; М.: Астрель, 2010. – 895с.

9. М. Деланда Новая философия общества. Указ соч.

10. Сморгунов Л.В. Институционализация управляемости и проблема контроля в пространстве цифровых коммуникаций // ЮЖНО-РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ СОЦИАЛЬНЫХ НАУК. – 2019. – Т. 20. – № 3. – С. 62–75.

11. Поздеева Е.Г. Нелинейность и трансгрессия как факторы развития современного социума// Информация–Коммуникация–Общество. – 2020. – Т. 1. – С. 194–200.

УДК 005.521:330.101.54  
doi:10.18720/SPBPU/2/id21-62

*Сидорова Лариса Евгеньевна*<sup>1</sup>,  
старший преподаватель;

*Сидоров Сергей Владимирович*<sup>1</sup>,  
старший преподаватель;

*Шарафутдинов Ринат Яковлевич*<sup>2</sup>.  
канд. экон. наук, доцент

## **ОБ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЯХ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ И НЕОБХОДИМОСТИ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ КОМФОРТА В РОССИИ**

<sup>1</sup> Россия, г. Новокузнецк, Сибирский государственный индустриальный университет, [lizalor@mail.ru](mailto:lizalor@mail.ru)

<sup>2</sup> Россия, г. Новокузнецк, Кузбасский колледж архитектуры, строительства и цифровых технологий, [sharafutdinov\\_rya@kasict.ru](mailto:sharafutdinov_rya@kasict.ru)

**Аннотация.** В статье проведен анализ динамики человеческого капитала и рублевой зоны мировой экономики. Обуславливается необходимость развития собственной индустрии комфорта

**Ключевые слова:** человеческий капитал, экономика труда, рублевая зона, мировая экономика, индустрия комфорта.

*Larisa E. Sidorova*<sup>1</sup>,

Senior Lecturer;

*Sergey V. Sidorov*<sup>1</sup>,

Senior Lecturer;

*Rinat Y. Sharafutdinov*<sup>2</sup>,

Associate Professor, Candidate of Economic Sciences

## **ABOUT INFORMATION FIELDS IN THE SYSTEM ANALYSIS OF THE NATIONAL ECONOMY AND THE NEED FOR THE DEVELOPMENT OF THE COMFORM INDUSTRY IN RUSSIA**

<sup>1</sup> Russia, Novokuznetsk, Siberian State Industrial University,  
lizalor@mail.ru

<sup>2</sup> Russia, Novokuznetsk, Kuzbass College of Architecture, Construction and  
Digital Technologies, sharafutdinov\_rya@kasict.ru

**Abstract.** The article analyzes the dynamics of human capital and the ruble zone of the world economy. There is a need to develop our own comfort industry

**Keywords:** human capital, labor economy, ruble zone, world economy, comfort industry

Исторически известны разные социально экономические уклады: земледельцев и «пиратов», консерваторов и либералов, которые сформировали разные типы человеческого капитала. У разных типов человеческого капитала разные мотивации и компетенции, интересы, стратегии.

Российское общество неоднородно, объединяет множество социально – экономических укладов и множество типов человеческого капитала. «Ангелы», «преступники», «сверхчеловеки», «вожди», «герои», «труженики», «благородные дикари», «профессионалы», «учёные», «артисты», «правозащитники» и т. п. Все генерируют свои информационные поля. Способы и возможности влияния на власть и общество у них разные. Информационные поля («ковидные», перестроечные и др.) воспринимаем и анализируем как исторический артефакт, как отражение конкуренции различных политических стратегий. Расхождение между стратегией, официально декларируемой и стратегией реальной вызывает когнитивный диссонанс. В результате разработки доступных информационных полей, сопоставления обещаний с реальностью, отсекация иллюзий, происходит осознание работающей стратегии.

Динамику человеческого капитала общества определяют стратегии и финансы либералов. Финансы России находятся под постоянным внешним давлением. Рублёвая зона непрерывно изменяется. Любые из-

менения в мировой финансовой системе, приводят к изменению системы оценки социальной значимости человеческого труда в России, изменениям в экономике труда. А это приводит к социальным катастрофам. При каждой «смене вех» в России страдает её человеческий капитал. Побеждая в кровопролитных войнах, Россия проигрывает в войне финансовой, что говорит о хронической проблеме человеческого капитала. Информационные поля свидетельствуют о динамике системы ценностей. Сообщают о гибели традиционных ценностей, социальных укладов и о возникновении, формировании, продвижении и финансовой поддержке новой системы ценностей, на базе которых генерируются новые, изменяются старые государственные и международные институты управления. Генерируется новый человеческий капитал. При анализе полей точками внимания являются проявления конкуренции и кооперации разных видов человеческого капитала в условиях войны, государственных переворотов, финансовых и социальных катастроф, политических убийств, скандалов, санкций.

С помощью права сильного и санкций, постепенно создаются резервации для экономик, мешающих глобальным либеральным стратегиям, не вписывающихся в американскую стратегию развития. Раньше они создавали резервации для индейцев, не желавших жить по новым американским правилам. Санкции – это запрет «хозяев денег» на глобализацию бизнеса, препятствие для свободного предпринимательства, для бизнес проектов предпринимателей, создаваемых на свои деньги и деньги сторонников. Инвесторы покупают, перекупают перспективный бизнес и делают его глобальным. Цель санкций – подрубить корни бизнеса, идущие на запад, заблокировать процессы естественного социально-экономического развития в России, затруднить доступ к рынку комфорта на Западе. Помимо санкций существуют технологии закрытия рынков для конкурентов с помощью стандартов, спецификаций, регламентов, согласований, ценовой политики печатного станка, правил торговли, рейтингов, террористов, эскадронов смерти, политических убийств, деструктивных идей.

Экономика под санкциями – это запертая экономика госкорпораций, где затруднено развитие предпринимательства, где создаётся «запертый» человеческий капитал, коррумпированный рынок труда. Артели и кустари СССР представляли собой «запертый капитализм», который в условиях советского законодательства и финансовой системы «консервировал» и воспроизводил «замороженный» человеческий предпринимательский капитал дореволюционной России. Представлял собой остатки частной инициативы исторического рыночного сектора российской экономики. Остатки естественных лидеров традиционной экономи-

ки, остатки традиций, которые формировали личность предпринимателя. Политика Хрущёва в «оттепель» уничтожила корешки предпринимательства. Была уничтожена возможность быстрого возрождения предпринимательства. Исчез важнейший тип человеческого капитала. А вместе с ним из экономики исчезли традиционные типы предпринимателей и традиции. Осталась экономика бюрократов. В годы ВОВ предпринимательский потенциал ещё царской России осуществил быструю эвакуацию новой советской промышленности с запада на восток, показав отсутствие фатального внутреннего гражданского конфликта.

Свободный, общественно полезный вид деятельности и традиции формируют личность человека-творца. Направление деятельности – «дело» выбирается добровольно. Если нет свободного выбора дела – это бюрократическое или финансовое «рабство». Такая ситуация со временем деформирует социально-экономическую систему подобно компрачкосам Стендаля. Возникают социально-экономические уродства, социальная пассивность. Личность деформируется на всех уровнях. В условиях многолетних санкций, многолетних бюрократических поисков эффективности и «оптимизации» экономики, люди творцы не востребованы. При отсутствии свободного рынка процветает карьеризм, чиновничество. Служат не делу, а выслуживаются перед начальником.

Бюрократия – профессиональные носители технологии научного управления в СССР. Управляют государственной собственностью и финансами. На всех уровнях управления государственной собственностью идёт непрерывная борьба личных своекорыстных и общественных интересов. В условиях многолетней стагнации и либерального давления бюрократия вырождается, начинает торговать своим влиянием. В процессе борьбы за эффективность экономики, бюрократы СССР торговали рыночной долей и рублёвой зоной СССР в мировой экономике, что разрушило СССР. В результате «нового мышления», в погоне за западным комфортом, «эффективные менеджеры» «сдали» советскую промышленность в металлолом. А остальных «благородных дикарей» спасала «кормящая природа-мать».

Важно общее дело, в котором формируется управленческая вертикаль. Историческая элита возникает в деле постепенно, а перестроечная быстро на «демократических» выборах «правильной» элиты, которая наконец поведёт «правильным» путём. Перестроечная элита была подобна «благородным дикарям» и членам домкома, из «Собачьего сердца» Булгакова, которая знает «В царство свободы дорогу». С начала двадцатого века выборы в России контролировала либеральная идеология. Но, доморощенные «благородные дикари», отстаивающие либеральные

ценности, «забывали», что либералы запада – это одновременно «пираты».

Элита (бюрократы СССР, строившие социализм) – это человеческий капитал обеспечивающий крах или лидерство в политике, науке, в производстве, в бизнесе, экономической войне. Для формирования и воспроизводства элиты необходима идея и реальное для развития общества дело. Чтобы Россия стала территорией комфорта, надо используя собственное монетарное управление и собственные ресурсы, оживить собственную экосистему, освободить от доминирования ФРС Помимо развития промышленности, технологий и собственной индустрии комфорта, создать собственную инфраструктуру международной торговли. Воссоздать древнейший торговый коридор Север-Юг по Волге и Каспию. Оживить торговлю с Ираном и Индией. Для этого нужны инвестиции, олигархи и госкорпорации.

В условиях международной конкуренции, историческая правящая элита – это множество семей, которые веками создают, управляют и передают. У каждой семьи своя ниша. Династии накапливают собственность, опыт управления собственностью, умения ей распоряжаться в условиях геополитической конфронтации, в течении веков. Бывает семейный бизнес на земле, в финансах, в промышленности, в политике. В результате разделения труда образуется множество богатейших семей, дальновидных людей, которые определяют стратегию развития государства. Видят возможные форс мажоры и предельные состояния системы управления обществом. Устойчивое развитие определяет необходимость людей длинной воли, формулирующих цели устойчивого развития и формирующих политическое гражданское общество. В силу исторических причин в России нет, как на западе, таких исторических корней в национальной экономике, нет системообразующих династий финансистов, успешных собственников, промышленников. Есть госкорпорации, управляемые бюрократами, есть олигархи, есть ещё советский народ – человеческий капитал, которого нет на западе.

Проблема устойчивого развития социума сводится к проблеме византийских генералов, балансу сил (семей) создающих и передающих. Проблема византийских генералов определяет необходимость технологии формирования элиты. Определяет условия, когда всё гражданское общество работает, как единое целое. «Пираты», «сверхчеловеки», «вожди», «ангелы», «благородные дикари», «наёмные работники», «естественные лидеры» и «эффективные менеджеры», совместными усилиями «прорубают» независимый от «пиратов» торговый коридор, север юг, обеспечивающий процветание национальной индустрии комфорта и всех граждан.

Традиционный для России вид предательства – «торговля влиянием». Ради личного комфорта торговали своим влиянием и члены императорской семьи, и советские Великие князья – вожди СССР, журналисты. В погоне за западным комфортом предали золотой стандарт, потом предали финансовую систему СССР. В международной конкуренции либералы делают ставку на предателей-бюрократов «с золотыми табакерками».

В рамках золотого стандарта ни у кого не было возможностей блокировать ход естественных социально - экономических процессов. Не существовало хозяина всего, не существовало абсолютной власти, не хватало на это золота. Доминирующий на западе мотив «пиратской» свободы, привёл к Великой французской революции. Либерально-пиратская гильотина Великой французской революции ликвидировала всех крупных собственников Франции, сторонников золотого стандарта, потенциальных противников новой финансовой системы во Франции. За счёт присвоения собственности, денег, капиталов казнённых, произошла концентрация капитала. В результате совместной работы гильотины и наполеоновских войн сформировались транснациональные либеральные финансовые институты, способные манипулировать императорами, парламентами, правительствами, политическими партиями. Произошёл надлом существующего миропорядка. Наполеоновские войны вроде бы закончились победой армии России. Между тяготами службы и комфортом, многие Великие князья – победители стали выбирать комфорт. А этот комфорт им стали обеспечивать кредиты либералов запада. Царь – «абсолютный тиран», почему-то не разрушил эту финансовую зависимость родственников от иностранных кредитов. Россия победила в войне, а у либералов появился легальный инструмент давления на золотой стандарт, на политику России, инструмент нечестной конкуренции. Победив в войне армию Наполеона, Россия стала объектом мировой политики в сфере финансов. В побеждённой Россией Франции сформировались либеральные финансовые институты, появился финансовый интернационал, появилось монетарное управление. В России не заметили революционное изменение методов управления экономикой. За счёт необеспеченной эмиссии бумажных денег золото утратило монополию в мировых финансах.

С помощью кредитов либералов в Европе развивалась промышленность, росла экономика, росло население. Для развития промышленности и производства продовольствия нужны были территории. В ходе Первой Мировой, монархии Европы предъявляли друг другу территориальные претензии. Хотели разрешить территориальные споры в свою пользу, для этого вооружались с помощью кредитов либералов. Попали в

зависимость от денег либералов. В союзе с либералами Антанты Россия вступила в Первую Мировую, забыв, что либерал запада, прежде всего – «пират». В союзе с Николаем II, либералы воевали не за территории, а против ограничений золотого стандарта, за свободу, лидерство в финансах, за власть в финансах. Истинной целью Антанты было «свалить» золотой стандарт и существующий мировой порядок. Без потенциала и ресурсов России у них не было на это сил. Обещанием проливов втянули Россию в войну. В ходе войны свергли Царя и развязали гражданскую войну внутри России. После победы в Первой Мировой, установили в мире свой либеральный порядок, уже без участия России и без учёта её интересов.

Поддержка Россией золотого стандарта обеспечивала семье Романовых глобальное политическое влияние и кредиты банкиров - либералов. В феврале семнадцатого года в верхах России, в семье Романовых, в правительстве победили либеральные ценности. Все забыли, что либералы запада прежде всего «пираты».

Либералы бывают разные. Либералы Романовы, имея власть, боролись за элитное потребление, «за миску чечевичной похлёбки». Либералы - «пираты» Антанты боролись против царя, гаранта золотого стандарта, за власть над мировой финансовой системой. После революции одни либералы «выкинули» других на свалку истории как «паразитов трудящихся масс».

В ходе революции было уничтожено глобальное политическое влияние Романовых, была убита семья, веками участвующая в определении границ Европейских государств. Был предан и убит гарант христианских ценностей в мировой политике. Рухнул золотой стандарт. Разрушили экосистему России. Теперь Европа и запад стали определять границы России. В результате войны, революции и тайной политики либералов Россия потеряла и территории, и глобальное финансовое влияние. Старый миропорядок рухнул. Сократилась численность населения. Была уничтожена историческая национальная элита. Вместо неё появилась новая революционная, заявившая, что «В царство свободы дорогу, грудью проложит себе».

Носители новых европейских «гуманитарных» ценностей, Ленин и Троцкий, с товарищами, вооружённые гениальным учением К. Маркса, прибыли в патриархальную Россию, через фронты Первой Мировой, при посредстве гуманитарных социал-демократических организаций Европы и США. При поддержке финансового интернационала. С целью создания новой России, создания справедливого, демократического государства. Как Гуайдо и Тихановская, Ленин и Троцкий с товарищами, в своё время представлялись как носители демократических ценностей. В результате

революции в России, на уровне государства произошла замена христианских ценностей на новые, революционные. Многие носители старых ценностей, погибли вместе с системой традиционных ценностей. Святое писание и традиции сначала заменили на гениальное учение Маркса, а после распада СССР, заменили на англо-саксонское право.

В революцию рухнула традиционная финансовая система государства. Началось кровавое пике социально экономической системы. Война всевозможных банд за физическое золото империи. Сталин осознал происходящее, модернизировал западную стратегию развития под национальные особенности. Постепенно выводил систему из кровавого пике.

В побеждённой в Первую Мировую Германии население росло. Как только выросло новое поколение сразу пошли воевать за территории, на кредиты либералов. Гуманные демократы США запретили массовое переселение рядовых носителей золотого стандарта из Европы в свободные США. Войну проиграли, но попутно физически уничтожили сторонников и носителей золотого стандарта в Европе.

В результате двух войн и тайной политики, либералы получили полную власть над мировой финансовой системой. В освобождённой кровью России Европе был установлен международный порядок, основанный на правилах ФРС. Это триумф «пиратской» системы. Опять произошла кража победы у России.

Торжеству либерализма США мешал лишь СССР, со своей рублёвой зоной в мировой экономике. Главной угрозой либералам, стала советская промышленность, показавшая свою мощь и новая рублёвая зона в мировой экономике, свободная от влияния ФРС. В результате победы в Великой Отечественной Войне, СССР показал мощь советской системы и промышленности, сформировалась рублёвая зона СССР в Европе. Для её военно- политической поддержки создана Организация Варшавского Договора.

Хрущёв обязался вернуться к истокам ленинской стратегии. Стратегии мести «тиранам», разрушения денежного обращения и рублёвой зоны мировой экономики. Началось разрушение рублёвой зоны СССР. В 1954 из рублёвой зоны исключили Австрию. Отдали Порт-Артур Китаю. Свернули торговлю с Китаем. В июле 1991 года, в инициативном порядке, «миротворец» Горбачёв распустил блок Варшавского договора, прекратив военно- политическую поддержку рублёвой зоны, тем самым Горбачёв в инициативном порядке отказался от рублёвой зоны СССР в мировой экономике. Рубль обрушился. НАТО только усиливает поддержку зоны доллара.

Основное развитие либерализма идёт в рамках стратегий отрыва людей от «кормящей природы – матери», развития индустрии комфорта,



улучшения жизни, среды обитания и неограниченного потребления. Развития поддерживающих технологий, необходимых для построения земного рая – «сияющего города на холме». Сила либерализма в развитой индустрии комфорта. Либерализм требует много денег и ресурсов. У либералов много бумажных денег и мало ресурсов. Инвестиции идут на развитие индустрии комфорта. Наука, движущая сила развития прогресса технологий, снимающих технологические ограничения либерализма, движущегося в сторону построения коммунизма, для «своих». Мировой либерализм существует на дотации печатного станка, «пиратского» права сильного и ограбления «благородных дикарей». Дотации – это инвестиции в стратегию.

Гражданское общество, это способ монетарно-политической социализации населения, это общество избирателей-потребителей и общество свободных предпринимателей, развивающих технологии для удовлетворения возрастающих потребностей избирателей. Место идеологии занимают потребности. Развитие личности – это свободное развитие его потребностей, об этом пишет Маслоу. Пирамида Маслоу описывает возрастание потребностей «свободного» человека. Но в условиях неограниченной свободы, возникают извращённые потребности, проповедь греха. В пределе извращенцы и определяют развитие личности и прогресс.

Ядро современного гражданского общества – это средний класс. Люди, которые хотят работать, созидать. И есть избиратели – живущие на пособие, на гранты, которые хотят жить как средний класс, и не хотят работать. Торгуя в розницу своими голосами на выборах, торгуя своим политическим влиянием, как раньше Великие князья («паразиты трудящихся масс»), получают за эту «общественно полезную деятельность» пособие, позволяющее «прокормиться» в антропогенной среде, сразу попасть в зону определённого комфорта. И все они образуют демократическое гражданское общество и участники демократических выборов.

В США с помощью манипуляции с выборами, реализуется возможность влияния на глобальный рынок, возможность произвольно определять социальную значимость любого затраченного труда, в соответствии с нуждами либеральной стратегии. На выборах происходит легитимизация любых стратегий ФРС. «Американская демократия» обслуживает и легитимизирует работу печатного станка ФРС. Финансово обеспечивающего продвижение американской демократии во всём мире, всеми возможными путями. Это «пиратская» демократическая «дедовщина». Поэтому нужна технология оранжевых революций, чтобы устроить где-нибудь оранжевую революцию и совершить очередной пиратский набег на очередную страну.

Проявления либерально-пиратской идеологии наблюдается в противоречии движению зелёных. Индустрия комфорта давно работает для стран запада, а карбоновый налог должна платить Россия. Цель введения карбонового налога – Россия должна оплачивать работу индустрии комфорта для многочисленных политических иждивенцев запада. Происходит приватизация права природопользования.

Возможности либеральной стратегии в рамках зоны бумажного доллара, печатного станка ФРС ничем не ограничены. Ограничены только армией оппонента, поэтому необходима поддержка армии, как гаранта суверенитета. Но, помимо создания новой военной техники актуально создание инструментов защиты рублёвой зоны от финансовой агрессии запада.

Особенности природной среды определяют условия самовывживания земледельцев в природной среде. Определяют необходимую форму социализации на земле – крестьянскую общину. В до революционной России общинный, семейный крестьянский бизнес кормил всю Россию, был основой экономики. Многочисленные дети были ценным активом развития бизнеса земледельцев. Росло население. Традиционное для России дело - «пахарь», «земледелец», «ремесленник», «купец», «воин», «священник», «барин». С точки зрения стратегического управления развитие России определяли традиционные ценности. Последовательное выполнение церковных обрядов воспитывало людей твёрдой воли. Простые труженики сделали Россию Великой.

Человеческие ценности различаются. Есть природное право и «пиратское» право. Есть традиционные религии, христианские ценности и мотивы, предотвращающие моральные уродства, есть «пиратские» ценности и мотивы. А общечеловеческие ценности – это вера «благородных дикарей» в созидательную силу демократических выборов.

Основой западной демократии и хозяйствования является «пиратский» уклад. Принцип – «Ты виноват уж в том, что хочется мне кушать». Обманул, украл, и спрятался на безопасном, комфортном острове, в городе, где все честные и благородные. И всё законно. Основы благополучия запада – ограбление колоний, работоторговля, рабский труд, захват рынков, право сильного. Основой английского права является «пиратская» мотивация свободы. Необходимость непрерывного расширения сферы влияния. Полная свобода действий «пиратам» в странах «дикарей», в «диких» краях. Свобода нравов на кораблях. Историческая элита запада ковалась в деле бандитского обогащения. Воспитывается на основе пиратских традиций. Лидирующий человеческий капитал запада – «пираты», «пиратские» семейные кланы. Традиционное для запада дело «пират», кораблестроитель, купец. Торговая инфраструктура запада ис-

торически обслуживает «пиратскую» экономику. Правила поведения в торговле определяют хозяева инфраструктуры и доллара. «Пиратская» культура запада – это отточенные веками политическое шулерство, технологии разжигания конфликтов, создание коалиций с противником (дикарём), планирование и реализация нападений, переворотов, сокрытие следов преступлений.

В США обычен политический семейный бизнес, примером которого является семья Кеннеди. Политический театр, где обыгрывают традиционные семейные ценности. Американский президент всегда в окружении детей. Как и семья Николая 2, Семья Дж. Кеннеди была убита из-за нежелания президента отказаться от золотого наполнения доллара. Кеннеди был против финансового монополизма ФРС, против приватизации демократии США. В настоящее время ФРС – хозяин демократии. Либеральная экономика – экосистема хозяина финансов.

Основа могущества США их финансовая и политическая система и успешные семьи, исторические семейные кланы, которые создают и поддерживают порядок. В США существует семейное управление, свобода и демократия, ограниченные семейным управлением. Глубинное государство, вашингтонское «болото» – корни либеральной экономики. Это финансово-политическая элита США, множество успешных семей, часто оторванных от земли и физической экономики, в рамках либеральной стратегии управляющих финансами, политикой, экономикой.

Выборная элита США защищает политические, экономические и социальные интересы кормящего её «пиратского» уклада, личные интересы, и интересы остального общества, как потенциальных избирателей. Общественные интересы – это голоса избирателей.

В условиях международной конкуренции и продолжающегося господства бюрократов, современное гражданское общество России, как прежде, спасает вера (культ) в лидеров суверенной демократии и вера в созидательную силу демократических выборов.

#### **Список литературы:**

1. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления. - Л.: Энергоиздат, Ленинградское отделение, 1982. – 288 с.
2. Аллен Р. Глобальная экономическая теория. Краткое введение / пер. с англ. – Изд-во Института Гайдара, 2013. – 224 с.
3. Джон Перкинс. Исповедь экономического убийцы / Пер. с англ. – М.: Претекст, 2014. – 350 с.
4. Арнольд Г. Великие инвесторы: Практические уроки от Джорджа Сороса, Уоррена Баффета, Джона Темплтона, Питера Линча, Филиппа Фишера, Джона Неффа / Глен Арнольд: Пер. англ. – М.: АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР, 2014. – 320 с.

УДК 005

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-63

**Богомолов Александр Иванович**<sup>1</sup>,

доцент, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.;

**Невежин Виктор Павлович**<sup>2</sup>,

профессор, канд. техн. наук, профессор

## ПРИНЦИП ПОДОБИЯ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ЭВОЛЮЦИИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

<sup>1,2</sup> Россия, Москва, Финансовый университет при Правительстве РФ,

<sup>1</sup> e-mail: aibogomolov@fa.ru,

<sup>2</sup> e-mail: vpnevezhin@fa.ru

**Аннотация.** Предлагается использовать принцип подобия в системном анализе больших систем для выдвижения гипотез об их структуре, свойствах и эволюции на основе проведения аналогии с похожими на них, но более доступными для исследования другими системами. В качестве примера большой системы рассматривается наша Вселенная, происхождение, свойства и эволюция которой, несмотря на успехи в её изучении астрономией и космологией, остаются неясными. Проводится аналогия между Вселенной и Человеком, которого можно также рассматривать тоже как большую систему. На основании принципа подобия выдвигается ряд гипотез о происхождении и эволюции нашей Вселенной.

**Ключевые слова:** принцип подобия, системный анализ, тёмная энергия, Человек, Вселенная, ноосфера.

**Alexandr I. Bogomolov**<sup>1</sup>,

Associate Professor, Candidate of Technical Sciences;

**Victor P. Nevezhin**<sup>2</sup>,

Professor, Candidate of Technical Sciences

## THE SIMILARITY PRINCIPLE IN SYSTEMS ANALYSIS EVOLUTION OF LARGE SYSTEMS

<sup>1,2</sup> Russia, Moscow, Financial University under the Government of the RF,

<sup>1</sup> e-mail: aibogomolov@fa.ru

<sup>2</sup> Federation, e-mail: vpnevezhin@fa.ru

**Abstract.** It is proposed to use the similarity principle in system analysis of large systems to hypothesize their structure, properties and evolution based on analogy with similar, but more accessible for study other systems. As an example of a large system, our universe is considered, the origin, properties and evolution of which, despite the successes in its study by astronomy and cosmology, remain unclear. An analogy is drawn between the universe and Man, which can also be considered as a large system. On the basis of the principle of similarity, a number of hypotheses are put forward about the origin and evolution of our Universe.

**Keywords:** similarity principle, system analysis, dark energy, Man, Universe, noosphere.

## **Введение**

Принцип или закон подобий впервые упоминается в древнем документе под названием «Изумрудная скрижаль», составленным (по легенде) Гермесом Трисмегистом. «То, что находится внизу, соответствует тому, что пребывает вверху; и то, что пребывает вверху, соответствует тому, что находится внизу, чтобы осуществить чудеса единой вещи. И так все вещи произошли от Одного посредством Единого: так все вещи произошли от этой одной Сущности через приспособление» [3].

В Библии сказано, что: «Бог создал человека по образу и подобию своему». Если обратиться к первоисточнику, то в книге Бытия [1, 26–27] написано: «И сказал Бог: сотворим человека по образу Нашему [и] по подобию Нашему...») [2].

Изучение и применение подобий (аналогий) широко используется для получения новых знаний и технических решений. История развития науки и техники успешно подтверждает это. Проводя аналогию с электрическим полем, Фарадей предположил существование магнитных линий, подобных линиям электрическим. А проведенная им аналогия между магнитом и Солнцем, с одной стороны, световыми лучами и магнитными линиями – с другой, послужили программой для дальнейших открытий Гершеля, Лебедева, Попова и Максвелла, последний из которых, кстати сказать, в своих исследованиях, часто прибегал к уподоблениям, используя аналогию как ценный самостоятельный метод исследования в физике.

Моделирование судов в кораблестроении, самолетов в аэродинамике, плотин, гидроэлектростанций и шлюзов в гидростроительстве, моделирование человеческого мышления в системах искусственного интеллекта – также использует подобию и аналогии, а умозаключение по аналогии выполняет особую роль в общественно-исторических науках, приобретая нередко значение единственно возможного метода исследования [5].

Не располагая достаточным фактическим материалом, историк нередко объясняет малоизвестные факты, события и обстановку путем их уподобления ранее исследованным событиям и фактам из жизни других народов при наличии сходства в уровне развития экономики, культуры, политической организации общества [4].

В системном анализе больших систем применение принципа подобию особенно эффективно в том случае, если одна из систем относительно хорошо изучена (система №1), а изучение другой, похожей или подобной первой (система №2), сталкивается с большими трудностями.

## **Постановка задачи**

Рассмотрим применение принципа подобию для выдвижения гипотез о свойствах и эволюции такой большой системы, как наша Вселенная. Хотя астрономия и космология в последнее время значительно про-

двинулись в её изучении, тем не менее остаётся много вопросов о её происхождении, строении и эволюции. Для применения принципа подобия, с целью выдвижения новых гипотез, касающихся Вселенной, необходимо подобрать другую, схожую с ней большую систему, свойства которой изучены в большей степени. В качестве такой системы будем рассматривать Человека. Таким образом, применим принцип подобия в качестве примера к выдвижению гипотез о возникновении и эволюции Вселенной (система №2) на основе подобия Человека (система №1), возникновение и эволюция которого относительно хорошо изучены. Кстати, ряд учёных и философов рассматривают Человека как своего рода Вселенную, имеющую много общего с Большой Вселенной [10,13], рис. 1.



Рис. 1. Человек как Вселенная. Источник yandex.ru

Использование принципа подобия в рассмотрении процессов рождения и развития Человека и Вселенной может привести к весьма интересным предположениям и гипотезам.

### **Основная часть**

Можно найти глубокую аналогию между рождением, жизнью и смертью человека, и между рождением, развитием и смертью Вселенной. Рождение Вселенной произошло в результате Большого взрыва некоей сингулярности (точки), после которого началась её эволюция - развитие и расширение [7]. Эти процессы происходят с возрастающими темпами с момента Большого взрыва с усложнением структуры Вселенной и возрастанием объёма (массы?) её информации [15]. Носителем может быть тёмная энергия, которая ответственна за расширение Вселенной и масса которой составляет около 75% всей массы Вселенной [9,1]. Большинство учёных также считает, что наша Вселенная, как и человек, рано или поздно прекратит своё существование в её нынешней форме.

Развитие Человека от самого момента его рождения до его ухода из жизни сопровождается увеличением его массы, структурными и биохимическими изменениями его тела, а также увеличением объёма получаемой им извне информации. К тому же рождение человека тоже напоминает Большой взрыв некоей сингулярности - размер яйцеклетки составляет примерно 0,1–0,15 мкм. Затем человек растёт, увеличивается его масса, а главное растёт его сложность как системы с накоплением им негэнтропии (информации). Рано или поздно человек разрушается (умирает), его энтропия достигает максимума, а негэнтропия – минимума или нуля.

Рост негэнтропии или объёма информации человека происходит в открытой системе за счёт поступления энергии и информации извне. Источниками поступающей информации являются окружающие его с момента рождения люди, внешняя среда, книги, Интернет и т.д.

Аналогичные процессы происходят, по-видимому, и в нашей Вселенной. Рождение нашей Вселенной (по аналогии рождения человека) произошло в недрах некоей материнской М-Вселенной. А развитие и ее рост, как и развитие родившегося человека, происходило за счёт взаимодействия, прежде всего информационного, с другими Вселенными и, возможно, с другими, неизвестными нам источниками. Это укладывается в известную нам концепцию множественности Миров. Четырёхмерный пространственно-временной континуум нашей Вселенной теоретически не является единственно возможным. Например, теория супергравитации допускает возможность существования Миров, обладающих одиннадцатью измерениями [11]. Другие Вселенные, с которыми осуществляется информационное взаимодействие нашей Вселенной, возможно, находятся в недоступных нам измерениях. Согласно другой теории, а именно - теории суперструн, строительными кирпичиками материи являются одномерные струны, находящиеся в пространстве десяти измерений [12]. Попытки примирить теорию супергравитации и теорию суперструн привели к появлению М-теории, которая была разработана Эдвардом Виттеном в Институте перспективных исследований в Принстоне [14].

Информационное взаимодействие и поступление тёмной энергии из других Вселенных в нашу Вселенную обеспечивают её ускоренное расширение. Это взаимодействие нашей Вселенной с другими Вселенными, возможно, осуществляется через чёрные дыры. Такого же мнения придерживался и Стивен Хокинг [6]. В 1974 году Стивен Хокинг показал, что чёрные дыры могут излучать энергию благодаря квантовым эффектам, а М-теория в точности воспроизводила формулу энтропии Хокинга.

В 1998 году аргентинский физик Хуан Молдосена показал, что все физические законы и события, происходящие внутри Вселенной, можно описать теми событиями, которые происходят на её границе, а мы - всего лишь тени на границе Вселенной большего числа измерений [8].

## **Заключение**

Использование принципа подобия в построении аналогий между Человеком и Вселенной приводит к возможности выдвигать интересные или даже парадоксальные выводы, которые, однако, не противоречат современным научным взглядам и могут быть подтверждены в соответствующих экспериментах. Приведём лишь некоторые из них.

1. Рождение нашей Вселенной, по аналогии с рождением Человека, произошло внутри материнской М-Вселенной из некоей сингулярности.

2. Рождение нашей Вселенной произошло в результате взаимодействия и обмена энергией и информацией с другой Вселенной.

2. Тёмная энергия, как носитель информационного поля Вселенной (ноосферы), имеет фрактальную структуру и её элементами являются мысли-образы человека.

3. Согласно вышеназванному принципу подобия в процессе развития растёт масса как Человека, так и Вселенной.

4. Чёрные дыры являются шлюзами для поступления энергии и информации из других Вселенных.

5. Структурированная информация как отдельного человека, так и человечества в целом сохраняется в информационном поле (ноосфере) Вселенной и взаимодействует с её элементами и структурами.

6. Причины смерти Человека и нашей Вселенной подобны и лежат в информационной области.

## **Список литературы**

1. Богомолов А.И. Ноосфера и тёмная энергия// [Хроноэкономика](#). 2017. № 6(8). с. 7–11.

2. Ветхий завет. <http://bible.optina.ru/old:gen:01>.

3. «Изумрудная скрижаль» Гермеса Трисмегиста. <http://www.astromyth.ru/Library/Hermes-TabulaSmaragdina.htm>.

4. Новиков Н.Б. 1000 аналогий, изменивших науку (новый взгляд на гениальность). – М.: Российская академия наук, Институт психологии, 2010 г.

5. Сазонов Д.О. Принцип подобия во фрактальной вселенной. <http://sazonov-d.ru/?e=1>.

6. Стивен Хокинг: черные дыры - окна в другие Вселенные. - URL: <http://stuki-druki.com/facts1/Stephen-Hawking-chernie-diri-okna-v-drugie-Vselennie.php>

7. Хокинг С. и др. Теория всего. Происхождение и судьба Вселенной /Стивен Хокинг; [пер. с англ. И. Иванова; под ред. Г. Бурбы. — СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2009. – С.148.

8. Berenstein, David; Maldacena, Juan; Nastase, Horatiu (2002). "Strings in flat space and pp waves from № 4 Super Yang Mills". AIP Conference Proceedings. Waterloo, Ontario (Canada). 646: 3–14. arXiv:hep-th/0202021. doi:10.1063/1.1524550.

9. Bogomolov A.I. Dark energy as the information field of the universe. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1703, XXIII International Conference on Soft Computing and Measurement (SCM'2020) 27-29 May 2020, Russia.

10. Laurence J. Bendit. Man and his Universe. 1957. The Theosophical Publishing House, Adyar, India. <http://hpb.narod.ru/ManUniverse.htm>.

11. Super-gravity Theory. <https://www.sites.google.com/site/nustebookstore/basic-sciences/physics/relativity-gravitation/super-gravity-theory>.



12. The Physics of Everything: Understanding Superstring Theory. <https://futurism.com/brane-science-complex-notions-of-superstring-theory>.

13. Uti Egbai. Origin of Man and the Universe, 2016. In book: History & Philosophy of Science. Publisher: Akwa Ibom State University Press.

14. Witten, Edward (1995). "String theory dynamics in various dimensions". Nuclear Physics B. 443 (1): 85–126.

15. Zummermann R.E. Matter and information as attributes of substance. Article in The European Physical Journal Special Topics 226(2): January 2017 with 7 Reads. DOI: 10.1140/epjst/e2016-60365-0, с. 177–180.

УДК 005

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-64

**Благовещенская Екатерина Анатольевна**<sup>1</sup>,  
профессор, зав. кафедрой "Высшая математика",

д-р физ.-мат. наук, профессор;

**Попова Нина Васильевна**<sup>2</sup>,

профессор высшей школы лингводидактики и перевода,

д-р пед. наук, профессор

## ПРОЯВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛИЗМА В РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ТВОРЧЕСТВА

<sup>1</sup> Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I, Санкт-Петербург, Россия  
kblag2002@yahoo.com

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого. Санкт-Петербург, Россия  
ninaspo@mail.ru

**Аннотация.** Анализируется понятие *параллелизм*, который присущ многим видам человеческой деятельности. Синтаксический параллелизм относится к образным стилистическим средствам в литературе и иллюстрируется произведениями русских поэтов, Ч. Диккенса, Э. По. Показано, что в естественной связи с поэзией находится музыка, для которой характерны явные проявления параллелизма в различных формах. Некоторые из них допускают алгебраическую формализацию с последующей возможностью использования достижений современной информатики, в том числе нейронных сетей.

**Ключевые слова:** алгебраическая формализация, информатика, нейронные сети, параллелизм, синтаксический параллелизм, стилистические средства.

**Ekaterina A. Blagoveshchenskaya**<sup>1</sup>,

Head of Mathematics Department,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor;

**Nina V. Popova**<sup>2</sup>.

Professor of the Higher School of Linguodidactics and Translation,

Dr. ped. sciences, professor

# MANIFESTATIONS OF PARALLELISM IN DIFFERENT FORMS OF CREATIVITY

<sup>1</sup> Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University,  
Russia, Saint Petersburg,  
kblag2002@yahoo.com

<sup>2</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
Saint-Petersburg, Russia

**Abstract.** The concept of parallelism, which is inherent in many types of human activity, is analyzed. Syntactic parallelism refers to figurative stylistic means in literature and is illustrated by the works of Russian poets, Ch. Dickens, E. Poe. It is shown that in a natural connection with poetry is music, which is characterized by clear manifestations of parallelism in various forms. Some of them allow algebraic formalization with the subsequent possibility of using the achievements of modern computer science, including neural networks.

**Keywords:** algebraic formalization, informatics, neural networks, parallelism, syntactic parallelism, stylistic means

## 1. Введение

Происходящая в настоящее время интеграция представителей разных культур и научных областей диктует необходимость установления ассоциативных связей между специалистами разных областей в их профессиональной деятельности. Это связано, в частности, с необходимостью системного анализа данных, поступающих из источников, которые традиционно используются в отдельных областях науки. В то же время важно не только понимать поступающую информацию с использованием возможностей современного информационного общества, но и обеспечивать быстрый отклик на информацию, представленную в лекции или докладе на междисциплинарной конференции, даже если суть представленного материала является непонятной с учетом узкопрофессиональной деятельности слушателя. В этой ситуации полезно учитывать основные психологические механизмы слушателей, основанные на организации ассоциативных связей.

Целью статьи является анализ параллелизма, который неизбежно присутствует практически во всех проявлениях сознательной творческой деятельности человека. Он изначально был дан человеку природой в виде наличия парных органов, в частности, двух полушарий головного мозга, и является мощным универсальным механизмом повышения эффективности восприятия незнакомой информации. Использование возможности распараллеливания различных информационных потоков с учетом общих законов логических последовательностей, содержащихся в них, является средством упорядочения относительно большого объема информации.

Такая ситуация возникает на семинарах, конференциях, форумах, на которых присутствуют представители различных отраслей науки,

техники, промышленности, представители политических структур и органов власти и, возможно, из разных стран и культур. Одной из целей таких встреч является установление отдельных взаимоотношений между участниками форумов для последующих контактов и общей профессиональной и внепрофессиональной деятельности. Использование параллелизмов специалистами разных областей знаний будет положительно влиять на непосредственность и скорость восприятия новых идей теми, кто недостаточно подготовлен к их восприятию. Использование параллелизмов является необходимым условием эффективности таких мероприятий, поскольку способствует разумному выбору всех присутствующих, последующее общение с которыми кажется плодотворным. В связи с междисциплинарным характером многих научных форумов тема параллелизма нам представляется особенно актуальной.

Проблема не может быть полностью решена знанием одного общего языка для общения, преимущественно, английского. Поэтому при общении с людьми, которые не являются специалистами в области представленного материала, важно опираться на социально значимый опыт, свойственный каждому и находящийся в гармонии с природой человека независимо от его личных предпочтений и профессиональных навыков. Для этого необходимо сформулировать общие философские и методологические положения для различных сфер человеческой деятельности. Мы рассмотрим примеры параллелизма, встречающиеся в литературе, музыке, математике, а также кратко остановимся на некоторых общих вопросах более широкого обращения к параллелизму.

## **2. Метод**

На основе аналитического обзора зарубежных и отечественных публикаций по данной теме выявлены наиболее важные проблемы для рассмотрения параллелизма. Теоретический контекст предлагаемого здесь анализа определяется, в основном, исследованиями последних лет. Сравнение и сопоставление являются основными методами изучения многочисленных примеров параллелизма в литературе. Выводы, сделанные на основе сравнительного анализа собранных литературных примеров, экстраполируются на другие гуманитарные сферы, такие как политика, реклама, образование и т. д. Это позволяет нам упростить понимание и решение познавательных, конструктивных, практических задач в разных областях знаний. Параллелизм, присущий поэзии, накладывается на параллелизм в музыке, сочетая слова и музыкальное сопровождение. Междисциплинарные аспекты параллелизма демонстрируются на анализе взаимосвязанных примеров из музыки и математики. Различные формы параллелизма в музыке позволяют применять метод алгебраической формализации. Применяя обобщающий метод рассуждения, мы заклю-

чаем, что параллелизм применим не только к музыке и поэзии, но также к архитектуре, живописи и других областях, которые имеют прямую или скрытую связь с математикой.

### 3.1. Параллелизм в литературе

Слово «параллелизм» [1] в литературе относится к аналогичным элементам в построении утверждения, это сходство структуры в паре или серии связанных слов, фраз или предложений. Это могут быть звуки и слоги (звуковой параллелизм), повторяющиеся слова (лексический параллелизм) и синтаксические конструкции - фразы и предложения. Синтаксический параллелизм - это стилистический прием образной речи, который относится к образным средствам в литературе [2]. Это повторение синтаксических конструкций, специальное расположение следующих друг за другом фраз с одинаковой синтаксической структурой, с тем же типом предиката. Синтаксический параллелизм - это похожая конструкция связанных между собой фраз, поэтических линий или строф произведения искусства. С помощью этого стилистического приема автор сравнивает два объекта реальности и выражает свое отношение к тому, что он изображает, используя определенную конструкцию поэтической фразы. Синтаксический параллелизм часто сочетается с другими художественными средствами художественной литературы, например, с анафорой и антитезой [3]. Примеры параллелизма в русской поэзии (выделено курсивом) представлены ниже.

А.С.Пушкин

В глуши, во мраке заточенья  
Тянулись тихо дни мои  
*Без божества, без вдохновенья,  
Без слез, без жизни, без любви.*

А.А.Фет

*И чем ярче играла луна,  
И чем громче свистал соловей,  
Все бледней становилась она,  
Сердце билось больней и больней.*

С.А.Есенин

Не буди того, что отмечталось,  
Не волнуй того, что не сбылось,  
Слишком раннюю утрату и усталость  
Испытать мне в жизни привелось.

Е.А.Евтушенко

И если умирает человек,  
с ним умирает *первый его снег,  
и первый поцелуй, и первый бой...*  
Все это забирает он с собой.

Одним из самых известных примеров параллелизма в английской литературе является первое предложение Чарльза Диккенса из романа «*Повесть о двух городах*», которое насыщено антитезами: «это было *лучшее* из всех времен, это было *худшее* из всех времен; это был *век мудрости*, это был *век глупости*; это была *эпоха веры*, это была *эпоха безверия*; это были *годы света*, это были *годы мрака*; это была *весна надежд*, это была *зима отчаяния*; у нас *было все впереди*, у нас *не было ничего впереди*; все мы *стремительно мчались в рай*, все мы *стремительно мчались в ад...*» (Пер. с англ. Е. Бекетовой). Выделенные курсивом элементы параллель-

ных грамматических конструкций подчеркивают контраст между двумя классами людей, аристократами и крестьянами. Существует очевидный резкий контраст между светом и тьмой, глупостью и мудростью, великим временем и плохим временем.

Хорошо известная поэма Эдгара По "Ворон" наполнена параллелизмом, отраженным в многочисленных примерах аллитерации, ритма и рифмы как наиболее распространенных стилистических приемах, используемых в поэме. Рифмующиеся слова с похожими слогами находятся в середине и конце предложений третьей и четвертой строк, например: *napping* – *tapping* / отдавался - раздался. Эти слова сгруппированы близко друг к другу и создают у читателя определенное чувство тревожности, и строфа становится более экспрессивной в своем поэтическом звучании. Подобными музыкально звучащими параллелизмами наполнены все 18 строф этого уникального по своей поэтической структуре произведения. Первая строфа и ее перевод представлены ниже:

Once upon a midnight dreary, while I pondered, weak and weary,  
Over many a quaint and curious volume of forgotten lore—  
While I nodded, nearly *napping*, suddenly there came a *tapping*,  
As of some one gently rapping, rapping at my chamber door.  
'Tis some visitor," I muttered, "tapping at my chamber door—  
Only this and nothing more." (Edgar Poe, The Raven)

Как-то в полночь, в час угрюмый, полный тягостною думой,  
Над старинными томами я склонялся в полусне,  
Грезам странным *отдавался*, - вдруг неясный звук *раздался*,  
Будто кто-то постучался - постучался в дверь ко мне.  
"Это, верно, - прошептал я, - гость в полночной тишине,  
Гость стучится в дверь ко мне". (Пер.К.Бальмонта)

Тему параллелизма в литературе можно продолжить, но приведенных выше примеров этого литературного феномена достаточно, чтобы понять его стилистический потенциал для создания ритма, рифмы, аллитерации, анафоры, антитезы и других стилистических приемов [4]. Формулируя мысли авторов и придавая их идеям гармонию выражения, параллелизмы способствуют созданию *выдвижения*, то есть специального лингвистического отклонения, привлекающего внимание читателей [5]. Создавая параллелизмы, писатель или поэт выходит за рамки обычных языковых моделей и пробуждает читателей от клишированных выражений к новому качеству поэтического восприятия. Красиво выраженные поэтические параллельные конструкции могут вызывать положительные эмоциональные реакции у читателей и легко запоминаются ими.

В заключение можно сделать вывод о том, что параллелизм в литературе является одним из наиболее ценных стилистических приемов,

способных повысить литературную ценность любого произведения искусства. Параллелизм в литературе является общеизвестным межкультурным феноменом и чрезвычайно важен и во всех гуманитарных сферах нашей жизни, например, в политической риторике [6], рекламном дискурсе [7], преподавании иностранных языков [8] и во многих других областях, представляющих интерес для образованной общественности.

### **3.2. Алгебраическая формализация параллелизма в музыке**

Параллелизм поэзии напрямую накладывается на параллелизм в музыке, объединяя слова и музыкальное сопровождение для создания песни. Но для самой музыки характерны явные проявления параллелизма в различных формах [9]. Некоторые из них допускают алгебраическую формализацию с последующей возможностью использования достижений современной информатики, в том числе нейронных сетей [10,11, 12].

Высветим роль понятия фактор-множества (фактор-группы) в теории музыки в связи с не вызывающим сомнения параллельным движением мелодии и аккомпанемента.

Музыкальная линия основана на ряде аккордов, определяющих гармонию в течение определенного промежутка времени. Вообще говоря, музыкальная линия содержит цепочку аккордов и их модификаций, которые иногда характеризуют особые жанры, например, джаз.

В каждом отдельно взятом музыкальном фрагменте доминирует определенный аккорд. Являясь аккомпанементом, подчиненным мелодии, этот аккорд, тем не менее, определяет систему гармонии. Идентифицируя любую ноту с концом интервала, начинающегося с основной ноты (тоники) опуса, и разложив набор всех нот по модулю 12, мы получаем полную систему вычетов по модулю 12 [13], то есть  $Z/12$ . Мы вводим структуру  $L$ , генерируемую всеми 12 нотами по отношению к сложению, которое является их одновременным звучанием. Тогда  $L$ -это аддитивная полугруппа всех возможных аккордов, которая может быть построена с использованием набора всех нот, традиционно обозначаемых

$C, C\#, D, D\#, E, F, F\#, G, G\#, A, A\#, B.$

Поскольку сумма этих элементов означает одновременное звучание аккордов, результатом операции также является аккорд. Доминирующий аккорд определяет полугруппу  $K$  в  $L$ , состоящую из аккордов (включая отдельно звучащие ноты), в которых используются только ноты доминирующего аккорда. Тогда ноты мелодии можно рассматривать как элементы  $L/K$ , то есть фактор полугруппы в том смысле, что они звучат вместе с элементами из  $K$  в гармоничном союзе. Музыкальная линия опирается на доминирующую цепочку аккордов, задающую движение гармонии от одного временного интервала к следующему. Мы предлага-

ем алгебраическую модель музыкальных конструкций, в которой гармоничная последовательность доминирующих аккордов дает последовательность различных факторизаций аддитивной полугруппы  $L$ , а мелодия формируется элементами  $L/K$  во время доминирования конкретной полугруппы  $K$ .

В связи с этим приведем слова Джорджа Сантаяна: *если все искусство стремится к музыке, то все науки стремятся к математике.*

### **Выводы**

Проявления параллелизма распространены в развитии различных областей интеллектуальной деятельности, таких как литература, музыка и т. д. Осознание параллелизма позволяет распараллеливать потоки информации, что воплощено в параллельных алгоритмах, используемых в различных программных продуктах, включая использование нейронные сети. Информация о результатах интеллектуальной деятельности определенной сферы знаний позволяет основываться на распределении существующих параллельных потоков. Распределение параллельных потоков может служить универсальным инструментом для разработки учебной программы, отдельной лекции, дискуссии, которая повышает восприятие материала слушателями. Это особенно важно в ситуации недостаточной подготовленности обучающихся к восприятию предложенной темы и, при необходимости, ее развитию.

Рассматриваемые связи между музыкой и математикой обусловлены параллелизмом, изначально характерным для алгоритмических построений в математике, но также неизбежно проявляющимся в структурировании различных форм результатов человеческой деятельности. Это относится не только к музыке и поэзии, но также к архитектуре, живописи и другим областям, которые имеют прямую или скрытую связь с математикой.

Особо следует подчеркнуть важность идей параллелизма для сферы образования, поскольку оно объединяет в себе обучение, воспитание и целенаправленное развитие человека, составляющими которого являются логические и эмоциональные принципы. Их одновременное (то есть параллельное) присутствие в обучении является основой методологического подхода к образованию в целом.

Вопрос о параллелизме, безусловно, заслуживает дальнейшего развития [14], и в будущем его следует тщательно изучить с точки зрения его междисциплинарного характера. Несмотря на то, что определенный случай параллелизма относится к одной сфере науки, он может рассматриваться в более широких рамках, чтобы выявить его междисциплинарную сущность. Например, параллельные лингвистические корпуса, включая однонаправленные, двунаправленные и разнонаправленные

разновидности, кажутся чисто лингвистическими по своей природе и используются в основном в сравнительной лингвистике для анализа структур двух или более языков.

С другой стороны, параллельные корпуса могут быть успешно использованы для перевода различных лингвистических структур, фраз и слов в определенном контексте, и электронный ресурс *Reverso: context.reverso.net* может служить довольно уместным примером. Параллельные корпуса имеют много общего с памятью переводов, но разница в том, что память переводов не сохраняет исходную текстовую последовательность, в то время как параллельные тексты делают это. Эта особенность расширяет применение параллельных лингвистических корпусов в переводческой дидактике, которая является важной смежной областью науки. Таким образом, рассмотрение параллелизма является многообещающим аспектом научного дискурса, поскольку оно способствует нашему творческому мышлению и обогащает наши подходы к другим дисциплинам и сферам науки, в которые мы вовлечены.

#### **Список литературы**

1. Маркина С.В. Параллелизм как вид синтаксической связи. Автореферат дисс. канд. фил.н., Иваново, 2010. 24 с.
2. Арнольд И.В. Стилистика современного английского языка (Стилистика декодирования): 3-е изд.-М.: Просвещение, 2002. 356 с.
3. Poiner J., Walenski M., Shapiro L.P. The role of parallelism in the real-time processing of anaphora. *Language and cognitive processes*. 2011.Nov.18; 27 (6); pp.868-886.
4. Leech G.N. A Linguistic guide to English poetry. London, Routledge, Taylor and Francis. 2014. 257 p. Retrieved from: [https://trove.nla.gov.au/work/8603747?q&sort=holdings+desc&\\_=1571491888426&versionId=218409823](https://trove.nla.gov.au/work/8603747?q&sort=holdings+desc&_=1571491888426&versionId=218409823). (Accessed on 19/10/2019).
5. Попова Н.В. Стилистика английского языка. Учебное пособие. СПб., Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 186 с.
6. Стецик Т.С. Ритм и параллелизм как составляющие техники убеждения в политическом дискурсе (на материале инаугурационной речи действующего президента США Барака Обамы). *Филологические науки. Вопросы теории и практики*. Тамбов: Грамота, 2013. № 8 (26): в 2-х ч. Ч. II. С. 175–178. ISSN 1997-2911. Retrieved from URL: [www.gramota.net/editions/2.html](http://www.gramota.net/editions/2.html) (Accessed on 19/10/2019).
7. Motaqed S., Annapurna M. Advertisement Analysis: Syntactic Devices in English Magazines. *International Journal of Scientific and Research Publications*, Volume 6, Issue 10, October 2016 77 ISSN 2250-3153 [www.ijsrp.org](http://www.ijsrp.org) Retrieved from: <http://www.ijsrp.org/research-paper-1016/ijsrp-p5812.pdf>. (Accessed on 19/10/2019).
8. McCarthy M. *Discourse Analysis for Language Teachers*. CUP. 2011. 207 p.
9. Blagoveshchenskaya E.A. Some Links between Music and Mathematics – Algebraic Aspects. Meuser, Michael (Ed.): *Papers of the Essen Collegium of Gender Studies*. Vol.2, 2004. 21p. Retrieved from [https://www.uni-due.de/imperia/md/content/ekfg/ekaterina\\_\\_blagoveshchenskaya\\_mathematics.pdf](https://www.uni-due.de/imperia/md/content/ekfg/ekaterina__blagoveshchenskaya_mathematics.pdf)
10. Blagoveshchenskaya E.A. Algebraic structures in music theory. *Proceedings of XXIII International scientific and practical conference «SAEC-2019»*, 109–113. Polytech-Press, St. Petersburg, Russia.



11. Blagoveshchenskaya E.A., Pavlova N.G., Garbaruk V.V., Tikhomirov S.A., Trifonov A.E., V. Yakovlev (2018). Algorithms and graphs in the theory of direct decompositions of algebraic structures with applications to the computation parallelization. Proceedings of XXI International conference of «SCM-2018», Vol. 1. Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI". St. Petersburg, Russia. 684–686.

12. Blagoveshchenskaya E.A., Zuev D.V., Kanunnikov V.N. Methods of mathematical formalization of music theory structures and recognition of musical fragments in neural network modeling. In Proceedings of National scientific and practical conference «Mathematics at university and at school»/ Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St. Petersburg, Russia. 2017. 7–9.

13. Kurosh A.G. The theory of groups. 2nd Engl.edn. Chelsea Publishing Company, New York. 1952.

14. Blagoveshchenskaya, E., Popova, N., Kogan, M., Strüngmann, L. Parallelism as a universal principle of structuring information flows. ACM International Conference Proceeding Series, 2019.

УДК 002+517(075.8)

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-65

*Микони Станислав Витальевич,*  
ведущий научный сотрудник,  
д-р техн. наук, профессор

## **РОЛЬ СИСТЕМНОСТИ РУССКОГО ЯЗЫКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОНЯТНОСТИ НАУЧНОГО ТЕКСТА**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики  
и автоматизации Российской Академии Наук, [smikoni@mail.ru](mailto:smikoni@mail.ru)

*Аннотация.* Естественный язык рассматривается как универсальная знаковая система, отражающая действительный и мыслимый мир. Как система, он отвечает всем системным закономерностям. Отмечается органичная системность русского языка, следующая из тесной связи его слов между собой и с их образным представлением. Чрезмерная открытость русского языка к заимствованию иностранных слов создаёт проблему понимания обозначаемых ими понятий. Приводятся примеры терминов с размытым смыслом, не удовлетворяющих требованию однозначности научного языка и предлагаются меры по его улучшению.

*Ключевые слова:* система, естественный язык, смысл, понятие, понимание, слово, словообразование, обозначение.

*Stanislav V. Mikoni,*  
Leading Researcher, Ph.D., Dr. Sci., Fool Professor

## **THE ROLE OF THE SYSTEMNESS OF THE RUSSIAN LANGUAGE IN PROVIDING CLEARANCE OF THE SCIENTIFIC TEXT**

Russia, St. Petersburg, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences, [smikoni@mail.ru](mailto:smikoni@mail.ru)

*Abstract.* Natural language is viewed as a universal sign system that reflects the real and virtual world. As a system, it meets all systemic laws. The organic consistency of the

Russian language is noted, resulting from the close connection of its words with each other and with their figurative representation. The excessive openness of the Russian language to the borrowing of foreign words creates a problem of understanding the concepts they designate. Examples of terms with a vague meaning that do not meet the requirement of unambiguous scientific language are given and measures are proposed to improve it.

**Keywords:** system, natural language, meaning, concept, understanding, word, word formation, designation.

### **Введение**

Очевидная мысль, что «всё в мире взаимосвязано», отражает его системность. В процессе познания мира выделяется его часть для подробного изучения. Она также рассматривается как система со своими внутренними и внешними связями. Формирование модели этой системы требует именования её элементов и связей. В отвлечении от предметного смысла системы для обозначения её элементов и связей применяется международный язык символов. Это язык математики.

Для обозначения предметного смысла элементов и связей системы привлекается естественный язык (ЕЯ). В европейской науке исторически первыми для научных целей использовались греческий и латинский языки, что объясняется началом применения научного подхода к объяснению предметов и явлений в древней Греции и Риме. Затем в научных работах стали использоваться французский, немецкий и английский языки в соответствии с вкладом в науку учёных этих стран.

Одним из первых российских учёных, применивших в XVIII веке русский язык для написания научных трактатов, был М.В. Ломоносов. В своём письме, написанном 5 июля 1748 года Леонарду Эйлеру, М.В. Ломоносов таким образом сформулировал на русском языке «всеобщий закон природы»: «...все случающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему-либо нечто прибавить, то это отнимется от чего-то другого». Этим законом сохранения он подвёл итог более чем полутора тысячелетнему развитию физических представлений от Лукреция до Декарта о неуничтожимости материи и движения.

На этапе автоматизации физической и умственной деятельности человека англосаксонская ветвь мировой цивилизации проявила наибольшую активность, что отразилось в применении английского языка в проведении и публикации исследований. Этому способствовала и относительная простота английского языка, положенного в основу автоматизации информационных процессов.

Заимствование разработанных в англоязычной среде технологий существенным образом повлияло на язык их представления. Наряду с освоением новых понятий и их обозначений переводчики англоязычных текстов стали вводить англицизмы, подменяющие русскоязычные термины. Как результат этих подмен ухудшилась понятность

русскоязычных текстов. На неё также повлиял дословный перевод терминов, подменивший перевод заложенных в них мыслей. В связи с этим актуальным представляется рассмотрение современного языка научных публикаций. С точки зрения понимания слов естественного языка рассмотрим три проблемы: *связи, обозначения и перевода понятий*.

### **1. Системность естественного языка**

Слово ЕЯ обладает предметной отнесенностью и значением [1]. Функция отнесенности указывает или вызывает образ соотнесённого ему предмета или явления. Оно «удваивает» мир, отражая как внешние, так и внутренние образы. Предметная отнесенность, как функция отнесенности, отображает образ в слово-знак. Значение слова, как функция обобщения (отвлечения от конкретности), относит предмет к определенной категории (классу объектов) на основе выделения его существенных свойств.

Возможность отображения реальной и мнимой действительности словами позволяет считать естественный язык универсальной системой её знакового моделирования [2]. С точки зрения системологии универсальность естественного языка как системы знакового моделирования действительности означает, что он отражает все системные закономерности [3]. Укажем некоторые из них.

Закономерность историчности отражают времена глагола – настоящего, прошедшего и будущего. Она реализуется степенью общности слов – в широком и узком смысле. Для обозначения понятия в узком смысле применяются, как правило, специальные обозначения. Открытость языка, как системы, выражается через постоянное пополнение его словарного запаса. Закономерность целесообразности реализуется через ответы на вопросы «Зачем?», «Почему?». Закономерности целостности отвечает возможность подбора слов с конкретным (частным) значением для выражения мысли, не содержащейся в отдельных словах.

С точки зрения системологии наибольший интерес представляет связность элементов системы. Элементами лингвистической системы на разных уровнях её рассмотрения являются слова, предложения и тексты. На первых двух уровнях связность элементов регламентируется грамматическими правилами ЕЯ. Они играют роль правил вывода слов и предложений, чем отражают системность ЕЯ. Связность фрагментов текста определяется логикой изложения мыслей – от общего к частному, от причины к следствию или в обратном порядке.

В русском языке наиболее сложны правила словообразования (морфология) и словоизменения (по роду, лицу, числу, времени, падежу). Но по закону сохранения недостатки в одном могут компенсироваться пре-

имуществами в другом. Трудность изучения русского языка компенсируется связностью его слов как лексических единиц. Наличие большого количества словообразовательных гнезд облегчает понимание смысла слов [4].

Приведём примеры словообразования, показывающие преимущества русского языка над английским в преемственности смыслов. Слово *понятие* является производным от близкого по смыслу производящего слова *понять*: *поня(ть) → поня-ти-е* [4]. В английском языке цепочка вывода между словами *to understand* и *concept* отсутствует. Для определения этой связи требуется двукратное обращение к англо-русскому словарю. Для обыденного знания термин «понятие» не требует пояснения, поскольку органически выводится из общеизвестного слова «понять».

Другим примером словообразования является цепочка вывода: *знать → по-знать → по-знани[e]*. В слове *познание* приставка «по» имеет смысл *пополнения* знания. Такая привязка к слову «знание» позволяет понять смысл слова «познание» в отсутствие его определения. Для сравнения в английском языке грамматическая связь между соответствующими словами *knowledge* и *cognition* отсутствует. Вывод смысла слова *cognition* на основе базового понятия *knowledge* требует нахождения их смысла через определения. Для носителя русского языка связь между этими словами устанавливается через перевод: *knowledge → знание* и *cognition → познание*. Из связи *знание → познание* следует связь: *knowledge → cognition*. По числу стрелок – четыре против одной – в 4 раза увеличивается количество операций для установления связи *knowledge → cognition* при восприятии этих слов русскоязычным читателем.

Таким образом, используя прямой или обратный вывод, можно найти родственное слово, смысл которого известен за счёт его связи с обозначаемым образом. Как показано выше, трудоёмкость понимания смысла слова можно выразить через количество умозаключений .

## 2. Обозначение понятия

Свои научные достижения учёные формулируют, как правило, на родном языке, давая новым понятиям свои обозначения. В качестве примера приведём слово «спутник», закрепившее приоритет советских учёных в освоении космоса. Понятиям, существовавшим до их технической реализации, не требуется переименование. Так, например, слово «самолёт» появилось в русской народной сказке о ковре-самолёте. Обозначение «аэроплан» (*airplane*) летательного аппарата, сконструированного братьями Райт, не повлияло на его русскоязычное обозначение. Таким образом, термин фиксирует не только приоритет изобретения, но и приоритет его идеи. Одним из требований к выбору термина является предпочтение его национального происхождения [5].

Бурное развитие западной науки и технологий в конце XX-го века оказало влияние на русско-язычную научную терминологию, пополнив её большим количеством англицизмов. Но английское слово, лишённое контекста, имеет неоднозначную трактовку, что влечёт разное понимание терминов англоязычного происхождения носителями английского и русского языка.

Одним из примеров неоднозначной трактовки относится к популярному термину «искусственный интеллект» (ИИ). Во-многом, это связано с тем, что «интеллект» – понятие многофункциональное. Интеллект, или проще говоря, мыслительные функции, разделены на следующие виды: вербальный, логический, пространственный, физический, музыкальный, социальный, эмоциональный, духовный, творческий интеллект [6]. С другой стороны этот термин понимается по-разному носителями английского и русского языка. В русском языке интеллект имеет, в том числе, и духовную составляющую. В англосаксонском утилитарном восприятии согласно определению Д. Маккарти акцент делается на вычислительной составляющей интеллекта.

Действительно, отдельные умственные операции компьютер выполняет более эффективно, чем человек. Однако с точки зрения системного подхода выделить мыслительные функции даже не половина, а начало дела. В реальном мышлении они находятся в тесной взаимосвязи, индивидуальной для каждого человека. Например, речь человека без эмоциональной составляющей малоинформативна. Искусственное воспроизведение взаимосвязи составляющих интеллекта в реальном мышлении представляет собой сложнейшую задачу. Иначе говоря, искусственный мир не может быть тождественным миру человеческому.

Немаловажным фактором, относящимся к пониманию интеллекта, является его привязка к количественной измеримости с помощью некоторых показателей. Для упрощения понимания введены понятия слабого и сильного интеллекта. Реализация последнего и представляет собой системный подход к моделированию мышления.

Различие в понимании интеллекта как слабого и сильного влечёт разные следствия. В англоязычном понимании ИИ, как «слабого» интеллекта, он является лишь средством усиления мыслительной деятельности человека. «Сильный» интеллект в соответствии с русским пониманием предполагает наличие интуиции, эмоции, вдохновения, которые не присущи ни одному автомату, и, следовательно, не реализуемы, по крайней мере, в обозримом будущем. А это влечёт и разные программы исследования – ИИ как полноценный партнёр или как помощник. Второе понимание выделяет ведущую роль человека в

целесообразности и контроле действий автономных систем. Отсюда следует, в том числе, изучение социальных последствий взаимодействия «человек-техника». Таким образом, различная трактовка терминов не столь безобидна, как может показаться на первый взгляд.

На взгляд автора гораздо меньше претензий вызывал бы термин «искусственный разум». Разум от слова «разуметь» («размышлять») не имеет такой тесной привязки к измерению умственной деятельности, как слово «интеллект».

Однозначности и экономичности понимания термина способствует наличие его образного (правополушарного) представления. «Наукой убедительно доказано, что только совместная деятельность обоих полушарий даёт нам наиболее адекватное восприятие действительности, характеризует нормальную психику и обеспечивает наиболее продуктивное познание окружающего нас мира» [2, с. 132]. Именно образ предопределяет полноценное понимание слова, задействуя оба полушария человеческого мозга.

Утеря опоры на образы ухудшает понимание слов, поскольку фактически отключается правополушарное (образное) мышление. Между тем, авторитетный лингвист первой трети прошлого века Е.Д. Поливанов под известными понятиями понимал связь обозначающих их терминов «с отображённым в сознании миром». Такое отображение у русскоязычного человека отсутствует применительно к неизвестным иностранным словам. Например, термин «проактивное управление» воспринимается как противоположность «реактивному управлению» [7]. Но любое отрицание, как правило, неоднозначно. В наибольшей степени смысл термина «проактивное управление» передаёт русскоязычное словосочетание «упреждающее управление». Его образ представлен рисунком 1.

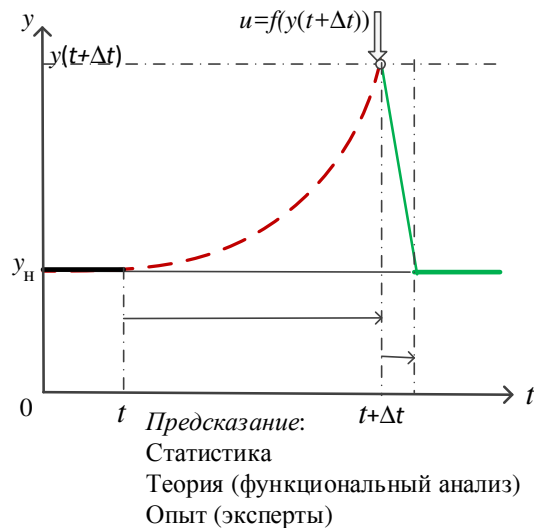


Рис. 1. Процесс формирования управляющего воздействия при упреждающем управлении

Графическое изображение понятия «упреждающее управление» обозначает заблаговременную выработку управляющего воздействия  $u = f(y(t + \Delta t))$  на основе прогнозирования будущего отклонения параметра от нормы.

## 2. Проблемы перевода понятия

Актуальной проблемой является качество перевода англоязычных работ на русский язык. Оно зависит не только от глубины знания переводчиком русского языка, но и от его знакомства с предметной областью и широты научного кругозора. Переводу подвергаются не слова, а мысли. Слова являются лишь знаками, отсылающими либо напрямую к обозначаемым образам, либо косвенно – через определения понятий словами с известными образами. Недаром передаваемый незнакомым словом смысл часто уточняют с помощью его изображения.

Если у переводчика отсутствует образ переводимой мысли, он прибегает к формальному переводу слов. Из двух способов перевода на русский язык переводчики англоязычных работ нередко предпочитают выбрать наиболее простой – переход от латиницы к кириллице. Примером такого перевода является «Онтология – эксплицитная спецификация концептуализации» [8]. В этом определении вообще нет ни одного русского слова, что потребовало обсуждения этого понятия [9]. Более того, русские слова стали заменять англоязычными синонимами: понятие – концептом (concept), шаблон – паттерном (pattern), содержимое – контентом (content) и пр.

Текстам с неумеренным количеством необязательных англицизмов подходит название *русский Инглиш*. Русский – потому, что его не поймёт иностранец (кириллица, произношение), а Инглиш – потому, что его не поймёт русский (отрыв от образа). Стиль «русский Инглиш» присущ многим статьям технологического направления в силу заимствования зарубежных технологий.

Чрезмерное применение англицизмов выглядит своего рода маскировкой передаваемого смысла. Трудно отделаться от мысли, что автор такого текста либо не может, либо не хочет изложить материал на доступном для понимания русскоязычного читателя языке. Хотя здесь нельзя исключить причину следования моде. Но, по существу, замена русских слов иностранными синонимами означает отрыв от национальных языковых корней в угоду наднациональному языку.

С точки зрения «нового слова в науке» оригинальные идеи на языке «русский Инглиш» не создать, поскольку их описание требует применения слов, выходящих за его пределы. А все прикладные исследования, так или иначе, связаны с реальной жизнью, которые носители разных языков понимают с разных точек зрения, находя для выражения мыслей наиболее близкие им по смыслу слова.

## **Заключение**

Системность русского языка следует из органичной связи его слов между собой и с их образным представлением. Иными словами, системность мира нашла своё наиболее полное отражение в русском языке. Этому способствовало и заимствование иностранных слов, обозначающих новые понятия, и их встраивание в русский язык. Указываемая в качестве его недостатков сложность грамматики оборачивается преимуществом с точки зрения детальности отражения смысла и взаимосвязи смыслов. Это особенность русского языка способствует лучшему пониманию окружающего мира и его описания.

В настоящее время качество научного русского языка вызывает озабоченность по причине неоправданного применения иностранных синонимов и их кириллизации. Теряется однозначность понимания, предъявляемая в качестве требования к научным текстам, и опора на образное представление слов. Более того, сужение словарного запаса носителя русского языка затрудняет порождение «нового слова в науке», что обрекает русскоязычные работы на вторичность.

Улучшение качества научных русскоязычных работ лежит на пути улучшения качества перевода иноязычных работ и большей востребованности русских слов в оригинальных работах. Для улучшения их понимания целесообразно разработать программу «АнтиИньЯз» по примеру программы «АнтиПлагиат». В курс системного анализа полезно ввести раздел «Терминология», в рамках которого студент мог бы овладеть навыками обозначения новых понятий.

## **Благодарности**

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились при финансовой поддержке гранта РФФИ № 19-08-00989 в рамках бюджетной темы № 0073–2019–0004.

## **Список литературы**

1. Котелова Н.З. Значение слова и его сочетаемость (к формализации в языкознании) / Н.З. Котелова. – Л.: Наука, 1975. – 164 с.
2. Полонников Р.И. Избранные труды в двух томах. Том 1. – СПб: "Анатолия". 2013. – 495 с.
3. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
4. Тихонов А.Н. Новый словообразовательный словарь русского языка для всех, кто хочет быть грамотным. – М.: АСТ: 2014. – 639 с.
5. Лотте Д.С. Основы построения научно-технической терминологии. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 160 с.
6. Психология и психиатрия. Интеллект. <https://psihomed.com/intellekt/> (Проверено 19.08.2021).
7. Охтилев М.Ю., Мустафин Н.Г., Миллер В.Е. [и др.] Концепция проактивного управления сложными объектами: теоретические и технологические основы // Изв. вузов. Приборостроение. 2014. – Т. 57, – № 11. – С. 7–15.
8. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб., Питер, 2000.
9. Микони С.В. Понятность онтологической модели как характеристика её качества // Онтология проектирования. 2021. – Т.11. – №1(39). – С. 20–34.



## Секция 2

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

**Председатель – Горелова Галина Викторовна,**

д-р экон. наук, профессор СПбПУ,  
заслуженный работник высшей школы РФ, член МАН ВШ

**Ученый секретарь – Широкова Светлана Владимировна**

канд. техн. наук, доцент СПбПУ, член-корр. МАНВШ

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-66

**Горелова Галина Викторовна,**

научный руководитель

Института управления и экономики  
Южного Федерального университета,  
доктор технических наук, профессор

### КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Россия, Таганрог, Институт управления в экономических, социальных и  
экологических системах Южного федерального университета,  
e-mail: gorelova-37@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены особенности и возможности когнитивного моделирования сложных систем. Показаны истоки возникновения этого направления имитационного моделирования сложных систем, его состояние на настоящий момент и возможное развитие в будущем. Приведена информация о применении разработанной методологии когнитивного моделирования сложных систем и соответствующей программной системы для многих объектов. Когнитивная методология многоэтапна, состоит из моделей и методов построения разных типов когнитивных моделей, анализа их свойств, сценарного моделирования для предвидения возможного будущего развития системы. Приведен пример когнитивного моделирования одного из вариантов регионального социально-экономического механизма. Рассмотрены перспективы дальнейшего развития когнитивного моделирования сложных систем.

**Ключевые слова:** сложные системы, когнитивное моделирование, имитация, свойства когнитивной модели, методы, развитие, применение, интеллектуальные системы.

*Galina V. Gorelova,*  
Scientific Director of the Institute  
of Management in Economic,  
Social and Ecological Systems  
of the Southern Federal University,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## COGNITIVE MODELING OF COMPLEX SYSTEMS, STATE AND PROSPECTS

Russia, Taganrog, Institute of Management in Economic, Social  
and Ecological Systems of the Southern Federal University,  
e-mail: gorelova-37@mail.ru

**Abstract.** The paper discusses the features and capabilities of cognitive modeling of complex systems. The origins of this direction of imitation modeling of complex systems, its current state and possible development in the future are shown. Information is provided on the application of the developed methodology of cognitive modeling of complex systems and the corresponding software system for many objects. The cognitive methodology is multi-stage, it consists of models and methods for constructing different types of cognitive models, analyzing their properties, scenario modeling to anticipate the possible future development of the system. An example of cognitive modeling of one of the variants of the regional socio-economic mechanism is given. The prospects for the further development of cognitive modeling of complex systems are considered.

**Keywords:** complex systems, cognitive modeling, imitation, properties of a cognitive model, methods, development, application, intelligent systems.

### **Введение**

Социальные, экономические, политические, экологические системы, социотехнические и т.п. системы относятся к классу сложных систем. Понимание таких систем, управление ими или адаптация к ним требуют серьезных научных исследований и организационных решений. Нежелательность или невозможность натурального эксперимента над такими системами требуют предварительного имитационного моделирования их структуры и поведения в целях недопущения необоснованных управленческих решений. Одним из направлений такого моделирования является когнитивное.

Когнитивное моделирование сложных систем, в том направлении и виде, в котором оно существует в настоящее время, начало развиваться с конца прошлого века на базе работ ИПУ РАН по названию «Когнитивный анализ и управление ситуациями» (Н.А. Абрамова, Авдеева З.К., Коврига С.В., Кулинич А.А., Кульба В.В., Кононов Д.А., Ковалевский С.С., Косяченко С.А., Кочкаров А.А., Кузнецов О.П., Максимов В.И., Макаренко Д.И. Новиков Д.А., Нижегородцев Р.М., Рабинович В.М.,

Райков А.Н., Салпагаров М.Б., Трахтенгерц Э.А., Чернов И.В. и др.) [1–4, 34–40], и далее трудами сотрудников Таганрогского радиотехнического университета (ныне подразделение ЮФУ) и других вузов и организаций по названию: «Когнитивное моделирование сложных систем» (Борисова Д.В., Горелова Г.В., Гинис Л.А., Джаримов Н.Х., Захарова Е.Н., Кацко И.А., Каурова О.В., Катаева Т.С., Колоденкова А.Е., Калининко А.И., Лесничая М.А., Матвеева Л.Г., Масленникова А.В., Макарова Е., Мельник Э.В., Никитаева А.Ю., Панкратова Н.Д., Розин М.Д., Рябцев В.Н., Ракитина М.С., Суций С.Я. и др.) [5–30, 32, 33, 42–47, 55–63]. В настоящее время в Институте управления экономическими, социальными и экологическими системами ЮФУ возникла и существует научная школа под тем же названием «Когнитивное моделирование сложных систем». С начала 2000-х годов в этом направлении выполнено и выполняется большое количество научно-исследовательских и прикладных работ по грантам РФФИ, РГНФ, а также хоздоговорных и инициативных работ. Имеется большое количество публикаций: монографий (15) [5–10, 26, 32, 33, 46, 47], статей в российских и зарубежных журналах (более 100), выступлений на всероссийских и зарубежных конференциях с личным участием (ежегодно не менее 10–12). По итогам исследований различных сложных социально-экономических систем защищены с 2003 года докторские (9) и кандидатские диссертации (более 45). Результаты исследований применяются в соответствующих учебных курсах, издан ряд учебников, посвященных когнитивному моделированию или содержащих разделы по когнитивному моделированию сложных систем, например, [26, 41].

Среди проведенных и проводимых исследований сложных систем можно отметить следующие: региональные социально-экономические системы [5, 8, 16, 17, 26, 31, 32, 33, 46, 47] (ЮФО: Ростовская область, Краснодарский край, Адыгея, Дагестан, Карачаево-Черкессия, республика Калмыкия), Пермский край, Чусовской район; региональные социально-экономические подсистемы (межрегиональный экономический обмен, система образования, система здравоохранения, рынок труда, малый и средний бизнес, сфера туризма, промышленные предприятия, металлоторговля, подземное градостроительство и др.) [5, 9, 16, 23, 24, 33, 45, 47, 55, 57, 59, 61, 62]. Исследовались процессы адаптации народов Юга России к трансформационным изменениям [18]. Исследовались и исследуются геополитические системы (зона Черноморье-Кавказ-Каспий, Юг России в системе сопредельных государств) [10, 19], экологические системы (водная экосистема азово-Черноморского региона, водное хозяйство) и др. природные системы [20].

Применение и развитие когнитивного моделирования сложных систем в большой степени обусловлено их особенностями и свойствами. Для сложных систем разного вида характерным является размер («большие системы»), сложное поведение, функционирование в условиях неопределенности разного рода, недостаточность информации и ее разнообразность, подчиненность общим закономерностям существования и развития систем, что в совокупности порождает слабоструктурированность их проблем [1, 2, 39], а также необходимость учета как количественных, так и качественных факторов системы, учет влияния изменений внутренней и внешней среды сложной системы и др. В исследованиях сложных систем должны использоваться системный и междисциплинарный подходы. Когнитивные модели различной сложности (математически наиболее «простыми» являются когнитивные карты – это знаковый ориентированный граф, более сложными – векторные параметрические функциональные графы [36]) позволяют учитывать все эти особенности в процессе когнитивного моделирования.

Заметим, когнитивное моделирование сложных систем относится к классу имитационного моделирования, позволяет имитировать структуру (когнитивная модель) и поведение объекта (сценарии возможного развития).

Следует добавить, что представление математической модели сложной системы – модели так называемой многокомпонентной системы в виде ориентированного графа – использовалось с середины 20-го века. Особенностью модели многокомпонентной системы является то, что с помощью ориентированных графов удастся объединить в ней различные социальные, экономические, экологические и др. показатели. Часть этих показателей может иметь статистическую базу, часть может оцениваться количественно, часть – качественно. Рассмотрение таких моделей с позиций теории познания (когнитивистики, когнитивных наук, начавших развиваться с 1950 годов) акцентирует внимание на возможности этих моделей не только использовать имеющиеся знания, но и порождать новые знания о сложной (многокомпонентной) системе, описывая и объясняя ее. Термин «когнитивная карта», как известно, был введен Э.Ч. Толменом, использованном далее в когнитивной психологии (Ульрик Найссер, Джером Брунер, Дж. Келли, Тони Бьюзен, Джорж Миллер, Р. Солсо и др.) и других когнитивных науках первоначально, чтобы описать и представить обстановку, которая сложилась в ходе жизненного опыта человека или животного.

В процессе развития моделей и методов когнитивного моделирования сложных систем, накопления опыта моделирования была разработана методология когнитивного исследования, включающая и соответст-

вующее программное обеспечение [28, 30, 42–44]. Теоретической и математической базой для этого послужили, в том числе, ранние работы [48–54, 64, 65], а также общая теория систем, системный анализ, теория графов, теория устойчивости, математическая статистика и др.

В настоящее время когнитивное моделирование сложных систем позиционируется как одна из составляющих когнитивных наук, а именно искусственный интеллект, интеллектуальные системы [21, 22], которое предназначено, в том числе, для применения в киберфизических системах [13] и относится к классу современных НБИК (Нано-Био-Информационно-Когнитивные) технологий.

### 1. О содержании когнитивного моделирования сложных систем.

Основное содержание когнитивного моделирования сложных систем в своем развитии неоднократно было представлено в авторских статьях и монографиях. В данной статье представим его на одном из конкретных примеров – когнитивном моделировании системы регионального социально-экономического механизма.

Когнитивное моделирование сложных систем в общем случае является многоэтапным циклическим процессом. Основные этапы: первый – разработка когнитивной модели на основании теоретических знаний, статистической и экспертной информации, практических исследований; второй – исследование свойств когнитивной модели (структуры, путей и циклов, устойчивости, чувствительности, сложности, связности и др.); третий этап – моделирование сценариев, как научное предвидение процессов возможного развития ситуаций в системе; четвертый – разработка и принятие необходимых управленческих и организационных решений, оценка их последствий.

В когнитивном моделировании сложных систем часто используются модели типа (1), (2), (3), (4).

$$IG = \langle G_k, G_{k+1}, E_k \rangle, \quad k = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

где  $IG$  – иерархическая когнитивная карта, в которой

$$\begin{aligned} G_k &= \langle V, E \rangle_k; \\ V &= \{V_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad E = \{e_{i,j}\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (2)$$

где  $G_k$  – когнитивная карта  $k$ -уровня,  $V$  и  $E$  соответственно множества вершин и дуг когнитивной карты. Дуги когнитивной карты отображают причинно-следственные связи системы.

В случае необходимости и возможности построения более сложной модели используется параметрический векторный функциональный граф

$$\Phi_{II} = \langle G = \langle V, E \rangle, X^{(V)}, F, \theta \rangle. \quad (3)$$

в котором  $X^{(V)}$  – параметры вершин,  $F = f(x_i, x_j, e_{ij}) = f_{ij}$  – функциональная зависимость между вершинами  $V_i, V_j$ , которая может быть определена только весовым коэффициентом  $\omega_{ij}$ .

Помимо четких моделей типа (1), (2), (3) в когнитивном моделировании могут быть использованы [52, 65] нечеткие когнитивные модели

$$\begin{aligned} \tilde{G} &= \langle V, \tilde{U} \rangle, \\ \tilde{U} &= \left\{ \left\langle \mu_U \langle v_i, v_j \rangle / \langle v_i, v_j \rangle \right\rangle \right\}, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $\tilde{U}$  – нечеткое множество дуг, а  $\mu_k \langle v_i, v_j \rangle$  – степень принадлежности дуги  $\langle v_i, v_j \rangle \in V^2$  нечеткому множеству дуг.

Будем принимать во внимание тот факт, что когнитивная карта (модель) сложной системы, являясь плодом творческих поисков исследователя (эксперта) / группы исследователей (экспертов), отображает его / их структуру знаний в исследуемой предметной области на момент исследования, преломленных через их сознание и отражая их процесс познания мира сложной системы. Т. е. любая когнитивная модель в большей или меньшей степени субъективна, как бы ни хотелось избежать этой субъективности. Не будем в данном случае погружаться в серьезную философскую проблему объективного и субъективного, смирится с неизбежностью этого факта для когнитивных моделей, впрочем, как и для других типов имитационных моделей сложных систем. Но чтобы в определенной степени убедиться в не противоречии модели реальной сложной системе, теоретическим и практическим представлениям о ней (термин «адекватность» в строгом смысле, с нашей точки зрения, не очень подходит к когнитивным моделям), в методологии когнитивного моделирования сложных систем предусмотрены инструменты анализа свойств модели, на основании которых можно модель принять, отклонить, корректировать или видоизменить в желаемом направлении.

## 2. Пример когнитивного моделирования.

### Этап 1. Разработка когнитивной модели.

В основу когнитивной модели региональной социально-экономической системы (рис.1) была положена схема регионального экономического механизма академика Гранберга [31] и ряд моделей системной динамики [16, 17]. В ряде задач когнитивного моделирования региональных механизмов использовались варианты такой модели, адаптированные к определенным условиям региона.

Данная модель является иерархической функциональной когнитивной картой (1), в которой к верхнему уровню относятся вершины, выделенные на рис.1 рамкой, и как пример, обозначен ряд функциональных зависимостей на дугах ( $f2(3)2$ ,  $f2(4)2$ ,  $f2(5)2$ ).

На рис.1 сплошными линиями обозначены положительные дуги (+1), т.е такие, когда положительные/ отрицательные изменения в вершине  $V_i$  приводят, соответственно, к положительным/ отрицательным изменениям в вершине  $V_j$ ; пунктирными линиями обозначены отрицательные дуги (-1), когда положительные / отрицательные изменения в вершине  $V_i$  приводят, соответственно, к отрицательным / положительным изменениям в вершине  $V_j$ . Таким образом, когнитивная карта  $G = \langle V, E \rangle$  является ориентированным знаковым графом.

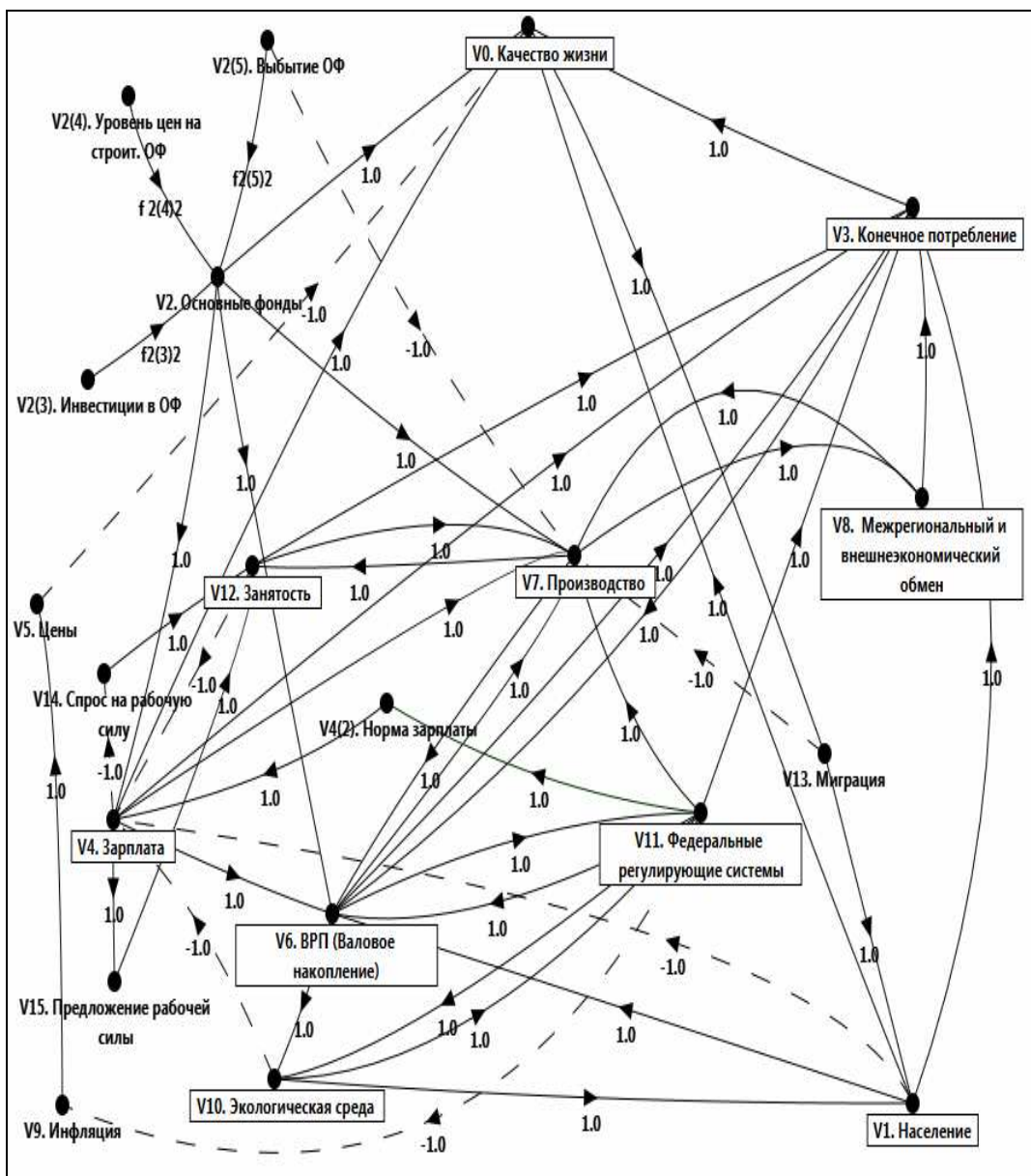


Рис.1. Когнитивная карта  $G$  «Региональный социально-экономический механизм»

Когнитивная карта построена с помощью программной системы CMSS [42], которая используется также в дальнейшем когнитивном моделировании.

Графу  $G$  когнитивной карты соответствует матрица смежности  $R_G$ , фрагмент которой изображен на рис. 2.

Матрица смежности														
- Зави... Вход	V0	V11	V7	V8	V12	V4	V6	V3	V1	V10	V2	V5	V9	V20
V0	X													
V11		X	1.0				1.0	1.0		1.0				-1.0
V7			X	1.0	1.0		1.0							
V8			1.0	X				1.0						
V12			1.0		X	-1.0		1.0						
V4	1.0		1.0			X	1.0	1.0						
V6		1.0	1.0				X	1.0		1.0				
V3	1.0						1.0	X						
V1	1.0					-1.0	1.0	1.0	X					

Рис.2. Фрагмент матрицы смежности  $R_G$

Матрица  $R_G$  является основой последующих вычислительных экспериментов.

## Этап 2. Анализ когнитивной карты.

### 2.1. Анализ вершин когнитивной карты $G$ .

На рис.3 приведены результаты исследования степеней вершин графа  $G$ .

Как видно из рис.3, наибольшей степенью обладают вершины  $V_7$ . Производство ( $p = 11$ ),  $V_4$ .Зарплата ( $p = 11$ ) и  $V_6$ .ВРП ( $p = 10$ ). Эти вершины имеют наибольшее число входов и выходов (полустепени вершин), что может определять важность их для поведения системы в целом.



Характеристики графа			
Вершин: 20. Дуг: 49.			
Вершина	p	p+	p-
V0. Качество жизни	6	5	1
V11. Федеральные регулирующие системы	8	2	6
<b>V7. Производство</b>	<b>11</b>	8	3
V8. Межрегиональный и внешнеэкономический обмен	3	1	2
V12. Занятость	6	3	3
V4. Зарплата	11	5	6
V6. ВРП (Валовое накопление)	10	6	4
V3. Конечное потребление	8	6	2
V1. Население	6	2	4
V10. Экологическая среда	5	2	3
V2. Основные фонды	7	3	4
V5. Цены	2	1	1
<b>Макс: p = 11: V7. Производство</b>			
Вход (ч.дыра): 0			
<b>Выход (звезда): 3</b>			
		Экспорт данных	Заккрыть

Рис.3 Исследование вершин графа G

2.2. *Анализ циклов когнитивной карты, определение структурной устойчивости.* Сложным системам присуща важная особенность – наличие в них контуров обратной связи, которые должны отображаться в когнитивных моделях. Выделение циклов (контуров) когнитивной карты и их анализ дает возможность, рассматривая и интерпретируя замкнутые причинно-следственные циклы, проверить не противоречит ли они и когнитивная модель в целом знаниям и представлениям о реальной системе, позволяет сделать заключение о структурной устойчивости или не устойчивости модели. Для этого определяются циклы положительной и отрицательной обратной связи и их количественное соотношение в модели. Циклы, которые усиливают тенденцию к отклонению от начального состояния, называют циклами положительной обратной связи (их признак – отсутствие или четное число отрицательных дуг). Циклы, которые подавляют тенденцию к отклонению от начального состояния, называют циклами отрицательной обратной связи (их признак – присутствие нечетного числа отрицательных дуг). Наличие в системе многих циклов, усиливающих отклонения, предполагает ее неустойчивость, но, в то же время, наличие многих циклов, противодействующих отклоне-

нию, также может приводить к неустойчивости, но другого вида – в форме колебаний с увеличивающейся амплитудой. Если колебания показателей затухают и система приходит в определенное состояние, то можно говорить об устойчивости системы. Следует различать устойчивость системы к возмущениям и по начальному значению, а также структурную устойчивость (теория устойчивости) [7, 33, 51].

Структурно устойчивой системой считается система, в которой наблюдается нечетное число отрицательных циклов [7, 33].

На рис.4, рис.5 представлены результаты анализа циклов когнитивной карты  $G$ .

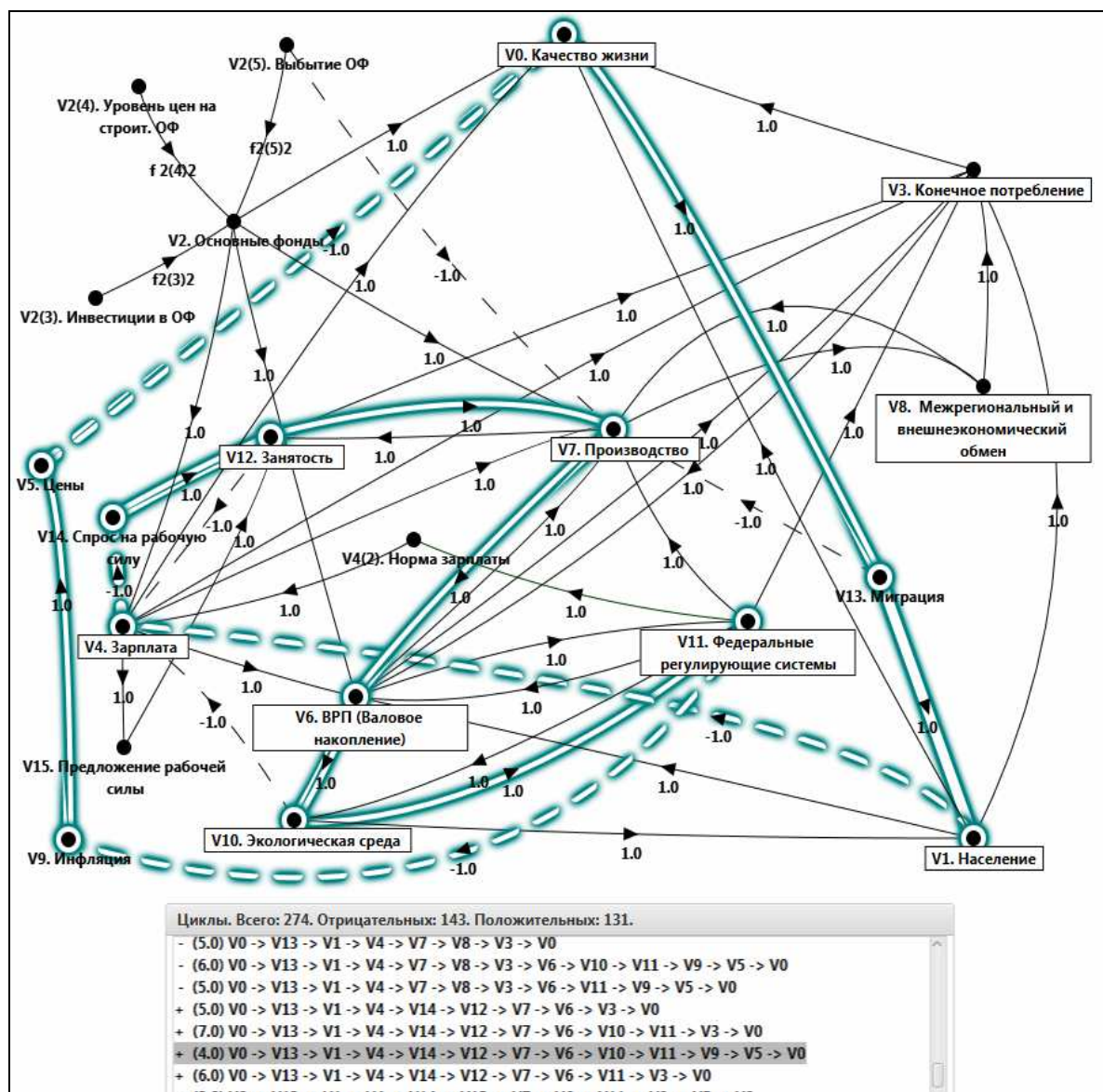


Рис.4. Анализ циклов когнитивной карты  $G$ , выделение одного из 131 положительных циклов

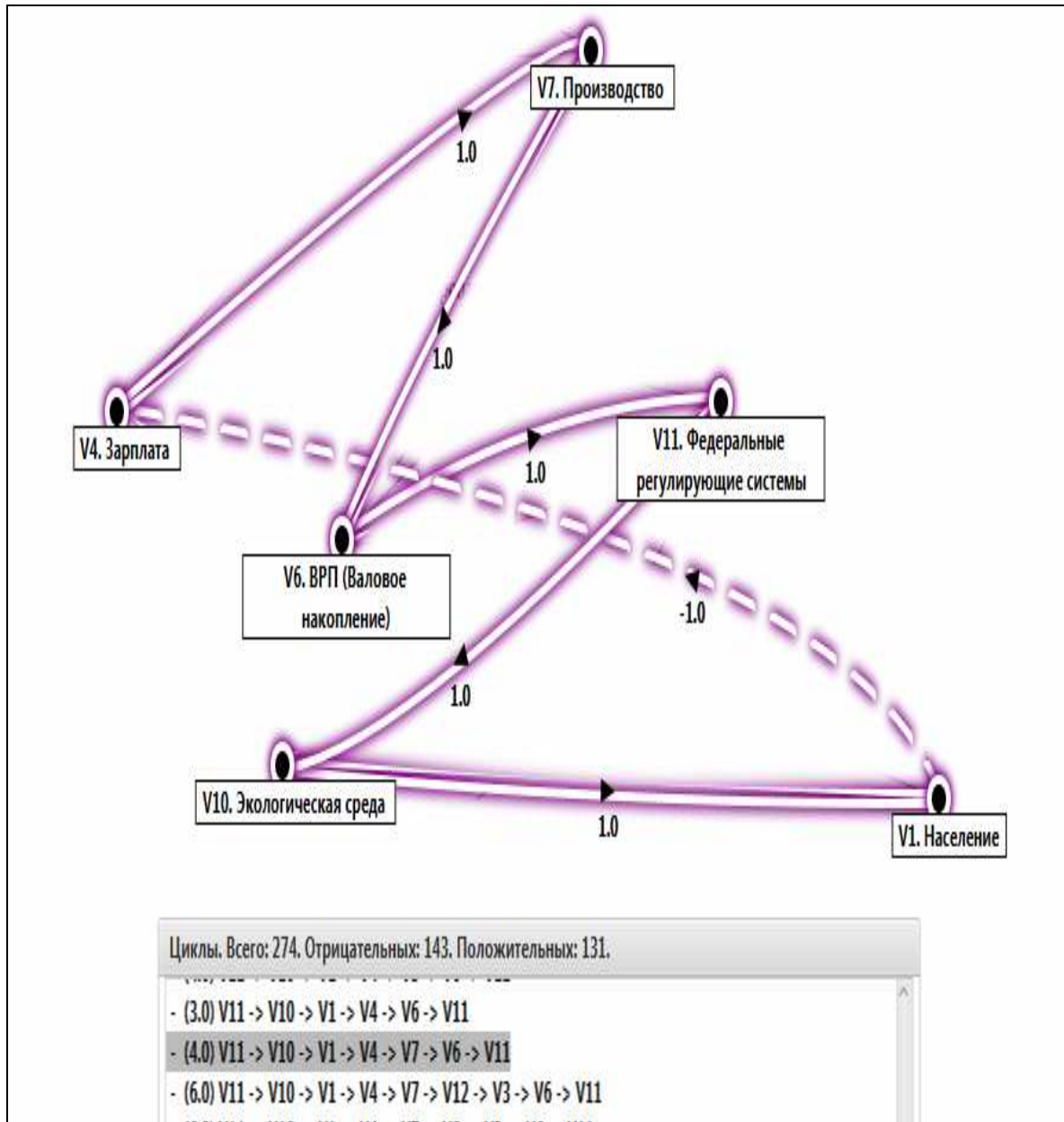


Рис.5. Анализ циклов когнитивной карты  $G$ , выделение одного из 143 отрицательных циклов

Когнитивная карта  $G$  является структурно устойчивой, поскольку среди ее 276 циклов имеется нечетное число (143) отрицательных циклов.

2.3. Анализ устойчивости к возмущениям. Для анализа устойчивости модели к возмущениям необходимо составить и решить характеристическое уравнение матрицы смежности  $R_G$ . На рис.6 приведены результаты такого расчета.

Собственные числа			
#	Действительная часть	Комплексная часть	Модуль (2.3462)
0	2.3462	0.0	2.3462
1	-1.9865	0.0	1.9865
2	1.3659	0.0	1.3659
3	0.7426	0.595	0.7426
4	0.7426	-0.595	0.7426
5	-0.4466	1.0641	1.0641
6	-0.4466	-1.0641	1.0641
7	-0.7935	0.4886	0.7935
8	-0.7935	-0.4886	0.7935
9	-1.0	0.0	1.0
10	0.5448	0.0	0.5448
11	-0.2753	0.0	0.2753
12	0.0	0.0	0.0

Рис.6. Расчет собственных чисел матрицы смежности  $R_G$ .

Система не устойчива в возмущениях, согласно критерию [51,64]  $|M| < 1$ , т.к.  $|M| = 2,34 > 1$ .

*2.4. Симплициальный анализ связности системы.* Само понятие «система» означает наличие некоторых элементов, находящихся в отношениях друг с другом, связанности их в определенную структуру, с исчезновением структурной связности система исчезает. В настоящее время математическое описание задачи анализа связности удачнее всего получается на языке теории графов и алгебраической топологии. Представление системы в виде графа позволяет изучать ситуации, когда  $i$ -я компонента (элемент, подсистема) влияет на  $j$ -ю и на другие компоненты по цепочкам связи. Можно учесть силу связности, сопоставив каждой дуге некоторое число – вес  $\omega_{ij}$ .

В теории графов существуют методы исследования связности графа. В теории алгебраической топологии разработаны метод  $\alpha$ -анализа (по имени его автора, Atkin R. H.)  $q$ -связности (цепочек связи) симплексов и построения симплициальных комплексов [49, 50, 51]. Приложение топологического анализа связности к исследованию социальных, биологических, экономическим и др. сложным системам показало свою эффективность.

Рис. 7 иллюстрирует результат симплициального анализа когнитивной карты  $G$ .

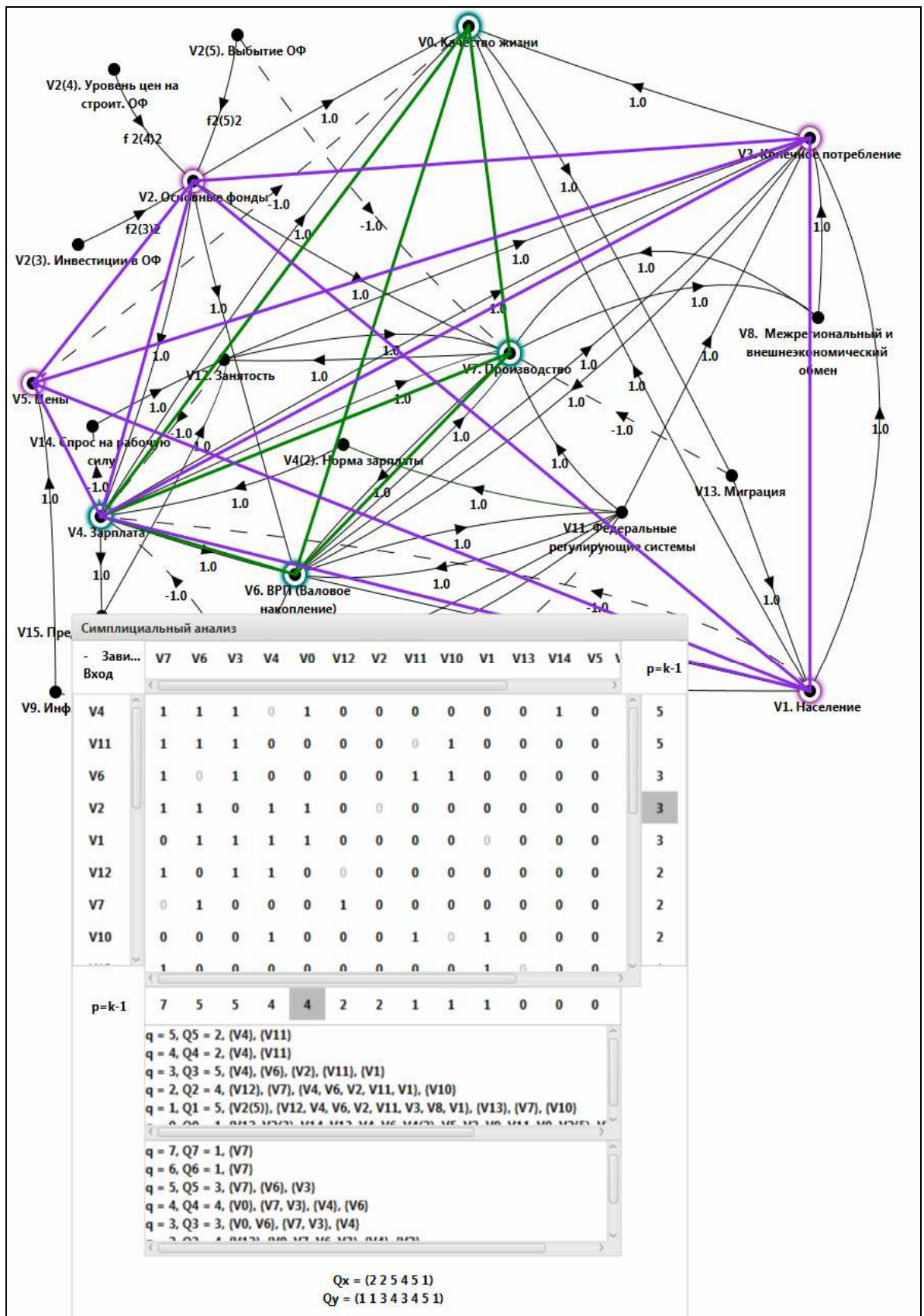


Рис.7. Симплициальный анализ q- связности когнитивной карты G

На рисунке выделен один из симплексов строк матрицы («входы» системы) смежности  $R_G$  – симплекс  $\sigma_3^{(V2)}$ , размерностью  $p = 3$  (тетраэдр), образованный вершиной  $V2$  (Основные фонды). В данном случае вершина  $V2$  есть «причина» того, что между собой оказываются связанными вершины  $V0$  (Качество жизни),  $V4$  (Зарплата),  $V6$  (ВВП),  $V7$  (Производство).

На рис. 7 выделен также один из симплексов столбцов  $R_G$  («выходы» системы)  $\sigma_4^{(V0)}$ , образованный вершиной  $V0$  (Качество жизни). Эта вершина есть причина того, что вершины  $V1$  (Население),  $V2$  (Основные фонды),  $V3$  (Конечное потребление),  $V4$  (зарплата),  $V5$  (Цены) оказываются связанными, образуют блок (симплекс).

Цепочки  $q$ -связности образуют симплицальные комплексы  $Q_x$  и  $Q_y$  по входам и выходам системы соответственно (см. рис.7).

### Этап 3. Моделирование сценариев.

Объект моделирования – сложную систему - можно рассматривать как совокупность взаимодействующих между собой динамических процессов, протекающих в реальном времени. В импульсных процессах, моделирующих процессы развития ситуаций на когнитивной модели также должно присутствовать время, но при моделировании разными типами графов это время может не иметь смысла времени, а отражать только последовательность изменений состояний [35, 51]. Это имеет место для знаковых орграфов (когнитивной карты) и знаковых взвешенных орграфов. Поэтому в дальнейшем результаты моделирования процессов будут представлены по тактам (шагам) моделирования. Моделирование на функциональных графах – формула (3) может быть выражено во времени.

Импульсному моделированию должна присутствовать разработка плана эксперимента, определяющего в какие вершины или их совокупность будут вноситься инициирующие начало процессов воздействия (импульсы). Программная система CMSS позволяет вносить возмущения в одну, две и более вершин одновременно или на определенных тактах моделирования.

Приведем результаты моделирования по двум сценариям.

*Сценарий №1.* Предположим, что в системе начинает развиваться производство, импульс  $q_7 = +1$  вносится в вершину  $V7$ ; вектор возмущений  $Q = \{q_1=0; \dots q_7 = +1; \dots q_{15} = 0\}$ .

Результаты импульсного моделирования представлены в табл.1 и на рис.8 и рис.9.

Таблица 1

## Импульсные процессы, Сценарий №1 на G

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
V0. Качество жизни	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	13.0	21.0	77.0	138.0	429.0	825.0	2331.0	4736.0	12640.0	26713.0
V11. Федеральные регулирующие системы	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	9.0	17.0	54.0	108.0	302.0	628.0	1657.0	3555.0	9045.0	19884.0	49393.0
V7. Производство	0.0	1.0	1.0	4.0	4.0	16.0	18.0	72.0	97.0	352.0	553.0	1804.0	3176.0	9481.0	18118.0	50574.0
V8. Межрегиональный и внешнеэкономический обмен	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	4.0	16.0	18.0	72.0	97.0	352.0	553.0	1804.0	3176.0	9481.0	18118.0
V12. Занятость	0.0	0.0	1.0	1.0	4.0	4.0	16.0	18.0	72.0	97.0	352.0	553.0	1804.0	3176.0	9481.0	18118.0
V4. Зарплата	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-6.0	-13.0	-35.0	-74.0	-193.0	-420.0	-1057.0	-2348.0	-5788.0	-13046.0	-31696.0
V6. ВРП (Валовое накопление)	0.0	0.0	1.0	1.0	7.0	8.0	37.0	54.0	194.0	326.0	1029.0	1898.0	5490.0	10839.0	29509.0	61160.0
V3. Конечное потребление	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	16.0	21.0	84.0	128.0	439.0	758.0	2320.0	4370.0	12391.0	24828.0	66685.0
V1. Население	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	11.0	19.0	67.0	129.0	379.0	766.0	2086.0	4380.0	11376.0	24620.0
V10. Экологическая среда	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	9.0	17.0	54.0	108.0	302.0	628.0	1657.0	3555.0	9045.0	19884.0	49393.0
V2. Основные фонды	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V5. Цены	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-9.0	-17.0	-54.0	-108.0	-302.0	-628.0	-1657.0	-3555.0	-9045.0
V9. Инфляция	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-9.0	-17.0	-54.0	-108.0	-302.0	-628.0	-1657.0	-3555.0	-9045.0	-19884.0
V2(3). Инвестиции в ОФ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V2(4). Уровень цен на строит. ОФ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V2(5). Выбытие ОФ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V4(2). Норма зарплаты	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	9.0	17.0	54.0	108.0	302.0	628.0	1657.0	3555.0	9045.0	19884.0
V13. Миграция	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	13.0	21.0	77.0	138.0	429.0	825.0	2331.0	4736.0	12640.0
V14. Спрос на рабочую силу	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	6.0	13.0	35.0	74.0	193.0	420.0	1057.0	2348.0	5788.0	13046.0
V15. Предложение рабочей силы	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-6.0	-13.0	-35.0	-74.0	-193.0	-420.0	-1057.0	-2348.0	-5788.0	-13046.0

По данным таблицы 1 построены графики импульсных процессов и гистограмма численных значений импульсов на 6 шаге моделирования в обозначенных на рис. 8 вершинах.

По данным табл. 1 и рис. 8 видны тенденции развития процессов в системе в заданных сценарием условиях. Тенденции развития можно считать положительными: значения показателей во всех вершинах растут, цены – падают.

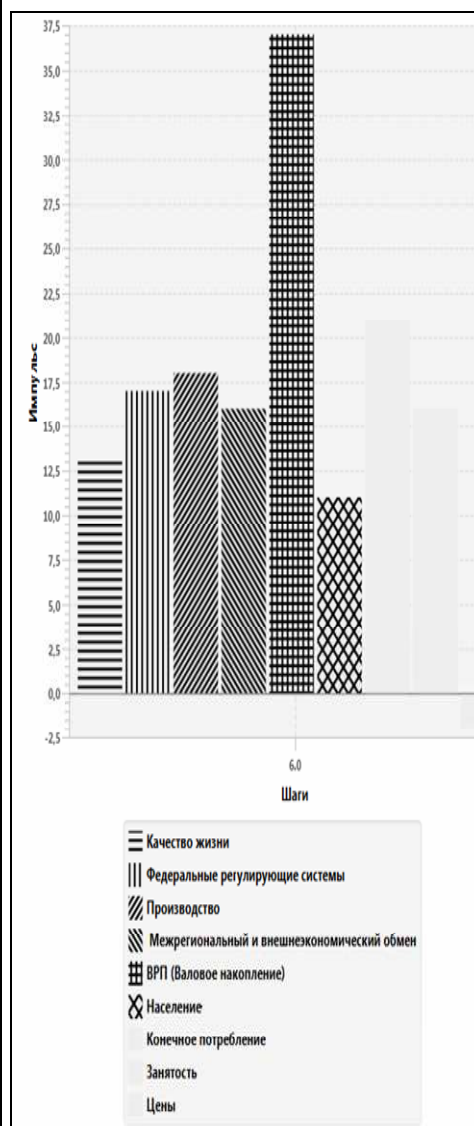
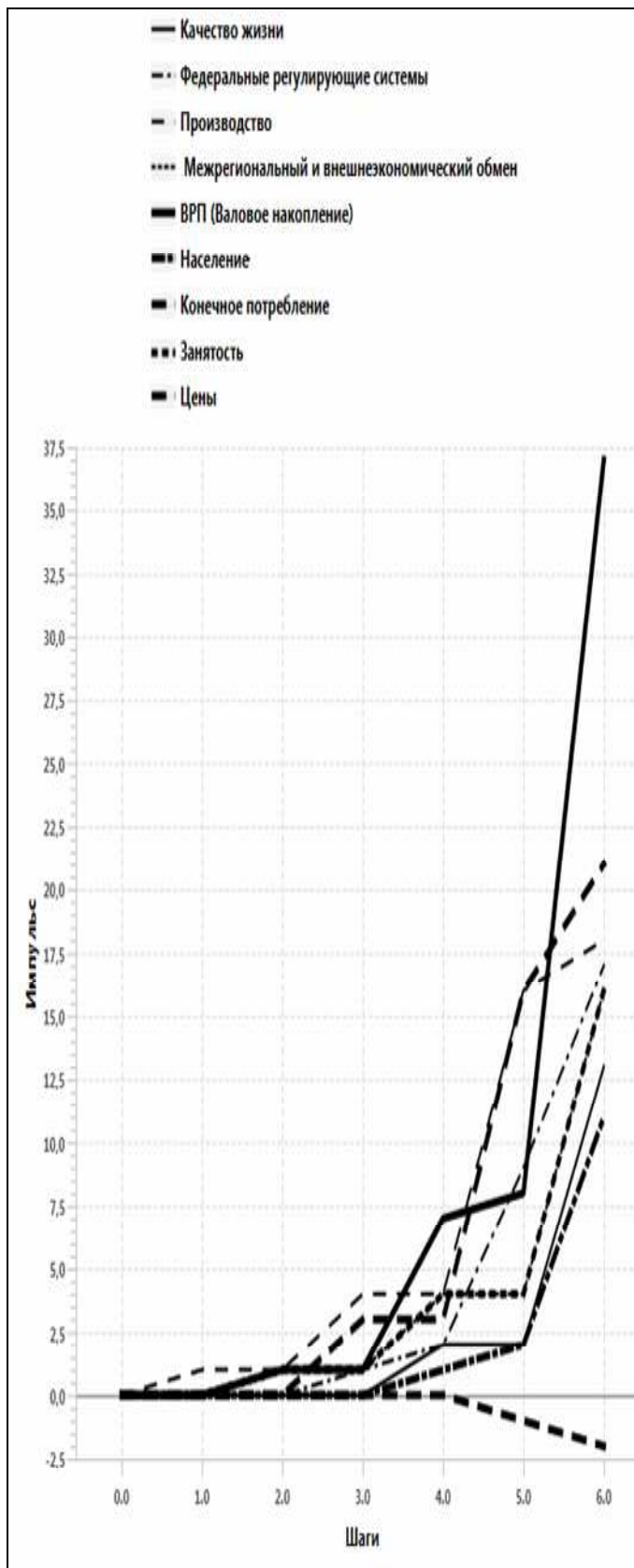


Рис.8. Графики импульсных процессов на когнитивной карте G, Сценарий №1



*Сценарий №2.* Предположим, что в системе производство падает, инфляция растет, население уменьшается, всему тому пытаются противодействовать Федеральные органы: в вершину V7 вносится импульс  $q_7 = -1$ ; в вершину V1 вносится импульс  $q_1 = -1$ ; в вершину V9 вносится импульс  $q_9 = +1$ ; в вершину V11 вносится импульс  $q_{11} = +1$ ; вектор возмущений  $Q = \{q_1 = -1; \dots q_7 = -1; \dots q_9 = +1; \dots q_{11} = +1; \dots q_{15} = 0\}$ .

Результаты импульсного моделирования представлены в табл. 2 и на рис. 9, рис. 10.

Таблица 2

**Импульсные процессы, Сценарий №2 на G**

Шаг Вершина	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
V0. Качество жизни	0.0	0.0	-1.0	-1.0	0.0	3.0	-1.0	20.0	10.0	95.0	87.0	497.0	595.0	2553.0	3745.0	13292.0
V11. Федеральные регулирующие системы	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	11.0	11.0	62.0	82.0	326.0	511.0	1724.0	3017.0	9148.0	17398.0
V7. Производство	0.0	-1.0	0.0	-2.0	4.0	-2.0	21.0	-1.0	97.0	25.0	451.0	267.0	2179.0	1997.0	10834.0	13146.0
V8. Межрегиональный и внешнеэкономический обмен	0.0	0.0	-1.0	0.0	-2.0	4.0	-2.0	21.0	-1.0	97.0	25.0	451.0	267.0	2179.0	1997.0	10834.0
V12. Занятость	0.0	0.0	-1.0	0.0	-2.0	4.0	-2.0	21.0	-1.0	97.0	25.0	451.0	267.0	2179.0	1997.0	10834.0
V4. Зарплата	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	3.0	-3.0	-7.0	-33.0	-58.0	-197.0	-359.0	-1055.0	-2076.0	-5691.0	-11738.0
V6. ВРП (Валовое накопление)	0.0	0.0	-1.0	1.0	-1.0	9.0	-1.0	51.0	19.0	244.0	184.0	1213.0	1292.0	6131.0	8249.0	31551.0
V3. Конечное потребление	0.0	0.0	0.0	-2.0	4.0	-4.0	22.0	3.0	110.0	54.0	543.0	453.0	2687.0	3091.0	13650.0	19310.0
V1. Население	0.0	-1.0	-1.0	0.0	-2.0	0.0	0.0	13.0	8.0	81.0	90.0	420.0	596.0	2220.0	3610.0	11700.0
V10. Экологическая среда	0.0	0.0	1.0	0.0	2.0	1.0	11.0	10.0	62.0	81.0	326.0	510.0	1724.0	3016.0	9148.0	17397.0
V2. Основные фонды	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V5. Цены	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-10.0	-10.0	-61.0	-81.0	-325.0	-510.0	-1723.0	-3016.0
V9. Инфляция	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-10.0	-10.0	-61.0	-81.0	-325.0	-510.0	-1723.0	-3016.0	-9147.0
V2(3). Инвестиции в ОФ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V2(4). Уровень цен на строит. ОФ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V2(5). Выбытие ОФ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
V4(2). Норма зарплаты	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	11.0	11.0	62.0	82.0	326.0	511.0	1724.0	3017.0	9148.0
V13. Миграция	0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	0.0	3.0	-1.0	20.0	10.0	95.0	87.0	497.0	595.0	2553.0	3745.0
V14. Спрос на рабочую силу	0.0	0.0	0.0	-1.0	-2.0	-1.0	-3.0	3.0	7.0	33.0	58.0	197.0	359.0	1055.0	2076.0	5691.0
V15. Предложение рабочей силы	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	1.0	3.0	-3.0	-7.0	-33.0	-58.0	-197.0	-359.0	-1055.0	-2076.0	-5691.0

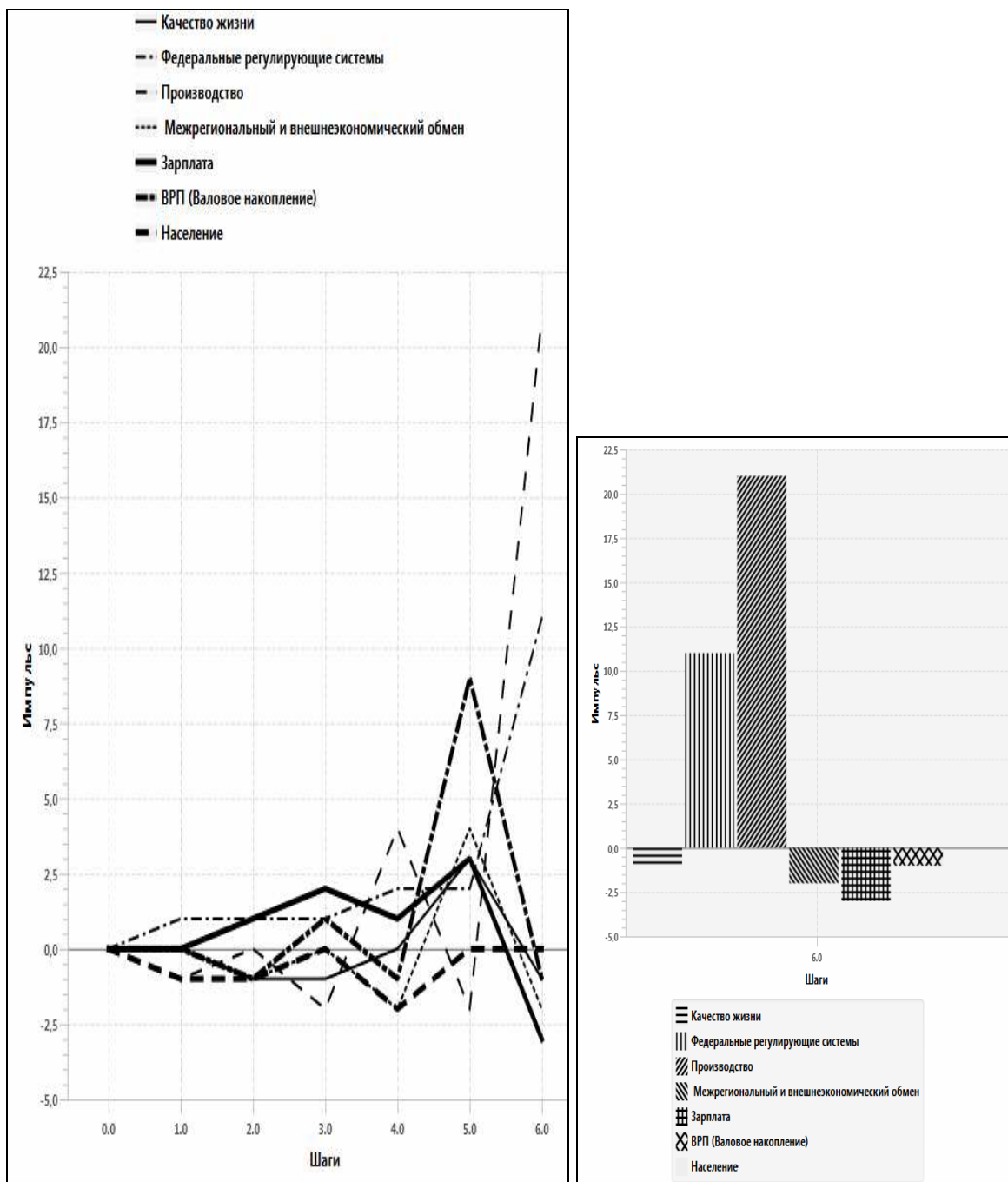


Рис.9. Графики импульсных процессов на когнитивной карте G, 6 шагов моделирования, Сценарий №2

Как видно по результатам моделирования Сценария №2, в начале процессов наблюдается колебательный процесс (рис. 9), но далее тенденции развития ситуаций улучшаются, показатели растут (рис. 10). Т.е. усилия федеральных органов могут начать противодействовать возникшим негативным тенденциям в системе из-за падения производства, роста инфляции и уменьшения населения.

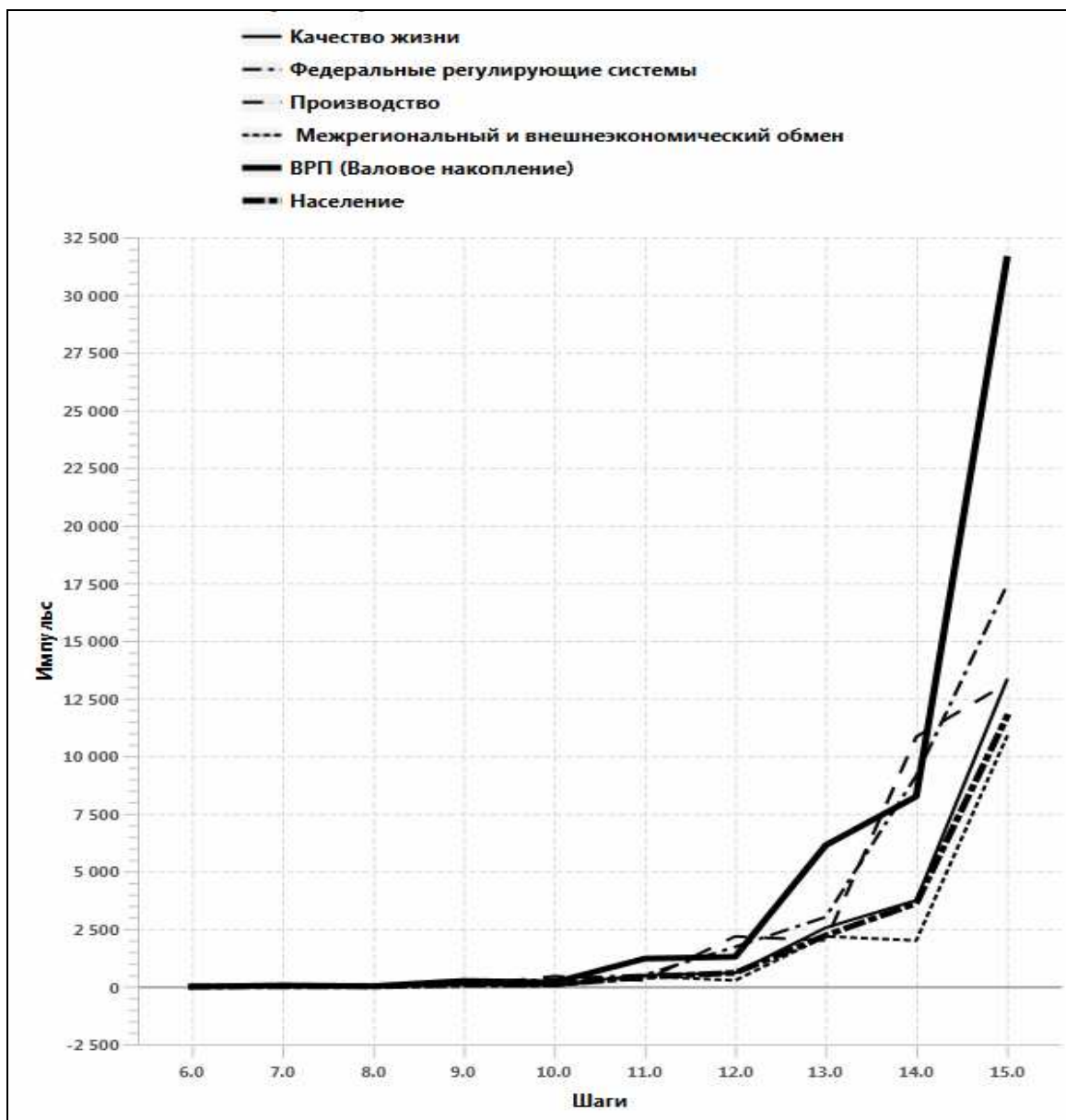


Рис.10. Графики импульсных процессов на когнитивной карте G, 15 шагов моделирования, Сценарий №2

Продолжением исследования регионального социально-экономического механизма может стать развертывание и уточнение вершин верхнего уровня когнитивной карты на нижних уровнях, переход к функциональным параметрическим графам и др.

### Заключение

Когнитивное моделирование, если речь идёт о моделировании социальных, экономических, экологических, политических, социотехнических систем, отличается по смыслу и действиям от когнитивного моделирования, используемого в когнитивной психологии, лингвистике и др.

Следует добавить, что при когнитивном моделировании названных систем непростым объектом исследования служит «объект-субъект», как извлекаемая из разных источников разнообразная информация о сложной системе во «взаимодействии» её с исследователем (наблюдателем, экспертом, ЛПР). Причем, не только в когнитивном процессе восприятия, познания и понимания объекта «сложная система», т.е. в феномене знания, но и в связанном с ним получением, хранением, обработкой и репрезентацией знаний, как в сознании исследователя, так и в компьютерной системе в виде когнитивной модели, методов анализа различных её свойств и правил принятия решений.

Одним из предназначений использования когнитивной методологии может быть разработка систем искусственного интеллекта, интеллектуальных систем поддержки принятия решений, интеллектуальных систем управления [21, 22]. Когнитивная методология исследования сложных систем, являющаяся для эксперта инструментом исследования и поддержки принятия решений, предназначенная для интеллектуальных систем поддержки принятия решений по управлению социально-экономическими системами, по совокупности системных признаков прямых аналогов не имеет. В мировой практике инструментарий когнитивных карт (mind mapping, concept mapping, cognitive mapping) широко используется в геоинформационных технологиях исследования интеллекта (точнее, для репрезентации и визуализации идей-концепций-концептов), но для целей комплексного исследования социально-экономических, экологических, политических систем практически не используется.

Разработанная методология когнитивного моделирования, включающая модели и методы последовательного решения взаимообусловленных системных задач (идентификации объекта в виде когнитивных моделей, исследования путей и циклов когнитивной модели, исследование структурной устойчивости и устойчивости к возмущающим и управляющим воздействиям, управляемости системы, а также сложности,  $q$  – связности, обоснования принимаемых решений, исследования чувствительности), отличается от близкого по назначению когнитивного анализа и управления ситуациями (соответствующие программные системы «Канва», «Ситуация», «КОМПАС», «Курс»), развиваемого в ИПУ РАН, совокупностью вышеобозначенных задач и соответствующим программным обеспечением.

Дальнейшее развитие методологии и инструментария когнитивного моделирования сложных систем видится в направлении разработки моделей типа функциональных и нечетких графов, увеличения методов исследования свойств когнитивных моделей, совершенствования про-

граммных систем, разработки интеллектуальных систем, база знаний которых включает когнитивное моделирование, расширения сфер приложения.

Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию как инструмент поддержки принятия решений:

- аналитическим центрам, готовящим заключения о состоянии сложной системы, дающим прогнозы ее развития, разрабатывающим программы и стратегии развития регионов,
- отдельным исследователям или группам исследователей сложных систем,
- при выполнении исследований в рамках различных целевых программ,
- в учебном процессе при подготовке специалистов высшей квалификации в области менеджмента и исследования социально-экономических, политических явлений и процессов,
- органам власти различного уровня.

### **Список литературы**

1. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами / Труды 6-ой Межд. конференции "Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций". М.: ИПУ РАН, 2006. с. 41–54.

2. Абрамова Н.А., Новиков Д.А. Развитие представлений о человеческих факторах в науке управления. Предисловие / Человеческий фактор в науке управления. Сборник статей под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С. 5–51.

3. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И., Максимов В.И. Когнитивный подход в управлении // Проблемы управления. № 3. 2007. С. 2–8.

4. Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. М.: - ИПУ РАН, 2008. № 3. С. 85–87.

5. Горелова Г.В., Джаримов Н.Х. Региональная система образования. Методология комплексных исследований. - Краснодар: Изд. ГУП «Печатный двор Кубани», 2002. – 360 с.

6. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Гинис Л.А. Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем. – Ростов н/Дону: Изд. РГУ, 2005. - 288 с.

7. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с.

8. Горелова Г.В., Матвеева Л.Г., Никитаева А.Ю. Системный подход и инструментальное обеспечение управления в территориально-локализованных экономических системах мезоуровня. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2007. – 160 с.

9. Горелова Г.В., Кацко С.А. Формализация проблем управления системой образования в контексте формирования человеческого капитала: монография /Под ред. Г.В. Гореловой. – Краснодар, 2011. – 172 с.
10. Горелова Г.В., Рябцев В.Н. Моделирование архитектуры и динамики геополитических регионов современного мира: когнитивный подход (Зона Черноморье-Кавказ-Каспий). – Ростов-на-Дону, 2014. – 573 с.
11. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. №3 – Таганрог: изд-во ТИ ЮФУ, 2013. – С.239–250.
12. Горелова Г.В. Модели принятия решений при проектировании и управления объектами в условиях вероятностной неопределенности / Известия ЮФУ. Технические науки. 2019. №1. С. 177–188.
13. Горелова Г.В. О Когнитивной информационной технологии для исследования социо-киберфизических систем // Тр. 5-й Междун. межвуз. научн.-практ. конф. «Технологическая перспектива враках евразийского пространства: новые рынки и точки экономического роста». СПб., 2019.
14. Горелова Г.В., Мельник Э.В., Радченко С.А. Анализ взаимодействия сложных систем на имитационных динамичных когнитивных моделях // Тр. Международной научно-практической мультиконференции (ИКТМ-2007). С. 17–22.
15. Горелова Г.В., Калиниченко А.И. Инструментарий когнитивного моделирования сложных систем // Сб. научн. трудов XXII Междун. научно-практ. конф. SAEC-2018; 2018, ч. 1. СПб., 2018. – С. 399–413.
16. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проектирование стратегий развития социально-экономических систем на основе композиции когнитивного моделирования и системной // Междун. научно-техн. конф. «Системный анализ и информационные технологии: материалы» (SAIT 2013): сб. трудов.– Киев: УНК ««ИПСА» НТУУ КПИ», 2011. – С.20–21.
17. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Проблемы развития юга России: результаты моделирования // 5-я Рос. мультиконф. по проблемам управления, конф. «Управление в технических, эргатических и сетевых системах» (УТЭОСС–2012): сб. трудов. – СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2012. – С. 1152–1155.
18. Горелова Г.В., Розин М.Д., Рябцев В.Н., С.Я. Суший. Когнитивные исследования проблем Юга России // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления».- Таганрог: Изд. ТТИ ЮФУ, 2011, №3. – С.78–93.
19. Горелова Г.В., Рябцев В.Н. Когнитивный подход к исследованию геополитических процессов в мировых регионах и когнитивное моделирование их развития (на примере Черноморско-Каспийского региона) // Инженерный Вестник Дона, 2012. Т.23. №4-2 [электронный ресурс].
20. Горелова Г.В., Васьков И.М. О возможности применения когнитивного моделирования к исследованию опасных экзогенных процессов. // Труды XX Междунар. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем». / Под ред. Н.И.Архиповой, В.В.Кульбы. – М.: Изд-во РГГУ, 2012. – 471 с. – С. 240–244.
21. Горелова Г.В., Мельник Э.В., Коровин Я.С.. Когнитивный анализ, синтез, прогнозирование развития больших систем в интеллектуальных РИУС // Научно-теоретический журнал НАН Украины «Искусственный интеллект». – Донецк: ИПШИ МЦН НАН У «Наука і освіта», 2010. – №3'2010. - С. 61–72.

22. Горелова Г.В., Э.В.Мельник. О когнитивном моделировании развития ситуаций в регионе в условиях быстрых изменений среды и противодействия // Известия ЮФУ, Технические науки. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. - С.52– 65.

23. Горелова Г.В., А.И. Хлебникова. Когнитивное моделирование для интеллектуальной системы поддержки принятия решений управления транзитной торговлей. // Научно-теоретический журнал НАН Украины «Искусственный интеллект». – Донецк: ИПШИ МЦН НАН У «Наука і освіта», 2010. – № 3'2010. –С.473–482.

24. Горелова Г.В., Макарова Е.Л.. Когнитивная модель управления процессом формирования компетенций специалистов в высшей школе // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'10». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2010. – Т. 2. – 494 с. – С.251–256.

25. Горелова Г.В., Горелова И.С., Захарова Е.Н. Теоретико-игровое моделирование взаимодействия сложных систем, представляемых иерархическими когнитивными картами // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия «Экономика». Вып. 1. Майкоп: Изд-во АГУ, 2013.- С. 114–123.

26. Горелова Г.В., Захарова Е.Н.. Когнитивный анализ и моделирование социально-экономических систем: учеб. пособие. – Майкоп: Изд. МГУ, 2009. – 198 с.

27. Горелова Г.В., Лябах Н.Н. Когнитивный анализ: проблемы применения и развития // Новые технологии. 2016. – Вып. 4. – С. 16–21.

28. Горелова Г.В., Калиниченко А.И. Моделирование конкуренции с помощью программной системы когнитивного моделирования // Вестник АГУ. 2018. – Вып. 2(220). – С. 113–126.

29. Горелова Г.В. Информационные когнитивные технологии – методологическая основа исследования социально-экономических систем // Научная мысль Кавказа. Междисциплинарные и специальные исследования. 2008. – С. 179–186.

30. Горелова Г.В. Инструментарий исследований социально-экономических систем на основе имитационного когнитивного моделирования // Международн. научно-практ. конф. «Проблемы обеспечения экономической безопасности и качественной социохозяйственной динамики: экономико-правовые аспекты», ОАЭ, Дубай, 01-07.02.2013: сб. материалов / Под. ред. О.Н.Иншакова, Г.Б.Клейнера, В.В.Сорокожердьева. – Краснодар, 2013. – С.10 – 114.

31. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. / Гос. ун-т – Высшая школа экономики. 5-е изд. стер. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. 495 с.

32. Исаев С.Н., Тихомирова Н.В., Горелова Г.В., Масленникова А.В., Хлебникова С.А. Разработка стратегий социально-экономического развития муниципальных образований. М.: Евразийский открытый институт, 2015. – 176 с.

33. Инновационное развитие социально-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / под ред. Г.В. Гореловой, Н.Д. Панкратовой. К.: Наукова думка, 2015. – 464 с.

34. Кулинич А.А., Максимов В.И. Система концептуального моделирования социально-политических ситуаций ПК «КОМПАС». Сборник докладов: Современные технологии управления. Москва. ИПУ. 21–22 мая 1998 г.

35. Кульба В.В., Кононов Д.А., Ковалевский С.С., Косяченко С.А., Нижегородцев Р.М., Чернов И.В. Сценарный анализ динамики поведения социально-экономических систем. (Научное издание). – М.: ИПУ РАН, 2002. – 122 с.

36. Кульба В.В. Назаретов В.М., Чухров И.П. Модифицированные функциональные графы как аппарат моделирования сложных динамических систем / Препринт. – М.: Институт проблем управления РАН, 1995;

37. Кочкаров А.А. Когнитивное моделирование региональных социально-экономических систем. / А.А. Кочкаров, М.Б. Салпагаров // В тр. 16-й Междун. научно-практ. конф. Управление в больших системах, УБС-16. – М.: ИПУ РАН, 2007. – С. 137–145.

38. Кузнецов О.П. Когнитивное моделирование слабо структурированных ситуаций Электронный вариант статьи:

<http://post.raai.org/data/post2005/Kuznetsov/kuznetsov.html>.

39. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию / Сб. трудов 1-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций», (CASC'2001) – М.: ИПУ РАН, 2001. – Т. 1, С. 4-18.

40. Максимов В.И., Райков А.Н. Коллективные когнитивные карты в системах принятия решений // Междунар. симпозиум «Рефлексивное управление»: тез. докл. – М.: Институт психологии РАН, 2000. – С. 86–88.

41. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов и др. Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 592 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.

42. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня (Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Кузьминов А.). Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2018661506 от 07.09.2018.

43. Программная система когнитивного моделирования в условиях нечеткой информации (Горелова Г.В., Колоденкова А.Е., Халикова Е.А.) / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015617388. Заявка № 2015614585, дата поступления 25 мая 2015 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 09 июля 2015 г.

44. Программный модуль преобразования данных мониторинга природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели экосистемы / Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Мельник Э.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020661943 от 05.10.2020.

45. Саак А.А., Горелова Г.В., Каурова О.В.. Имитационное когнитивное моделирование молодежного рынка труда / фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики, Научно-теоретический журнал №3, 2020. – С.164–176.

46. Якименко М.В., Жертовская Е.В., Горелова Г.В., Ткаченко Ю.Г., Развадовская Ю.В. Пространственно-временная трансформация воспроизводственного процесса региона: когнитивный подход. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2013. – 212 с.

47. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton. University Press, 1976.

48. Atkin R.H., Combinatorial Connectivities in Social Systems. An Application of Simplicial Complex Structures to the Study of Large Organisations, Interdisciplinary Systems Research, 1997.

49. Atkin R.H., Casti J., Polyhedral Dynamics and the Geometry of Systems, RR-77-International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, March, 1977

50. Casti, J. Connectivity, complexity and catastrophe in large-scale systems // Chichester-New York-Brisbane-Toronto. 1979. 216 p.



51. Kosko, Bart. *Fuzzy thinking* / Hyperion, 1993. 5. Kosko, Bart. *Neural Networks and Fuzzy Systems* / Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991.
52. Eden C. *Cognitive mapping* // *European Journal of Operational Research*. 1998. №36. pp. 1–13.
53. Langley P. *Cognitive architectures: Research issues and challenges* // *Cognitive Systems Research*. 2009. Vol.10. No. 2, pp. 141–160.
54. D.V. Borisova, G.V.Gorelova, N.D.Pankratova. *Problems of interregional integration, cognitive modeling*. 19th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability TECIS 2019 Sozopol, Bulgaria, 26–28 September 2019. – PP. 168–173.
55. Ginis, L.A., Gorelova, G.V., Kolodenkova, A.E. (2016), *Cognitive and simulation modeling of development of regional economy system*. *International Journal of Economics and Financial Issues*. Vol. 6, No 5S. – PP. 97–103.
56. Eden C. *Cognitive mapping* // *European Journal of Operational Research*. –1 998. – № 36. – PP.1–13.
57. Gorelova G.V., Lyakhovetsky A.M., Zhminko A.E. *Aspects of market cognitive modeling* *KYBERNETICA*, № 9. – Verlag, Hannover, 2013. – P. 26–35.
58. Galina V.Gorelova, Nataliya D. Pankratova *Possibility of simulation modeling to identify the impact of a pandemic on the education* // XXVI Міжнародна конференція з автоматичного управління «Автоматика-2020», Україна, Київ, 13–15 жовтня 2020 р.
59. Gorelova G.V. *Aspects of market cognitive modeling* / G.V.Gorelova, A.M. Lyakhovetsky, A.E. Zhminko // *KYBERNETICA*, №9. – Verlag, Hannover, 2013. – P. 26–35.
60. N.D. Pankratova, G.V.Gorelova, V.A.Pankratov *Strategy for Simulation Complex Hierarchical Systems Based on the Methodologies of Foresight and Cognitive Modelling* // *Advanced Control Systems: Theory and Applications*. River Publishers Series in Automation, Control and Robotics. Chapter 9. 2021. – P. 257–288.
61. Nataliya D. Pankratova, Galina V. Gorelova, Vladimir A. Pankratov *Strategy of underground construction planning based on cognitive modelling methodology* // *International Journal “Information Theories and Applications”*, – Vol. 1, Number 1, – ©. 2021.
62. N.D. Pankratova, G.V.Gorelova, V.A.Pankratov *Study of the Plot Suitability for Underground Construction: Cognitive Modelling* // *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 2021, 1246 AISC. – P. 246–264.
63. Violetta Volkova, Galina Gorelova, Nataliya Pankratova. *The development of the cyberphysical system concept on base of the interdisciplinary theories* // *Proceedings of IEEE Second International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 05-09 October, 2020*. – Kyiv, Ukraine. – P. 20–25.
64. Roberts Fred S. *Discrete Mathematical Models with Applications to Social, Biological, and Environmental Problems* // Englewood Cliffs N.J.: Prentice-Hall.1976. – 559 p.
65. Zadeh, Lotfi. *Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes* / *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, SMC-3(1), January 1973, pp. 28–44.

*Арефьев Игорь Борисович,*  
профессор, д-р техн. наук, профессор

**РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ КОМПЛЕКСОВ  
НА БАЗЕ ЛОГИКО-РЕФЛЕКСИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения  
имп. Александра 1. Россия, Санкт-Петербурог,  
Akademia Morska w Szczecinie. Poland,  
*i.ariiefiew@am.szczecin.pl*

*Аннотация.* Прогресс в создании автоматов для принятия решений в человеко-машинных комплексах пока ещё допустим только на пути создания отдельных программно-технических средств, дающих возможность лицу, принимающему решение (ЛПР) эффективно реализовывать задачи управления, планирования и прогнозирования. Это объясняется тем, что процедуры принятия решений в компьютерных системах и психо-физические возможности ЛПР имеют различную природу и организацию собственного формирования.

Разрешение такого противоречия возможно при использовании логико-рефлексивного моделирования принятия решения по управлению объектом как на оперативном уровне, так и при прогнозировании состояния этого объекта на заранее заданном промежутке времени.

Изложению основ указанного подхода посвящена настоящая работа.

*Ключевые слова:* логика, рефлексия, модель, проектирование, управление, прогнозирование

*Igor B. Arefyev,*  
Professor, Dr. of Engineering Sc., Professor

**IMPLEMENTATION OF MANAGEMENT AND FORECASTING  
TASKS HUMAN-MACHINE COMPLEXES  
BASED ON LOGICAL-REFLEXIVE MODELING**

St. Petersburg State University of Railway Transport imp. Alexander 1,  
Akademia Morska w Szczecinie (Poland),  
*i.ariiefiew@am.szczecin.pl*

*Abstrakt.* Progress in the creation of automata for decision-making in human-machine complexes is still possible only on the way of creating separate software and hardware tools that enable the decision-maker (LPR) to effectively implement management, planning and forecasting tasks. This is explained by the fact that the decision-making procedures in computer systems and the psycho-physical capabilities of the LPR have a different nature and organization of their own formation.

The resolution of such a contradiction is possible when using logical-reflexive modeling of making a decision on managing an object both at the operational level and when predicting the state of this object for a predetermined period of time.

The present work is devoted to the presentation of the basics of this approach.

**Keywords:** logic, reflection, model, design, management, forecasting

## **Введение**

Дальнейший прогресс в области управления системо-техническими комплексами требует создания новых человеко-машинных интерфейсов, обеспечивающих повышение ситуационной информированности и обладающих возможностями обучения и самообучения. Ясно, что здесь необходимы системы анализа больших массивов данных о состоянии таких комплексов в масштабе реального времени. Для выработки процедур принятия решений по адекватному управлению такими комплексами, их следует рассматривать как объекты моделирования. Тогда открываются возможности прогнозирования состояния этих объектов на заданных промежутках времени.

Моделирование структур системо-технических комплексов возможно средствами современных представлений Общей теории систем, отражающих причинно-следственные связи между их элементами в процессе достижения объектом заданной цели. Здесь вполне приемлемы традиционные методы логического анализа. Процесс же достижения объектом заданной цели требует от субъекта совокупности адекватных процедур управления, которые он на основе мыслительно-языковой (вербальной) деятельности познаёт и изменяет средства своего познания об объекте [1]. Иными словами, необходимо реализовать принцип рефлексии. Таким образом, складывается основа теории логико-рефлексивного моделирования человеко-машинных комплексов с целью принятия адекватных решений по управлению и прогнозированию их поведения [12].

### **1. Понятие логико-рефлексивного моделирования**

На сегодняшний день в технологиях моделирования человеко-машинных систем и комплексов, ориентированных на подготовку и принятие решений по их управлению сложилась двухуровневая система:

**1. Логико-рефлексивный уровень**, базирующей на неформальных показателях опыта, квалификации, знаний, таланта проектировщика.

**2. Информационно-технологический уровень**, когда проектировщик или ЛПР итеративно реализует цели и задачи создаваемого (исследуемого) объекта техническими средствами: БД и БЗ, компьютерную и вычислительную технику, Интернет, источники текущей информации.

На первом уровне ставятся задачи, формулируется функция цели и подцели работы объекта или изделия, задачи их реализации, ограничения и допущения, возможности реализации.

Второй уровень предполагает разработку методов и средств формирования объекта или процесса, оценку и обоснование его применимости, эффективность, условия работы, проектирование, конструирование вплоть до патентной экспертизы и выхода на нанотехнологии.

Совершенно очевидно, что оба уровня объединены принципами системного анализа и методологией Общей теории систем [2, 6]. Теоретические основы, методологии, технологии второго уровня достаточно разработаны и продолжают эффективно развиваться. Задачи первого уровня только в настоящее время стали «узким местом» научно-технического прогресса. Это объясняется поэтапным освобождением творческих возможностей исследователя, проектировщика и специалиста-эксплуатационника сложных систем от рутинной расчётно-вычислительной работы. Технические средства всё больше исключают из арсенала специалиста необходимость непосредственного участия в выполнении элементарных процедур исследования, проектирования, управления, поиска и выбора данных непосредственных результатов, в том числе и экспериментальным путём. Данный прогресс обусловлен внедрением в практику современных информационно-вычислительных и системотехнических комплексов, развитым математическим аппаратом процедур подготовки и принятия решений, их технической реализации во всех сферах научно-производственной деятельности и в управлении объектами различной природы, класса, назначения (рис. 1).

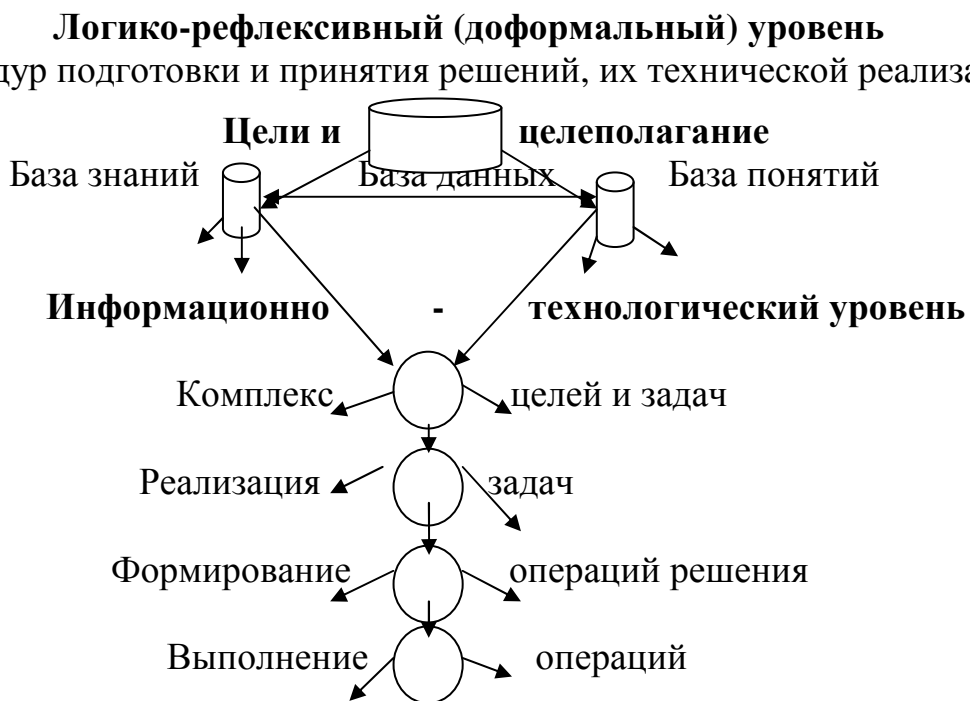


Рис. 1. Обобщённая схема логико-рефлексивного процесса

Что же касается проблем первого уровня, то подавляющее число его задач носят творческий характер [13]. При этом процессы их формализации и аппарат представления на сегодня либо мало изучены, либо до сих пор не имеют развитых технологий представления в силу основного постулата Общей теории систем: нельзя спроектировать объект на уровне собственной сложности [17].

В первую очередь, остановимся на обосновании понятий, составляющих суть предлагаемого подхода.

## 2. Принципы и формы рефлексии

Понятие «**рефлексия**» сложилось в философии Общей теории систем от лат *reflexio*-обращение назад. Согласно Э. Кассиреру рефлексия – это способность выделять из общего потока информации и знаний некоторые устойчивые элементы, вычленив и изолировав которые, исследователь может сосредоточить на них внимание [11]. Иными словами, рефлексия представляет собой комплекс действий субъекта, который на основе мыслительно-языковой (вербальной) деятельности познаёт и изменяет средства своего познания об объекте [19, 20]. Этот принцип является основным приёмом выработки схемы концептуальной модели проектируемого процесса, элемента, объекта [14].

Применительно к объектам типа «проектирование» и «управление», рефлексии предлагается рассмотреть на трёх ступенях первого уровня:

- **ситуативная рефлексия** – координация и контроль элементов деятельности в соответствии с изменяющимися условиями (*целеполагание, постановка задач*);
- **ретроспективная рефлексия** – анализ выполненных деятельности и событий, имевших место в прошлом (*опыт, источники информации, интуиция*);
- **проспективная рефлексия** – размышления о предстоящей деятельности (*планирование, поиск эффективных способов достижения цели, прогнозирование результатов*).

Для иерархических объектов, этап выработки концептуальной модели связан с системным анализом этого объекта и выработкой доформального (рефлексивного) её типа, оценкой и идентификацией состояния на базе собственного опыта и информации внешней среды. При этом, рефлексия трактуется как процесс осмысления и переосмысления субъектом стереотипов опыта, что является предпосылкой для возникновения инноваций. В этом смысле принято говорить о рефлексивно-инновационных процессах, рефлексивно-творческих способностях индивидуума (проектировщика) [2, 15]. Здесь важно заметить, что принцип рефлексии соответствует характерному для процессов управления типу причинности, при котором причина и следствие связаны двусторонне. В

этом отношении принцип рефлексии можно рассматривать, как информационную обратную связь [20]. Такой вывод вполне обоснован, поскольку в гносеологии с понятием рефлексии связывают опосредованное познание, отражение сущности явления [9, 19]. В условиях системного анализа объекта, такое отражение возможно только через информацию о нём. При этом информация является содержанием отражения, а сигнал или символ – форма её реализации. Такое разделение очень важно в связи с тем, что в данном случае информация – это отражение состояния объекта и она может быть получена субъектом (ЛПР) как техническими, так и организационными средствами.

Рефлексия выполняет определённые функции [11]:

- позволяет человеку планировать, регулировать, контролировать мышление;
- оценивать истинность мыслей и их логическую правильность;
- найти ответы на задачи, которые без её применения решению не поддаются.

Следовательно, первый уровень рефлексии обязательно содержит анализ собственных знаний и технологий, которые применяет субъект (проектировщик) для достижения конкретных целей при целенаправленном использовании тех принципов, с которыми он уже знаком по опыту или информационным источникам. Далее, на том же уровне, субъект формирует концептуальную модель изделия или процесса.

Выше был отмечен итеративный характер построения концептуальной модели. Он связан с получением новых знаний в процессе анализа состояния объекта на предыдущих этапах и выявлении возможных состояний в будущем. Однако, основой выработки возможных состояний концептуальной модели является адаптивное привлечение и даже изменение арсенала средств познания субъекта. Для **организационно-социальных** систем концептуальная модель может формироваться как совокупность мыслительной деятельности и оформленных как интуитивная модель связей и отношений её элементов, процессов, которые представлены средствами конкретного выбранного (принятого) языка. На этом этапе язык описания концептуальной модели может носить различный характер: вербально-лингвистическое представление, аппарат формальной логики, математический или статистический (графоматричный) аппарат, график, чертёж и т.п. При этом, субъект (проектировщик, ЛПР, исследователь) познаёт и изменяет средства собственного познания объекта с целью достижения максимальной адекватности выведенной модели реальному проектируемому (исследуемому) объекту в соответствии с вновь полученными средствами познания его состояния или цели поведения [3, 21].

Именно здесь наиболее ярко проявляется принцип изоморфизма различных аппаратов описания состояния и поведения систем (элементов) различной физической и социально-экономической природы.

Любая форма мышления, в том числе и умозаключение, лежащая в основе процесса рефлексии, является предметом формального анализа. Главным элементом такой формы выступает суждение [2, 9]. Для определения умозаключения, завершающего первый уровень логико-рефлексивного подхода, необходимо найти формальные связи между суждениями, которые подчинены законам формальной логики и формируют модель принятия решений. Если учесть, что в логике сложились три главных направления, каждое из которых выходит на некоторую знаковую систему, определяемую, как «язык» описания или смыслового представления проектируемого, исследуемого или анализируемого объекта, то можно утверждать о переходе ко второму этапу технологии моделирования логико-рефлексивным методом.

Тернарная система логики полностью охватывает проблемы логико-лингвистического моделирования и может служить основой следующего этапа описания состояния системы или её элемента [4].

1. Первым таким направлением является **дедуктивная логика** или логика вывода. Она основана на построении истинных предположений при заданных правилах и фиксированных языковых значениях [16]. К этой категории элементов логико-рефлексивной модели относятся конкретные понятия об элементах, размерах, фиксированных данных, сочленения, соединениях и т.д.
2. **Диалектическая логика** подразумевает реализацию истинных мыслительных рефлексий проектировщика в пределах меняющихся языковых значений. К таким элементам логико-рефлексивного метода проектирования относятся адаптивные БД и БЗ, выбор исследователем новых форм и терминов изделия (процесса) в смежных областях знаний, патентный поиск, ноу-хау [7].
3. **Индуктивная логика** или логика эксперимента основана на поиске реальных, существующих в рамках не фиксированных языковых средств описания, но и не принадлежащих к рефлексивным языковым средствам [7]. Ясно, что в этом случае проектировщик, конструктор, специалист по моделированию объектов и процессов управления использует новые понятия, межэлементные отношения, вводит в ППР специфические термины, характеристики, данные, полученные в результате эксперимента, поиска или теоретическим путём в период между исследованиями.

На истинность, ясность и адекватность любого представления существенно влияет характер собственных языковых средств. Однако выявление, рефлексия и изменение этих средств зависит от самого представления. Это приводит к тому, что язык предстает как нечто данное и неуправляемое. Указанное объединяет явления, когда многие представления оказываются по характеру выражения существенно неадекватными описываемой реальности.

Рефлексивная логика основывается на сознательной эксплуатации языка, отличия его от представления предмета в языке, описании и исследовании его внутренне семантической формы. Неадекватность языка обычно проявляется в наличии конкретных форм и в противоречии. По этой причине к одному из важнейших этапов рефлексивного логического процесса относится выявление и описание неадекватных представлений, а также внутренне противоречивых семантических структур. Методика поиска противоречий может быть различной в зависимости от класса и вида конкретной системы. Вопросы формирования таких методик решает антиномическая логика.

Другим важным разделом рефлексивного процесса является снятие [9, 20]. Процедура снятия базируется на том, что язык представления имеет внутреннюю семантическую форму и снятость в ней свойств внешних средств представления определяет ее собственную адекватность, например, возможность построения адекватной математической модели. Если процедура снятия удастся, то язык перестраивается с учетом новой семантической формы (изоморфизм).

Для формализации процесса рефлексии указанные этапы выполняются в определенной последовательности, называемой рефлексивным силлогизмом, который в дальнейшем будем использовать в качестве рабочей формы канонизации рефлексивной методики.

Последней формой логико-рефлексивного моделирования является **язык**, который понимается как знаковая система и имеет три фиксированных функции:

1. Сущностную, связанную с хранением результатов познания.
2. Мыслительную, определяющую язык как средство получения нового знания об объекте или процессе.
3. Коммуникационную, являющуюся средством вербального обмена знаниями или получения информацией через технические носители информации (электронные, бумажные, визуальные).

Таким образом, назначение логико-рефлексивного метода моделирования поведения объектов и процессов можно сформулировать как формальный аппарат для ППР на базе рефлексивной модели показателей



опыта, квалификации, знаний разработчика (ЛПР), когда он итеративно реализует цели и задачи создаваемого (исследуемого) объекта известными техническими средствами достижения поставленной цели проектирования системотехнических комплексов или их систем управления. Задачей метода является всесторонний учёт составляющих логического процесса физико-технических возможностей проектируемой системы, причинно-следственных связей между событиями (элементами) проектируемой системы и рефлексивной оценки ограничений. Условно этот процесс можно иллюстрировать уже приведённой схемой рис. 1.

Концепция моделирования состояния и поведения объекта управления, в основу которой положены достаточно общие философские категории, такие как «элемент», «свойств», «отношение», позволяет надеяться на ее общность, по крайней мере для некоторого класса систем. Эта концепция предусматривает последовательное решение вопросов построения методик и языков описания состояния, поведения, хранения, обновления и управления на семиотической модели системы, разработке библиотек программных модулей, формирующих систем программного обеспечения всей модели. Указанное особенно важно в системах оперативного управления, когда оказывается практически невозможным формально описать систему непосредственно, но можно построить специальный язык и через него составить семиотическую модель системы. Таким образом, семиотическое моделирование является первым этапом рефлексии языковых средств моделирования.

Полагая, что любой язык состоит из выражений и текстов, отмеченных в алфавите объединением букв, цифр, логических значений и ограничителей, можно утверждать, что в естественных языках совокупность отмеченных выражений и текстов имеет размытые границы и чем больше формализован язык, тем жестче эти границы [4].

Таким образом, когда нет возможности семантически изменять синтаксическую структуру некоторого языка, последний приобретает жесткую структуру и в ряде случаев не в состоянии адекватно отображать динамику поведения объекта.

Другим важным разделом рефлексивного процесса является снятие [3, 9]. Процедура снятия базируется на том, что язык представления имеет внутреннюю семантическую форму и снятость в ней свойств внешних средств представления определяет ее собственную адекватность, например, возможность построения адекватной математической модели. Если процедура снятия удастся, то язык перестраивается с учетом новой семантической формы.

Для формализации процесса рефлексии указанные этапы выполняются в определенной последовательности, называемой рефлексивным сил-

логизмом, который в дальнейшем будем использовать в качестве рабочей формы канонизации рефлексивной методики.

### 3. Рефлексивный силлогизм

В основу логико-рефлексивного моделирования положен силлогизм.

В задачах управления рефлексивный силлогизм формируется из семи позиций:

1. Реализация.
2. Метаязык.
3. Предмет в языке.
4. Подъязык.
5. Адекватность (антиномика).
6. Снятие (исход).
7. Пересимволизация.

Для различения языка от конкретных представлений (текстов), записанных в конкретном языке, сформируем триаду «метаязык-язык-подъязык». Традиционно эту процедуру называем реализацией

**Метаязык** ( $mL$ ) – оформленная в языке субъектная позиция, конструирующая данное мыслительно-языковое движение – язык рефлексии, язык описания подъязыка. Выбор метаязыка – обязательное условие для рефлексии. Метаязык не должен быть формальным и отличается от языка только лишь с позиции подъязыка. В зависимости от выбора метаязыка определяется ход рефлексивного процесса.

**Язык** – дорефлексивное формооснование мыслительно-языковой деятельности, а также послерефлексивная реализация ее. Речевая деятельность реализуется в языке, вербальное заявление, выраженное в подъязыке или в метаязыке. Рефлексия осуществляется и в языке, и в подъязыке (метаязыке). После рефлексии (установленных правил терминологии и понятий) остается только один язык. Монада «язык» в принципе равна всей выведенной триаде. Триадическое представление нам нужно только для различия аспектов рефлексивной мыслительно-языковой деятельности. Таким образом формируется понятие предмета в языке.

**Подъязык** ( $L$ ) – язык, данный нам в его рефлексивной определенности, язык конкретной мыслительно-языковой деятельности, выявленный в метаязыке и снимающийся в языке. Экспликация подъязыка одна из важнейших компонент рефлексивной деятельности. Следует отметить, что совокупность описаний в некотором подъязыке  $L$  объектов, задач, процедур разрешения формирует модель. Таким образом, модель

есть совокупность описанных в подязыке  $L$  объектов, задач и процедур разрешения  $L(ov)$ ,  $L(R)$ ,  $L(A)$ .

Для различия семантических средств подязыка от внешних средств разрешения сформулируем ряд понятий.

Внешние разрешающие структуры  $A$  – описание в подязыке процедуры  $L_A$ , процедуры разрешения  $L_A(A)$ . Внешние варианты – рефлексированные по отношению к  $L_A$ , описанные в  $L_A$  структуры, приводящие задачи к разрешению. Примером внешней разрешающей структуры является алгоритм. Обычно внешние разрешающие структуры носят синтаксический характер.

Внутренние разрешающие структуры ( $in A$ ) – описание в метаязыке  $mL$  структуры  $L_{ov}$ ,  $L_R$ ,  $L_A$ , которые позволяют внешним разрешающим структурам приводить задачу к разрешению  $mL(in A)$ . Внутренние разрешающие структуры носят семантический и интенсивный характер, однако поддаются и экстенсивному описанию в управлении, так как реализуются на уровне внутренней оформленности подязыков  $L_{ov}$ ,  $L_R$ ,  $L_A$ .

На уровне языка  $in A$  представления поведения объекта работают вне какой бы то ни было рефлексии. Более того, неоправданная рефлексия освобождает от всякого смысла. Примером  $in A$  является прямоугольность декартовой системы координат. Она существенно облегчает измерения, а ее механизм (теорема косинуса) может быть скрыт от пользователя до рефлексии, но его необходимо раскрыть в процессе рефлексии. Таким примером может быть система PERT [2, 18].

Семантическая форма подязыка – единство всех внутренних разрешающих структур подязыка. Семантическая форма языка может описываться его внутренними разрешающими структурами, семантическими валентностями элементов подязыка.

Семантические валентности понятия представляются как потенциальные отношения приятного (данного) понятия с другими. Эти отношения задаются значением понятия и зафиксированы в его структуре. Например, аналитическое и графическое задание одной и той же функции имеют различные семантические валентности. Здесь замещение одного понятия другим порождает понятие **адекватности (антиномики)**.

Описание этапов рефлексивного силлогизма и ряда рефлексивных процедур требует формулировка понятий снятия, расширения, минимизации структур.

**Снятие** (исход) внешних разрешающих структур во внутренние представляет собой преобразование семантической формы подязыка, когда семантическая структура процедур разрешения переходит в семантическую форму внутренних разрешающих структур подязыка

$$(L_A(A) + mL(in A) + mL(in A')).$$

При этом образуются новые внутренние и внешние разрешающие структуры *in*  $A'$  и  $A''$ , которые становятся основанием для образования нового более адекватного описываемому процессу языка  $L$ .

Один из способов снятия состоит из расширения, минимизации и сворачивания.

При расширении ищется синтаксическая структура, которая актуально осуществляет в себе все потенциальные возможности данной структуры и не содержит произвольных случайных элементов. В общем случае, расширение – нахождение более общего объекта. Расширение не обязательно требует точного задания расширенной структуры, имея ввиду, что в последующей минимизации неточности могут быть сняты. Иногда достаточно интуитивного или описательного расширения, иногда его можно проводить формально. Это зависит от метаязыка и типа методики.

Минимизация структуры представляет из себя нахождение такой подструктуры, которая будучи минимальна адекватно бы снимала в себе внешние разрешающие структуры и была бы по разрешающей способности не ниже первоначальной структуры. Иными словами, минимизация есть нахождение такой структуры, которая была бы адекватной первоначальной. Расширение и минимизацию можно проводить посредством сворачивания структур.

Сворачивание структур определим как формирование некоторой структуры из ряда других структур, которая содержала бы в себе все структурные особенности исходных данных (**пересимволизация**) реальной процедуры принятия решений по управлению. В качестве основы для семиотических моделей используются различные подклассы логических исчислений. На их основе строится тот или иной семантический код, позволяющий описывать системы разной сложности. В ситуационном управлении в качестве такого кода используется язык бинарных отношений, который позволяет описывать структуру и законы функционирования системы. Для описания более сложных систем строятся семантические коды повышенной сложности. Особенно важна разработка семантических кодов для моделирования различного рода диалоговых систем, лингвистических трансляторов, искусственного интеллекта и т.д.

### **Заключение**

Метод рефлексивной логики для формализации процессов принятия решения по управлению человеко-машинными комплексами и прогнозирования их состояния открывает возможность перестраивать модель знаний об объекте в оперативном режиме. В условиях глобальной цифровизации, метод позволяет достаточно быстро и без значительных затрат формировать адаптивные модели диагностики состояния производ-

ственных и социально-экономических систем, анализировать динамику их работы в реальном режиме времени.

Предложенный метод показал свои достоинства при организации процессов управления в транспортных системах, САПР «Тела вращения» и на других объектах [2, 3, 4, 15].

### Список литературы

1. Аристотель. Соч. В 4 томах. – М., 1978.
2. Арефьев И.Б. Прогнозирование и контроль состояния объекта управления в среде системы PERT (метод интегральных характеристик). Монография. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2010. – 291 с.
3. Арефьев И.Б. Структуры и модели АСУ ПТП региона // Проблемы системотехники». Монография. Л.: Советское радио. 1980.
4. Арефьев И.Б., Кезлинг Г.Б., Кукор Б.Л. Интегрированные АСУ в машиностроении. Л.: «Машиностроение». 1988. 224 с.
5. Винер Н. Кибернетика. Пер. с англ. – М.: Сов. радио. 1968. – 326 с.
6. Волкова В.Н. Открытые системы. – М.:Курс,2021. – 447 с.
7. Гегель. Наука логики. – М., Наука, 1971.
8. Гегель. Энциклопедия философских наук. – М., 1977.
9. Гейтинг А. Интуиционизм. – М., 1965.
10. Карпов А.В. Психология рефлексивных механизмов деятельности. –М.:Изд-во «ИП РАН», 2004. – 31 с:
11. Кассирер Э. Избранное. Опыт о человеке. – М.,1988. – 486с.
12. Клейнер Г.Б. Экономика. Моделирование. Математика. Избранные труды. – М.: Наука, 2016. – 855 с.
13. Мамин Ю.И. Доказуемое и недоказуемое. – М.: Советское радио, 1979. – 118 с.
14. Москвин В.А. Опасности и риски искусственного интеллекта (анализ и практические рекомендации): Монография. – М.: Курс, 2018. – 388 с.
15. Пономарёв В.Ф., Колесников А.В., Кириков И.А. Об одном подходе в моделировании состояния транспортных систем. – М., АН СССР, ИС «Кибернетика»,. 1980. 109 с.
16. Поспелов Д.А. Большие системы (ситуационное управление). М., Знание. 1975.
17. Успенский В.А. Теорема Гёделя о неполноте и четыре дороги, ведущие к ней // Летняя школа «Современная математика».— Дубна, 2007.
18. Харари Ф. Теория графов. – М., 1973.
19. Шаров А.С. Ограниченный человек: значимость, активность, рефлексия.- Омск.: Изд-воОмГПУ,2000. – 358 с.
20. Щедровицкий Г.П. Мышление. Понимание. Рефлексия. – М.: Наследие ММК, 2005. – 800 с.
21. Arefyev I. Logistics model of transport unit with stores Polish jurnal of enviromental studies. Vol. 16, 6B, 2007. s. 23–26.

**Кукор Борис Леонидович**<sup>1</sup>,  
профессор, доктор экономических наук, профессор;  
**Яковлева Елена Анатольевна**<sup>2</sup>,  
профессор, доктор экономических наук, доцент

## ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ К РИСКОЗАЩИЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

<sup>1</sup>  
<sup>1,2</sup>Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный  
экономический университет,  
<sup>1</sup>noc\_finec@mail.ru,  
<sup>2</sup>helen7199@gmail.com

**Аннотация.** В статье рассматривается применение ситуационного управления и логико-лингвистического моделирования к рискозащищенной технологии стратегического управления на основе сквозных технологий управления, цифровых двойников и принципов вертикальной интеграции и в рамках интеллектуальных решений на базе применения дискретно-ситуационной сети проблемных ситуаций, достраивания концептуального каркаса социальной экономической системы. Целью исследования является повышение эффективности и рискозащищенности системы управления для поддержки стратегических решений, антиципации проблемных ситуаций и выработки аккордов управленческих воздействий. Результат работы заключается в адаптации методов логико-лингвистического моделирования, теории ситуационного управления, когнитивного анализа, теории принятия решений для управления.

**Ключевые слова:** системный анализ, концептуальный каркас, предметная область, семантическая модель, информационное общество, цифровизация, когнитивные технологии, промышленность.

**Boris L. Kukor**<sup>1</sup>,  
Professor, Doctor of Economic Sciences;  
**Elena A. Iakovleva**<sup>2</sup>,  
Professor, Doctor of Economic Sciences

## A LOGICAL-LINGUISTIC MODELING AND IT USED TO RISK- PROOF TECHNOLOGY OF STRATEGIC MANAGEMENT

<sup>1,2</sup>Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University of Economics,  
<sup>1</sup>noc\_finec@mail.ru,  
<sup>2</sup>helen7199@gmail.com

**Abstract.** The article discusses the use of situational management and logical-linguistic modeling to the risk-proof technology of strategic management based on end-to-

end management technologies, digital twins and principles of vertical integration and within the framework of intelligent solutions based on the use of a discrete-situational network of problem situations, completion of the conceptual framework of the social economic system. The purpose of the study is to increase the efficiency and risk protection of the management system to support strategic decisions, anticipate problem situations and develop chords of managerial influences. The result of the work is the adaptation of the methods of logical-linguistic modeling, the theory of situational management, cognitive analysis, the theory of decision-making for management.

**Keywords:** system analysis, conceptual framework, subject area, semantic model, information society, digitalization, cognitive technologies, industry.

## **Введение**

Среди основных целей Промышленной политики РФ можно выделить формирование высокотехнологичной, конкурентоспособной промышленности, обеспечивающей переход экономики государства от экспортно-сырьевого типа развития к инновационному типу развития и обеспечение обороны страны и безопасности государства [1]. производственный комплекс Российской Федерации (РФ) является одним из важнейших секторов экономики страны обладающим значительным мультипликативным эффектом, в виду наличия разветвленных связей производственной кооперации, затрагивающих множество отраслей, осуществляющим производство наукоёмкой и высокотехнологичной продукции, обеспечивающим тем самым достижение целей установленных промышленной политикой.

### **1. Условия применения теории систем и ситуационного управления в промышленности**

Применение теории систем и ситуационного управления в экономике и положений теории адаптивного управления, концептуального каркаса сложной экономической системы как базы для инструментов интеллектуального подхода в стратегическом управлении осуществляется на основе принципов вертикальной интеграции, кооперации производственных отношений, специализации, межрегионального взаимодействия, в которых раскрываются процессы передачи информации и смысла для поддержания инфраструктуры экономики промышленности в устойчивом состоянии.

В 1980-е годы прошлого века было предложено применение в системах ситуационного управления «рискоориентированной» технологии информационного обеспечения, положения которой изложены в трудах Ст. Оптнера, А.И. Уёмова, Д.А. Поспелова, Л.С. Болотовой, В.А. Терехова, А.А. Красовского и др., применение логико-лингвистического моделирования и семантических моделей в экономике представлены в трудах Б.Л. Кукура, Г.В. Клименкова, Е.Ю. Хрусталева, Б.Н. Авдоница, А.Н. Омельченко, Н.Н. Болдырева, О.Г. Дубровской, Л.В. Бабина, Д.В. Тро-

шина и ключевые примеры лингво-комбинаторного программирования представлены в трудах М.Б. Игнатьева, Т.С. Катерминой в кибернетике, которые в свою очередь в течение последних лет были развиты, апробированы, дополнены новыми возможностями информационно-коммуникационных технологий. В них были привнесены экономические факторы, позволяющие моделировать процессы управления (планирование, координацию, организацию и контроль стратегического, оперативного характера) социально-экономической системы (СЭС) с применением искусственного интеллекта, киберфизических систем (CPS), синергии «НБИК-технологий».

## **2. Концептуальный каркас – системная основа интеллектуальных технологий управления**

Концептуальный подход к созданию системы управления рисками с учетом возможностей развития социальной экономической системы (СЭС) должен обеспечить такой уровень развития её потенциала безопасности, который может облегчить синтез имеющихся и накопленных возможностей. В этом случае под риском понимается опасность, возникающая из-за неправильных действий и решений, а управление рисками состоит в выявлении проблемных ситуаций (ПС) и выработке управляющих воздействий по их сокращению: разрешению ПС, диверсификации, объединения рисков, распределения рисков, получению большей информации о возможных вариантах исхода вследствие выбранного пути. Степень защищенности от рисков в таком случае соответствует определенному состоянию природы и промышленного производства, а также научно-техническими, эколого-экономическими возможностями.

В практическом аспекте применение рискозащищенной технологии стратегического управления основано на принципах вертикальной интеграции в виде продуктово-природной вертикали (цепочки) и механизме трансфертных цен, при этом не угнетается возможность развития экономических взаимоотношений между участниками цепочки искусственным сокращением расходов в условиях реализации инновационной, финансово-промышленной политики, инвестиционных, налогово-бюджетных трансфертов [2].

В теоретическом аспекте применение рискозащищенной технологии стратегического управления базируется на развитии теории систем и теории управления, адаптивном управлении социально-экономическими системами и фундаментом является схема концептуального каркаса социальной экономической системы, развиваемый Б.Л. Кукором.

Основу концептуального каркаса составляют – семантические модели и логические правила, описываемые лингвистическими (качествен-



ными) и количественными переменными – это модель объекта и модель субъекта, дерево целей объекта и дерево целей субъекта, альтернативные сетевые графики для объекта и субъекта и логико-лингвистическая модель дискретно-ситуационной сети. Семантическая модель социально-экономической системы – это представление о структуре системы управления в виде схем семантической модели управления.

Схема семантической модели содержит понятия и отношения (рис.1). Графы данной семантической модели, узлы графов и их расшифровка представлены в таблице 1.

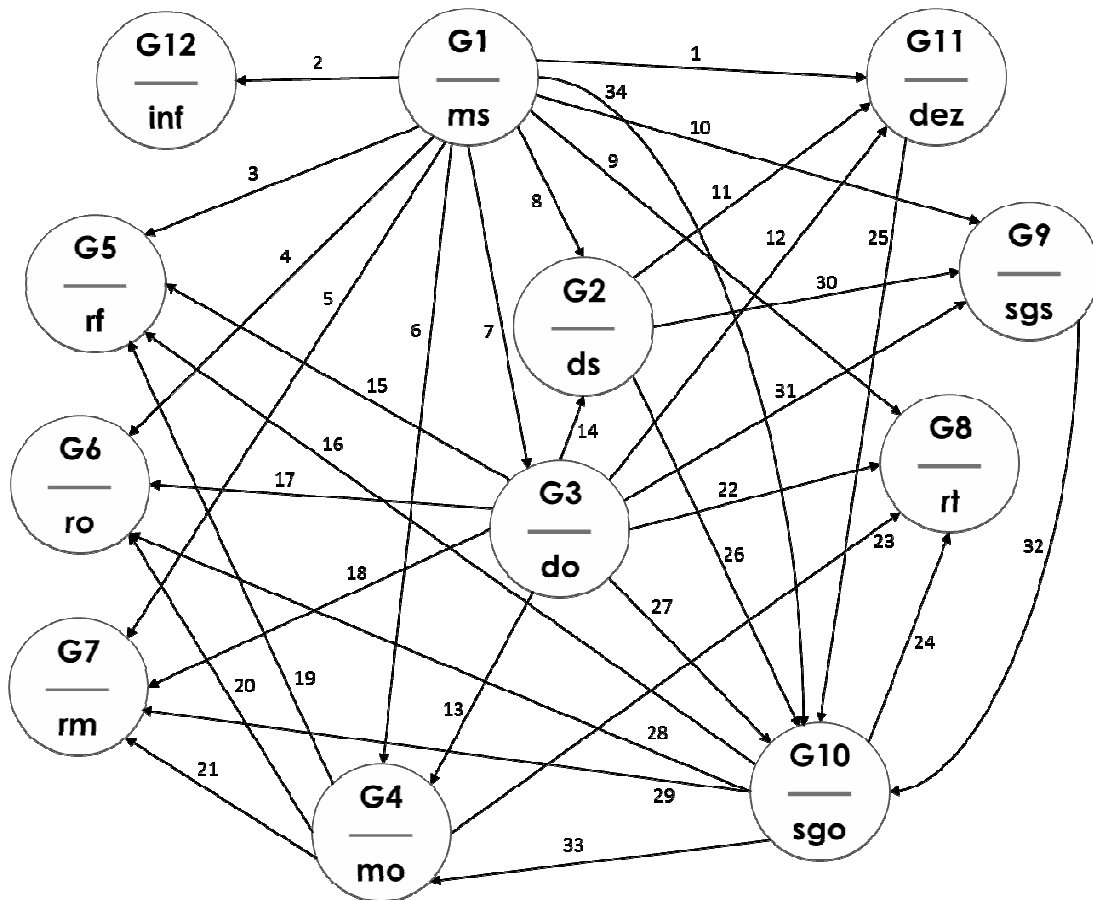


Рис. 1. Семантическая модель СЭС.

На рис. 1 приняты следующие обозначения: G1 – субъект (ЛПР, лицо, принимающее решение); G2 – дерево целей субъекта (ЦРЦ, цель решающего центра); G3 – дерево целей объекта (ЦЭО, цель элементарного объекта); G4 – объект (ЭО, элементарный объект); G5 – ресурсный комплекс «Финансы» (ФРФ, фазы ресурсного комплекса «Финансы»); G6 – Ресурсный комплекс «Основные фонды» (ФРОФ, фазы ресурсного комплекса «Основные фонды»); G7 – ресурсный комплекс «Материалы»

(ФРМ, фазы ресурсного комплекса «Материалы»); G8 – ресурсный комплекс «Труд» (ФРТ, фазы ресурсного комплекса «Труд»); G9 – сетевой график субъекта (АСГ) (ДРЦ – действие решающего центра); G10 – сетевой график объекта (АСГ) (ДЭО, действие элементарного объекта); G11 – дискретно-ситуационная сеть (ДСС) (ПС, проблемная ситуация); G12 – информация (ЛПРИ, информация лиц, принимающих решения).

Базовые отношения данной семантической модели представлены в таблице 1.

Таблица 1

Базовые отношения семантической модели

№	Связи графов	Отношения понятий	№	Связи графов	Отношения понятий
1	G1 → G11	ЛПР → ПС	19	G4 → G5	ЭО → ФРФ
2	G1 → G12	ЛПР → ЛПРИ	20	G4 → G6	ЭО → ФРОФ
3	G1 → G5	ЛПР → ФРФ	21	G4 → G7	ЭО → ФРМ
4	G1 → G6	ЛПР → ФРОФ	22	G3 → G8	ЦЭО → ФРТ
5	G1 → G7	ЛПР → ФРМ	23	G4 → G8	ЭО → ФРТ
6	G1 → G4	ЛПР → ЭО	24	G10 → G8	ДЭО → ФРТ
7	G1 → G3	ЛПР → ЦЭО	25	G11 → G10	ПС → ДЭО
8	G1 → G2	ЛПР → ЦРЦ	26	G2 → G10	ЦРЦ → ДЭО
9	G1 → G8	ЛПР → ФРТ	27	G3 → G10	ЦЭО → ДЭО
10	G1 → G9	ЛПР → ДРЦ	28	G10 → G6	ДЭО → ФРОФ
11	G2 → G11	ЦРЦ → ПС	29	G10 → G7	ДЭО → ФРМ
12	G3 → G11	ЦЭО → ПС	30	G2 → G9	ЦРЦ → ДРЦ
13	G3 → G4	ЦЭО → ЭО	31	G3 → G9	ЦЭО → ДРЦ
14	G3 → G2	ЦЭО → ЦРЦ	32	G9 → G10	ДРЦ → ДЭО
15	G3 → G5	ЦЭО → ФРФ	33	G10 → G4	ДЭО → ЭО
16	G10 → G5	ДЭО → ФРФ	34	G1 → G10	ЛПР → ДЭО
17	G3 → G6	ЦЭО → ФРОФ			

В этом случае риск относится к категории стратегии, и на уровень риска можно воздействовать с помощью приемов и особых правил формирования стратегии развития (например, на основе динамического моделирования когнитивных сценариев разрешения проблемных ситуаций, фреймового представления знаний о проблеме и т.д.), т.е. плановых, организационных, координационных решений (как функций управления).

В совокупности управленческие воздействия и современная методология формирования этих стратегий формируют механизм стратегического управления рисками в процессе динамического развития сложных систем и поэтому управление рисками должно осуществляться при формировании и реализации стратегических планов развития предприятий, отраслей, регионов.

Итак, ключевая цель в управлении рисками – это «ускоренная и действенная реакция» на существенное изменение внешней и внутренней среды на основе «заранее разработанных альтернативных вариантов, в стратегическом плане, предусматривающих изменения в экономике, политике в зависимости от ситуации».

Планомерный принцип создания природно-продуктовых производственных вертикалей, вкупе с принципом объективированной ответственности создают условия и имеют технологические возможности для выработки управляющих аккордов когнитивных динамических сценариев развития ситуаций по научному обоснованию долгосрочного прогноза научно-технического развития страны, обоснованию приоритетов и целевых программ научно-технического развития, проводимом Консорциумом, реализации государствами-членами совместных масштабных высокотехнологичных проектов, с привлечением международных институтов развития.

### **3. Систематизация технологий формирования рискозащищенного управления сложной экономической системы**

Рассматриваемая технология рискозащищенного управления сложной экономической системы (СЭС) воплощена в виде экспертных систем, в частности экспертной системы «Руководитель», ориентированной на управление регионами различного масштаба, корпорациями и предприятиями. При ориентации её на регион происходит распознавание и разрешение проблемных ситуаций, возникающих в нем. Система «Руководитель» формирует основные компоненты технологии обеспечения информацией лиц, осуществляющих управление развитием экономики региона.

Суть применяемого в процессе управления функционирования регионов, предприятий, научно-производственных комплексов ситуацион-

ного подхода заключается в стремлении к устойчивому равновесию звеньев проектируемой системы [3]. Интеллектуальные технологии стратегического управления создают возможность оценки рисков, разработки мероприятий по снижению их эффекта и объединяя моральные и научные термины создают единое информационную и понятийную базу. Единый методический подход и применение единых интеллектуальных технологий стратегического планирования позволяет реализовать взаимодействие на различных уровнях в системе, достичь интеграции в организационной структуре отрасли, позволяющей достичь эффективных результатов деятельности всех звеньев отрасли.

Нарушение баланса в системе вызывает угрозу целостности и безопасности, и организационные решения при таком состоянии должны быть направлены на формирование эффективной целостности – интеграцию. Качество плановых, организационных и координационных решений определяет скорость восстановления нарушенной целостности системы под воздействием проблемных ситуаций.

Для снижения вероятности наступления событий, связанных с потерей равновесия региональной структуры, государственный механизм управления необходимо наделять адаптационной способностью, направленной на рациональное и реальное использование накоплений. Это позволит использовать механизм согласования интересов в региональной структуре, поскольку отдельное предприятие не в состоянии само обеспечить такую устойчивость.

Невозможность строгой формализации и четкого численного описания этих аспектов функционирования экономики и системы управления требует применения когнитивных методов управления социально-экономическими сложными системами, лингво-комбинаторного моделирования, разработки динамических когнитивных сценариев развития экономики, прежде всего реальной экономики.

В таблице 2 проведен анализ перспективных технологий цифровой трансформации:

Кроме представленных перспективных технологий цифровой трансформации из таблицы 2 следует отметить уже широко применяемые. Так в качестве примера можно привести цифровые платформы на базе единых информационных систем в сфере закупок и государственного оборонного заказа, цифровые системы автоматизированного проектирования и управления данными об изделиях, системы ресурсного планирования, существуют примеры применения систем поддержки принятия решений в зарубежной военной технике. Технологии беспроводной связи уже обеспечивают значительную экономию на инфраструктуре рабочих пространств и в значительной степени оптимизируют работу

складов за счет использования беспроводных терминалов сбора данных и т.п.

Таблица 2.

Перспективные технологии цифровой трансформации ОПК.

Технология	Содержание	Эффекты от внедрения в системе управления предприятий ОПК
Онтологические модели	Описание и хранение слабо-структурируемых знаний в едином информационном пространстве	Снижение издержек, связанных с поиском и извлечением знаний как в системах автоматизированного проектирования, так и в системах поддержки принятия решений
Логико-лингвистическое моделирование	Описание систем, основанных на целевом извлечении и формировании нечеткого логического вывода	Повышение защищенности и устойчивости системы управления за счет возможности получения прогнозов развития ситуаций на основании нечетких вводных условий.
Фреймовое представление знаний	Представляет собой способ абстрактного хранения знания в виде значений характеристик, в комплексе формирующих указанное знание о сущности	В комплексе с логико-лингвистическим моделированием может повысить предиктивные способности системы управления по выявлению, прогнозированию и разрешению проблемных ситуаций
Цифровые двойники	Цифровая модель, содержащая большой объем данных, подробно и всесторонне описывающих его сущность	Повышение качества принимаемых управленческих решений за счет моделирования состояния системы с учетом оказываемых на нее воздействий
Промышленный интернет вещей	Интеграция промышленных объектов с системой управления посредством сетей и интернета для сбора больших данных	Снижение издержек на сбор, обработку и анализ большого объема данных для управления промышленными объектами и извлечения знаний о них
Машинное обучение	Алгоритм, основанный на математических и статистических методах для самостоятельного поиска решения на основании извлечения знаний из больших данных.	Снижение издержек на принятие управленческих решений в типовых ситуациях на основании накопленных объемов данных
Распределенные реестры	Технология, обеспечивающая доступ участников взаимодействия к обмену и хранению реестра данных [24]	Снижение издержек как временных, так и финансовых при заключении контрактов в сфере ГОЗ и контролем за их исполнение за счет применения аналога SMART-контрактов

Источник [4]

#### 4. Обзор экспертных систем, применяемых в интеллектуальных технологиях

Рассматриваемая технология рискзащищенного управления СЭС воплощена в виде экспертных систем. Экспертная система «Руководитель» и может быть ориентирована на управление регионом различного масштаба, корпорацией и предприятиями. При ориентации её на регион происходит распознавание и разрешение проблемных ситуаций, возникающих в нем. Система «Руководитель» формирует основные компоненты технологии обеспечения информацией лиц, осуществляющих управление развитием экономики региона. Её предметной областью являются проблемы обеспечения социально-экономического равновесия и стабильности региона, согласованного взаимодействия законодательных и исполнительных органов государственной власти в процессе своевременного распознавания и разрешения проблемных ситуаций. Структура и состав системы стратегического управления на базе ЭС «Руководитель» представлены в виде рисунка 2:

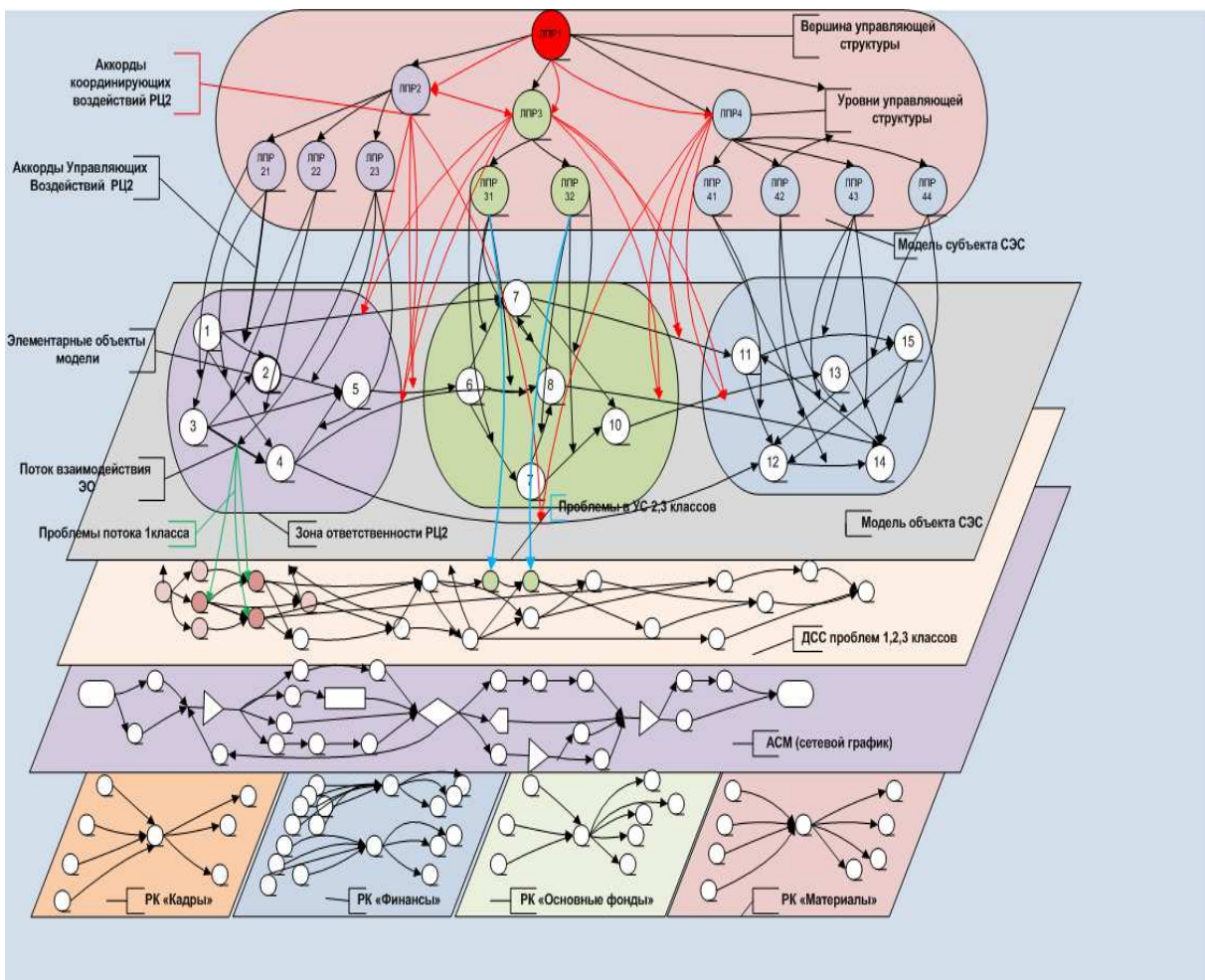


Рис. 2. Структура и состав системы стратегического управления на базе ЭС «Руководитель»

Суть применяемого в процессе управления функционированием регионов, предприятий, научно-производственных комплексов ситуационного подхода заключается в стремлении к устойчивому равновесию звеньев проектируемой системы. «Руководитель» предназначен для информационной поддержки выработки и принятия стратегических и оперативных решений, т.е. своевременного распознавания и разрешения проблемных, кризисных ситуаций.

Представим программный комплекс для системы интеллектуального стратегического управления планирования, который является разработкой Института программных систем РАН, «Miracle» и ИСИДА-Т. Сущность этого продукта состоит в построении финансового стратегического плана, базирующегося на модулях, алгоритмах и решениях, а также применяет лингвистические переменные и «фреймовое представление как самих проблемных ситуаций, так и путей выхода из них с применением технологий интеллектуального анализа текстов на естественном языке». Программный комплекс «Miracle» обеспечивает построение динамических когнитивных «моделей и разработку планов управления ими на основе ситуационного управления и объектно-ориентированного моделирования с учетом класса объектов, наследования свойств, характеристики отношений, применения правил-продукций». Программный комплекс обеспечивает «сематическую коллекцию объектов и их связей, и результаты обработки естественно-языковых текстов с применением инструментальных средств ИСИДА-Т, а также когнитивное моделирование позволяют описывать множество правил и их изменений (динамика поведения, риск, ущерб, целостность и т.д.) для конкретных условий мониторинга и прогнозирования». Программный комплекс «Miracle» позволяет визуализировать массивы данных, описывать ситуации, ПС и составлять анализ по предложенным данным. Интеллектуальные технологии стратегического финансового планирования создают возможность оценки рисков, разработки мероприятий по снижению их эффекта и объединяя моральные и научные термины создают единое информационную и понятийную базу. Единый методический подход и применение единых интеллектуальных технологий стратегического планирования позволяет реализовать взаимодействие на различных уровнях в системе, достичь интеграции в организационной структуре отрасли, позволяющей достичь эффективных результатов деятельности всех звеньев отрасли.

Нарушение баланса в системе вызывает угрозу целостности и безопасности, и организационные решения при таком состоянии должны быть направлены на формирование эффективной целостности – интеграцию. Качество плановых, организационных и координационных решений определяет скорость восстановления нарушенной целостности системы под воздействием проблемных ситуаций, зависит от процесса моделирования, методологического обеспечения и применяемых управленческих технологий [5].

## Результаты. Роль цифровых двойников и сквозных, технологий управления при цифровизации предприятия

Рассматривая роль цифровых двойников и сквозных, технологий управления при цифровизации предприятия, в частности субъекта и объекта управления (рис. 3) следует выделить следующие взаимосвязи:

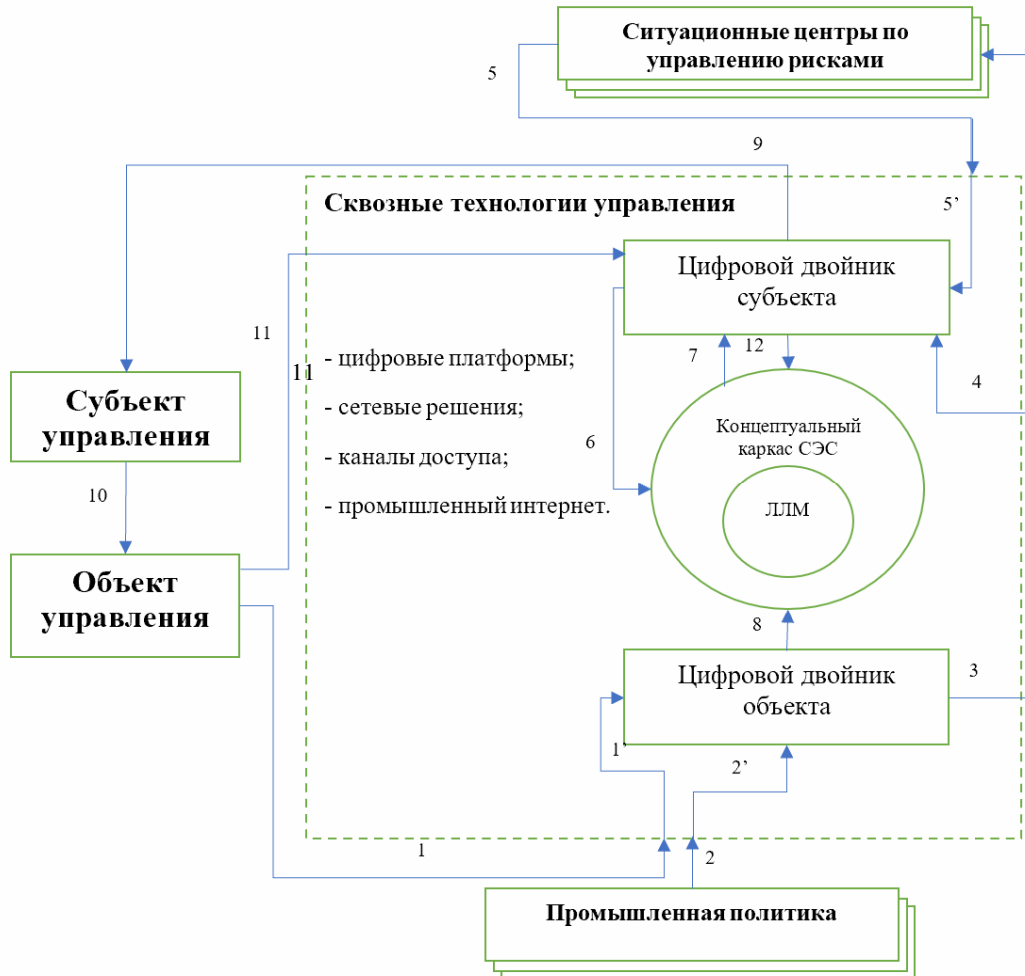


Рис. 3. Роль цифровых двойников и сквозных технологий управления в цифровой трансформации субъекта и объекта управления [4].

Обозначения на рисунке: 1 – информационный поток характеризующий объект управления; 1' – информационный поток характеризующий объект управления после формализации; 2 – информационный поток, генерируемый промышленной политикой; 2' – информационный поток, генерируемый промышленной политикой после формализации; 3 – передача данных для мониторинга состояния объекта во внешние ситуационные центры по управлению рисками; 4 – передача данных для мониторинга состояния объекта цифровому двойнику субъекта; 5 – информационный поток целеуказания на основании данных мониторинга состояния; 5' – информационный поток целеуказания на основании данных мониторинга состояния после формализации; 6 – обращение к базе знаний, содержащей решения проблемных ситуаций; 7 – вывод альтернативных вариантов решения проблемной ситуации; 8 – пополнение базы знаний о проблемных ситуациях; 9 – обратный логический вывод (вывод наиболее подходящего решения проблемной ситуации); 10 – имплементация решения; 11 – обратная связь о результате имплементации решения; 12 – пополнение базы знаний о результатах связи проблемная ситуация – решение. Составлено авторами.



Применение цифровых двойников имеет широкую сферу применения, которая напрямую зависит от отраслевой специфики деятельности предприятия, многоярусности управления, сложности решаемых задач управления [6]. Цифровые двойники применяются для повышения эффективности управления производственно-технологическими процессами, выявления рисков и угроз возникновения проблемных ситуаций в указанных процессах, на основании процедур диагностики и контроля их состояния. Применение технологии цифровых двойников в процессах управления требует тщательного анализа целесообразности таких решений. Лицами, принимающими решения, должны учитываться требования к кибербезопасности, к обеспечению конфиденциальности информации и антиципации угроз присущих новой технологии. Так вопросы внедрения и метод по ограничения применения технологии цифровых двойников рассматриваются в работе С.С. Боровского [7].

Таким образом современные интеллектуальные технологии в планировании способствуют повышению точности составляемых прогнозов, повышают скорость формирования плана, поддерживают выработку управленческих решений и моделируют последствия. Их достоинства – это возможность обрабатывать огромные массивы данных, обучаться на основе исторических данных и моделировать сценарии для выбора лучшего исхода. Недостатками являются сложность перехода к новому формату деятельности и поддержания актуальности данных.

С помощью цифрового двойника моделируются возможные сценарии, выявляются возможные будущие проблемы и создаются мероприятия по решению этих проблем. Цифровая трансформация в целом позволяет моделировать и визуализировать реальные ситуации, как внутренние, так и внешние, а также позволяет проработать альтернативные сценарии с целью поиска наилучшего решения.

### **Выводы**

Применение механизма интеграции, кооперации и специализации в основе соблюдения динамического равновесия производственной системы для опережающего выявления угроз и оценки рисков при моделировании и поиску решений по стратегическому планированию диктует необходимость применения продуктово-природной вертикали, механизма трансфертных цен (отслеживание надлежащего качества, регулирование стоимости, определение результатов по конечному продукту в цепочке, отслеживание жизненного цикла продукции и технологии, пространственную ориентацию размещения производств в регионах (преодоление расслоения населения, безработица, занятость), динамического когнитивного сценария («эталонное» представление о функционировании системы управления и распределения ресурсов в цепочке и объективирование ответственности руководителей) взаимодействия всех факторов,

включая угрозы и вызовы. Такой подход обеспечивает не только контроль за цепочками поставок и отслеживание формирования добавленной стоимости в пространственно-временном аспекте, но также экологизацию отходов после эксплуатации продукции.

Важно отметить, что продукты, созданные на основе всех компонентов продуктовых вертикалей, потребляются и используются непосредственно внутри самих вертикалей и лишь конечные продукты пересекают границы данной вертикали, направляясь в сферу потребления. В каждом узле есть возможность провести измерение создаваемой продукции в качестве стоимости предшествующих компонент. При этом схема вертикалей продукта способна показывать и контурировать условия непрерывного возобновления потоков стоимости как овеществление работы. Материал, поступающий от природы, следует по пути контактирования с разными скоростями, начиная с объектов добывающей сферы и заканчивая объектами сферы потребления, однако в каждой из сфер в них кристаллизуется определённое количество работы, в том числе инновационная деятельность. Использование метафункций, типовых технологий и семантической модели позволяет декомпозировать технологию по ситуационным центрам в России для решения задач локального снятия проблемных ситуаций, устранения локальных диспропорций, рационального распределения ресурсов с последующей их сборкой в единый план по входным и выходным параметрам планирования на региональном и продуктовом (отраслевом) уровнях.

### **Список литературы**

1. Волкова Э.С. Модернизация цифровой экономики в разрезе стратегического планирования на основе теории адаптивного управления // Наука и бизнес: пути развития, № 5, 2019, с. 85–87.
2. Кукор Б.Л., Клименков Г.В. Адаптивное управление промышленным комплексом региона: теория, методология, практика./Под общ. Ред. Б.Л. Кукора. – Екатеринбург-С.Петербург: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, 2017. – 306 с.
3. Пospelов Д.А. Ситуационное управление: Теория и практика. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 288 с. 5. Optner S.L. Systems analysis for business management. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1960. – 276 p.
4. Яковлева Е.А., Толочко И.А. Инструменты и методы цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Том 11. – № 2.
5. Виноградов А.Н. Интеллектуальные решения для системы стратегического управления и планирования / А.Н. Виноградов, Е.П. Куршев. // Системный анализ в проектировании и управлении. – 2020. – С. 311–318.
6. Два в одном: для чего заводу нужен цифровой близнец: [Электронный ресурс] // Digital Russia URL: <http://digital-russia.rbc.ru/articles/dva-v-odnom-dlya-chego-zavodu-nuzhen-tsifrovoy-bliznets/> (Дата обращения: 18.06.2021).
7. Боровский С.С. Возможные последствия для менеджера при внедрении цифрового двойника в управленческий комплекс компании // Вестник российского экономического Университета им. Г.В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. Т. 10, № 2 (30), 2020. – С. 63–68.

*Платонов Владимир Владимирович*<sup>1</sup>,  
профессор, доктор экономических наук, профессор;  
*Яковлева Елена Анатольевна*<sup>2</sup>,  
профессор, доктор экономических наук, доцент

## СОВМЕСТНОЕ КОГНИТИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ КАК МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ

<sup>1,2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный  
экономический университет,  
<sup>1</sup> vladimir.platonov@gmail.com,  
<sup>2</sup> helen7199@gmail.com

**Аннотация.** В статье развивается тема совместного когнитивного картирования, для комбинирования в процессе стратегического управления в сложных системах когнитивных карт, диаграмм влияния, байесовских сетей, использования возможностей человеко-машинного взаимодействия и искусственного интеллекта. Предложенный подход расширяет возможности стратегического управления, разработки программ изменений и проектов. Для ученых он предоставляет возможности активного исследования и формирования новых теорий путем консультационной деятельности, для практических менеджеров – применять когнитивное картирование при разработке и реализации стратегии.

**Ключевые слова:** мультидисциплинарность, стратегия, когнитивные карты, байесовские сети, диаграммы влияния, цифровизация.

*Vladimir V. Platonov*<sup>1</sup>,  
Professor, Doctor of Economic Sciences;  
*Elena A. Iakovleva*<sup>2</sup>,  
Professor, Doctor of Economic Sciences

## PARTICIPATIVE COGNITIVE MAPPING AS MULTIDISCIPLINARY APPROACH FOR MANAGING COMPLEX SYSTEMS

<sup>1,2</sup> Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University of Economics,  
<sup>1</sup> vladimir.platonov@gmail.com,  
<sup>2</sup> helen7199@gmail.com

**Abstract.** The article develops a procedure of participative cognitive mapping, to combine in the process of strategic management in complex systems cognitive maps, influence diagrams, Bayesian networks, using the capabilities of human-machine interaction and artificial intelligence. The proposed approach expands the possibilities of strategic

management, development of programs of change and projects. For scientists it offers opportunities for active research and developing of new theories through management consulting, for practical managers to apply cognitive mapping in the development and implementation of strategy.

**Keywords:** multidisciplinary, strategy, cognitive maps, Bayesian networks, influence diagrams, digitalization.

## **Введение**

Представители научных течений, активно осуществляющие исследование сложных хозяйственных систем, разделяют позицию, что особенности таких систем требуют вовлечения в научные исследования лиц, непосредственно принимающих управленческие решения (ЛПР), а также вовлечение самих исследователей в процесс стратегического планирования [14, 13, 11, 15]. Исследователь процесса принятия решений не может рассматриваться как нейтральный независимый наблюдатель и, аналогично, ЛПР являются активными участниками исследования [13, 14]. Предлагаемый в настоящей статье методический подход является реализацией данной эпистемологической предпосылки. Подход является мультиметодологическим, но его основой является когнитивное картирование. В данном исследовании под когнитивной картой понимается инструмент выявления и описания ментальных моделей ЛПР, и, в особенности, экспликации неявного экспертного знания относительно слабоструктурированных проблем [16]. Для исследователя когнитивное картирование предоставляет доступ к субъективному отражению в сознании руководителей, факторов и причинно-следственных взаимосвязей реального мира [4]. Ментальная модель, выявляемая путем когнитивного картирования, является отражением существующей в реальности сложной системы высокого уровня абстрактности. Основатель системной динамики Джей Форрестер указывал, что никто не держит полную картину мира в своей голове, а только наиболее важные факторы и взаимосвязи между ними [8]. За рубежом когнитивное картирование получило широкое развитие как метод исследований в области менеджмента. Работы по данному направлению активно публикуются в журналах с высоким импакт-фактором, входящим в первую квартиль. Основы отечественной школы когнитивных исследований в управлении были заложены учеными Лаборатории «Когнитивного моделирования и управления развитием ситуаций» ИПУ РАН (Н.А. Абрамова, З.К. Авдеева, С.В. Коврига, В.В. Кульба, В.И. Максимов, А.Н. Райков) и активно развиваются в Южном федеральном университете под руководством Г.В. Гореловой [2, 1, 3], в том числе, в плане как выявления ментальных моделей, так и их обработки с использованием математических методов [2]. В Санкт-Петербурге Б.А. Кукор с коллегами разработали ряд аспектов применения данной методологии в системах стратегического управления. Широ-

кие перспективы открываются перед когнитивным моделированием с цифровизацией и развитием искусственного интеллекта, так как, с их помощью становится возможным проанализировать большое количество структур и вариантов поведения сложной системы, гораздо больше, чем эксперты могут обработать самостоятельно, без помощи когнитивных карт и компьютерных программ [9].

Научная новизна предлагаемого в этой статье подхода состоит в развитии процедуры совместного когнитивного картирования, впервые предложенного нами для инициирования междисциплинарных проектов в сети Меганаука [5], его расширении и обобщении для использования в процессе стратегического управления в любых сложных системах. Новая процедура совместного когнитивного картирования расширяет возможности стратегического управления, позволяя ЛПР использовать ее для выработки и обоснования управленческих решений, разработки программ изменений и проектов. Для ученых она открывает возможности для активного исследования и формирования новых теорий, реализуя ключевое положение методологии критического реализма, согласно которому «практика идет впереди теории» [13, р. 494].

### **1. Подход к принятию стратегических решений по управлению сложными хозяйственными системами на основе совместного когнитивного картирования с использованием человеко-машинного взаимодействия**

Предлагаемый подход представляет собой трансформацию когнитивного картирования из метода поискового (эксплораторного) научного исследования и экспликации экспертного знания, а также инструмента стратегического анализа в метод стратегического управления, вплоть до реализации программы мероприятий. Описанный ниже подход интегрирует процедуру совместного когнитивного картирования в рамках мягкого подхода к исследованию операций, получившему название «4А» (Appreciation, Analysis, Assessment, Action) – Выявление, Анализ, Оценка и Действие, предложенного Мингерсом и Броклесби для решения задач стратегического управления в сложных системах [13]. В итоге, разработана мультидисциплинарная организационная модель принятия стратегических решений по управлению сложными хозяйственными системами на основе совместного когнитивного картирования, блок-схема которой представлена на рисунке 1. Она позволяет вовлечь ЛПР в процесс научного исследования, а ученых в процесс стратегического планирования, интегрировать процедуры, реализуемые людьми и компьютерами в рамках последовательного процесса человеко-машинного взаимодействия, объединить в рамках одного методологического подхода методы и инструменты, относящиеся к различным научным традициям – нечетким

когнитивным картам, байесовским сетям, диаграммам влияния, а, в перспективе, использованию возможности искусственного интеллекта и нового ресурса, возникшего в результате цифровизации – больших данных. Важнейшие элементы подхода апробировались в реальном секторе экономики при разработке стратегии крупной логистической компании и малой инновационной компании высокотехнологичной отрасли, а также сети взаимодействия научных организаций. Вместе с тем, разрабатываемый подход дополнен некоторыми элементами, которые еще только предполагается опробовать на практике.

Коллективная когнитивная карта позволяет выявить проблемную ситуацию, так как она представляется экспертам в виде ключевых факторов и их взаимосвязей. Отметим, что, в случае совместного когнитивного картирования, эксперты и ЛПР совпадают. Так как речь идет об анализе сложных систем, осуществляется не выявление отдельных факторов, а предоставление системной картины мира, взгляда на мир команды управленцев, высокой степени абстракции – *Weltanschauung*.

Предлагаемый подход для сбора данных и составления когнитивных карт комбинирует номотетическую и идеографическую техники причинно-следственного картирования [6]. Исходным пунктом процедуры является определение широких тем и круга проблемных ситуаций [5]. Определение круга проблемных ситуаций – самая важная процедура, так она выявляет, как исходный набор проблем, так и значимых факторов стратегического характера, которые их обуславливают. терминах конструктивистского подхода они представляют собой конструкты. Они представляют основу индивидуальных и коллективных ментальных моделей, так и диаграмм влияния, составляя фундамент последующих процедур. Тем не менее, именно это – «слабое звено» совместного когнитивного картирования, из-за субъективного, во многом произвольного, отбора актуальных проблем. Составление исходного списка вопросов носит субъективный характер. Исследователи, во-многом, субъективно определяют исходный перечень, используя научную литературу, отраслевые публикации, новости. При этом, неизбежно отбор тем, проблем и факторов определяется теоретическими воззрениями исследователей.

В итоге, генерируется список из 50 наиболее значимых факторов/проблем. Из этого списка ЛПР должны выбрать 12-15 факторов/проблем, наиболее важных по его/ее мнению. Затем они должны связать эти факторы между собой, тем самым показав наиболее важные причинно-следственные связи.

На рисунке 1 процедуры, осуществляемые людьми, обозначены буквой «Н», этапы, реализуемые компьютером, включая использование искусственного интеллекта, обозначены буквой «М».

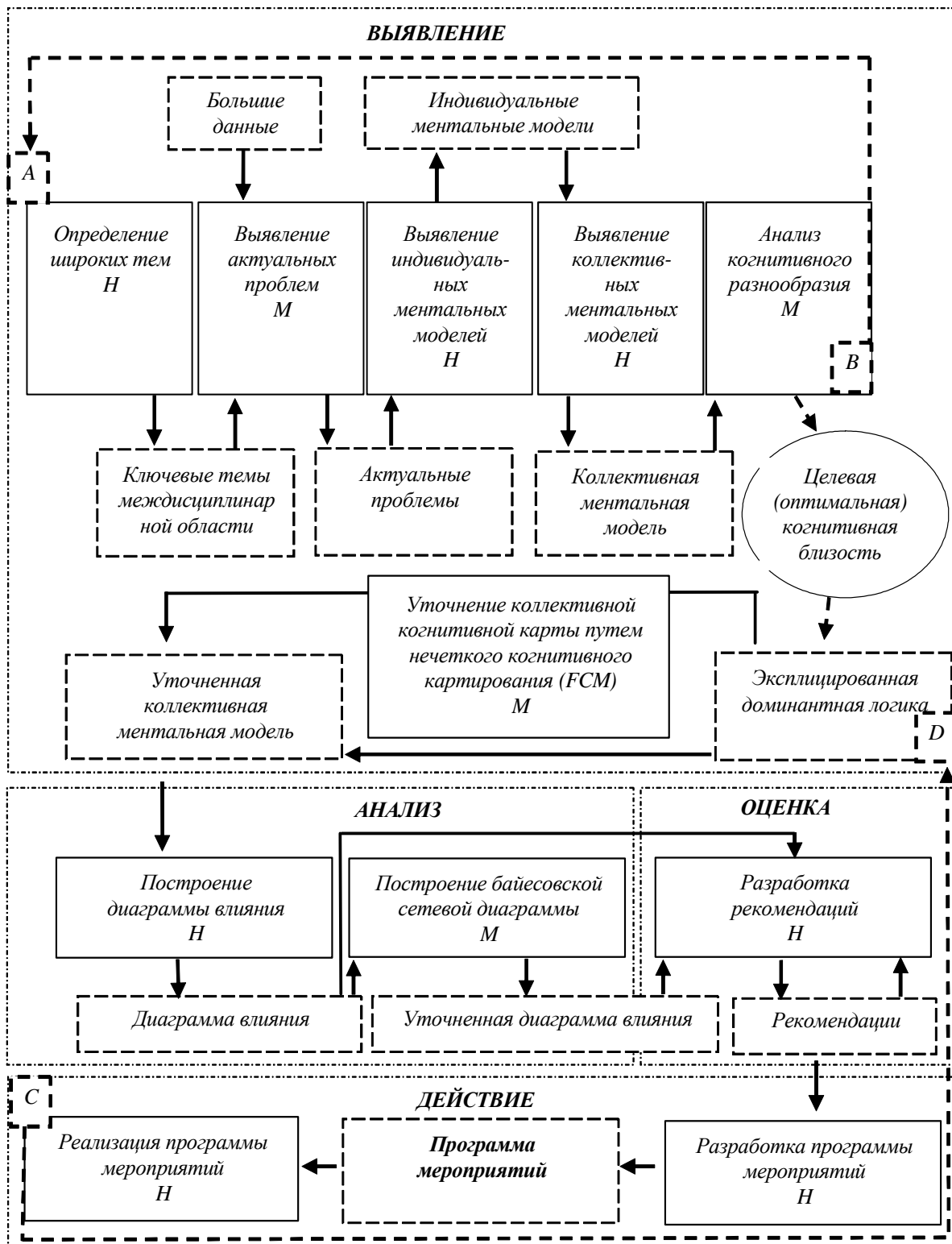


Рис. 1. Методический подход к совместному когнитивному картированию для принятия решений с использованием человеко-машинного взаимодействия

Применение технологий машинного обучения с использованием больших данных позволяет принципиально повысить объективность процедуры гибридной (нотетической и идеографической) техники

причинно-следственного картирования. Это одна из тех точек предлагаемой организационной модели, наряду с применением байесовских сетей и нечетких когнитивных карт, где обеспечивается связь между конструируемой реальностью и объективной реальностью, наряду с выявлением объективной реальности через когнитивные линзы ЛПР. Применение больших данных и искусственного интеллекта позволяет эту связь качественно усилить.

Следует подчеркнуть, что роль исследователя и модератора процесса остается исключительно важной, также, как и значение выбранной учеными теоретической основы когнитивного исследования, лежащего в основе всей процедуры. Тем не менее, использование искусственного интеллекта и больших данных снижает субъективность и уменьшает предвзятость при обосновании управленческих решений.

Следующей важной процедурой является построение коллективной ментальной модели путем количественного анализа с использованием матриц смежности и последующего анализа когнитивного разнообразия с применением расчета когнитивной дистанции (когнитивного разнообразия) между индивидуальными ментальными моделями. Матрица смежности размером  $100 \times 100$ , соответствующая списку из 50 факторов и проблем формируется в результате компьютерной обработки в системе Matlab [5, 6]. Построение и уточнение коллективных когнитивных карт представляет собой итоговый результат этапа «Выявление».

Далее процедура продолжается в ходе ряда итераций (контур обратной связи В – D), пока не будет достигнут установленный исследователями целевой уровень когнитивной дистанции. После его достижения этап «Выявление» завершен – выявлена общая для команды ЛПР картина внутренней и внешней среды организации («картины мира» – *Weltanschauung*). В плане стратегического анализа она является эксплицированной доминантной логикой – коллективным укоренившимся представлением руководства об организации успешной деятельности [4, 20]. Именно она будет основой для разработки диаграмм влияния на этапе «Анализ», рекомендаций на этапе «Оценка», будет воплощаться в жизнь в рамках программы мероприятий и, при необходимости, пересматриваться путем повторного проведения процедуры или ее отдельных этапов (контур обратной связи D – C).

Значение целевой когнитивной дистанции определяется по формуле (1) [12]. В числителе формулы – расстояние между двумя когнитивными картами, а в знаменателе – максимально возможное расстояние, с учетом всех важнейших компонент когнитивного разнообразия. Для одинаковых когнитивных карт значение DR составляет 0, а полное



различие между индивидуальными представлениями ЛПП о внутренней и внешней среде сложной системы соответствует DR равной единице.

$$DR = \frac{\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^p diff(i, j)}{6p_c^2 + 2p_c(p_{u_A} + p_{u_B}) + p_{u_A}^2 + p_{u_B}^2 - (6p_c + (p_{u_A} + p_{u_B}))} \quad (1)$$

$$diff(i, j) = \begin{cases} 0 & \text{если } i = j \\ 1 & \text{если } i \text{ или } j \notin P_c \text{ и } i, j \in N_A \text{ или } i, j \in N_B, \\ |a_{ij} - b_{i,j}| & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

где  $DR_z$  – когнитивные дистанции коллективных ментальных моделей, полученных в ходе последовательных сессий совместного когнитивного картирования ( $z$ );  $DR_z \in [0;1]$ , то есть идентичные ментальные модели будут иметь значение DR равное нулю, а 1 указывает на наибольшее разнообразие;

$i$  и  $j$  – строки двух расширенных ассоциативных матриц,  $p$  – количество узлов, общих в двух расширенных ассоциативных матрицах размера  $p$ ,  $N_A$  – количество узлов в первой ассоциативной матрице;  $N_B$  – количество узлов во второй ассоциативной матрице,  $P_c$  – множество узлов, общее для обеих матриц,  $p_c$  – количество этих узлов,  $P_{u_A}$  – количество уникальных узлов первой ассоциативной матрицы,  $P_{u_B}$  – количество уникальных узлов второй ассоциативной матрицы,  $a_{ij}$  и  $b_{ij}$  значение  $i$ -ой строки и  $j$ -ого столбца соответственно первой и второй ассоциативной матрицы.

Коллективная когнитивная карта может быть уточнена с применением нечеткой логики, в результате которого будет построена нечеткая когнитивная карта. Этот подход получил распространение, более того, был апробирован как совместная процедура, включающая ЛПП [10]. Нечеткие когнитивные карты разработаны на основе теории графов и являются «частично количественными» (semiquantitative). Методы графов используются для представления знаний, а в области искусственного интеллекта получили название «семантические сети» [7]. Применение данной техники позволяет осуществить анализ сценариев, определить начальное и конечное состояние равновесия в зависимости от выявляемых динамических характеристик моделируемой системы путем ряда итерационных шагов [10, 19]. Тем самым появляется возможность ответить на вопрос: что если? Она реализуется рассмотрением того, как как система, представленная нечеткой когнитивной картой, смещается между наборами равновесных точек. Сценарии позволяют оценить альтернативные равновесные состояния, в случае изменения компонентов нечеткой когнитивной карты, и, тем самым скорректировать модель.

Построение коллективной когнитивной карты в предлагаемой процедуре является итоговым результатом этапа «Выявление», согласно мо-

дели 4А, и отправной точкой для процедуры «Анализ». В плане процесса принятия решений, когнитивная карта становится основой для совместной разработки исследователями и ЛПР диаграмм влияния – графического инструмента для отображения взаимодействия различных элементов процесса принятия решения с учетом системы социальных, экономических, экологических и технологических факторов. Обычно решения на диаграмме влияния изображаются прямоугольниками, случайные события или неопределенности – овалами или кругами, входы и выходы – округлыми прямоугольниками, а результирующие значения – ромбами. Диаграммы влияния могут предусматривать петли обратной связи, если они не используются в указанном ниже построении байесовских сетей.

Диаграмма влияния на основе байесовской сети может быть построена на основе выявленной когнитивной ментальной модели ЛПР в форме направленного ациклического графа. Это позволяет проанализировать влияние фактора неопределенности на выявленные в ходе процедуры совместного когнитивного картирования факторы с использованием алгоритма пропагации свидетельства для анализа чувствительности [17]. Таким образом, исходная диаграмма влияния может быть скорректирована с использованием возросших возможностей компьютеров и искусственного интеллекта. Альтернативный вариант, когда байесовская диаграмма влияния будет напрямую построена с применением машинного обучения к большим данным и сопоставлена с исходной, которая выведена на основе коллективной когнитивной карты. Имеются научные публикации, согласно которым анализ байесовских сетей может быть скомбинирован с методом Монте-Карло [18].

Два последних этапа предлагаемой процедуры соответствуют общему подходу к стратегическому планированию. С этого момента предлагаемая нами процедура интегрируется в процесс стратегического планирования, в том виде, как он традиционно реализуется в практическом менеджменте. На этапе «Оценка» результаты анализа оцениваются для выработки рекомендаций по осуществлению изменений для решения выявленных проблем. Для реализации этих мероприятий, на заключительном этапе («Действие») вырабатывается программа мероприятий – действий по воплощению в реальную действительность рекомендаций. В ходе реализации программы мероприятий, весьма вероятно, что появится новая информация и могут возникнуть проблемные ситуации, решение которых потребует пересмотра коллективной картины мира, выработанной командой управленцев и внешними экспертами. Эта ситуация весьма вероятна и предусмотрена дугой обратной связи D – C. В этом случае, активируется контур обратной связи, включающий повторное уточнение коллективной ментальной модели и диаграммы влияния, а также добавление и корректировку рекомендаций, а также программы мероприятий. Он также может потребовать реализации «машинных»

процедур нечеткого когнитивного картирования и/или построения байесовских сетей, даже, если они не были предусмотрены первоначальным дизайном исследования. Обусловлено это тем, что указанные машинные процедуры с использованием искусственного интеллекта наиболее эффективны при возникновении новых угроз и проблемных ситуаций, а также обновлении больших объемов информации о существующих угрозах и проблемных ситуациях, требующих корректировки и пересмотра всей цепочки сделанных ранее оценок и выводов. В предлагаемом подходе к совместному когнитивному картированию, наличие двух контуров обратной связи призвано учесть особенность модели 4А, на которую указывают Мингер и Броклесби: виды активности в ней представляют собой не последовательность осуществляемых этапов, а виды деятельности, реализуемые постоянно в ходе разработки и реализации стратегии [13].

### **Заключение**

Предлагаемый подход вписывается в оба основных направления современных исследований в области стратегического управления в сложных хозяйственных системах – критического реализма и конструктивизма, но, в наибольшей степени, соответствует последнему, так как конструктивисты определяют социально-экономическую реальность как неизбежно зависящую от сознания ЛПР и исследователей, конструируемую ими [15]. Предлагаемая процедура является одновременно научно-исследовательской и прикладной – именно процессом конструирования, «генерирования» [15] социально-экономической реальности. Вместе с тем, описанная организационная модель предусматривает каналы поступления информации о физической среде за пределами социальных конструктов. Действенность этих каналов должна принципиально возрастать с развитием технологий анализа больших данных.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ, проект 19-010-00257 Методология анализа промышленных предприятий и отраслей нематериального производства в условиях информационного общества и цифровизации.

### **Список литературы**

1. Авдеева З.К., Коврига С.В., Макаренко Д.И. Когнитивное моделирование для решения задач управления слабоструктурированными системами (ситуациями) // Управление большими системами: сборник трудов. 2006. № 16. С. 26–39.
2. Волкова В.Н., Горелова Г.В., Козлов В.Н., Лыпарь Ю.И., Паклин Н.Б., Фирсов А.Н., Черненькая Л.В. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Издательство Юрайт, 2014. – 592 с.
3. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. – Ростов н/д: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с.

4. Елисеева, Платонов В.В., Бергман Ю-П., И. Дюков, Рюйотта П. Формирование доминантной логики развития компании: всматриваясь в черный ящик // *Экономическая наука современной России*. – 2016. – №4. – С. 53–67.
5. Карлик А.Е., Платонов В.В., Кречко С.А. Совместное когнитивное картирование — метод обеспечения междисциплинарных инновационных проектов меганауки // *Экономическая наука современной России*. – 2018. – №4. – С. 65–84.
6. Bergman J.-P., Knutas A., Jantunen A., Tarkiainen A., Luukka P. Karlik A., Platonov V. Strategic Interpretation on Sustainability Issues: Eliciting Cognitive Maps of Boards of Directors // *Corporate Governance (Bingley)*. – 2016. – No. 1. – Vol. 16, – pp. 162–186.
7. Chrysafiadi K., Virvou M. A knowledge representation approach using fuzzy cognitive maps for better navigation support in an adaptive learning system // *SpringerPlus*. – 2013. – Vol.2. – No.1. – p. 81.
8. Forester J.W. Counter intuitive Behavior of Social Systems // *Technology Review* 1971 – Vol. 73. No.3. – pp. 52–68.
9. Gorelova G.V., Pankratova N.D. Scientific Foresight and Cognitive Modeling of Socio-Economic Systems / *Proceedings of the 18th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability (TECIS-2018)*. IFAC Papers OnLine. Elsevier. – 2018. – pp. 145–149.
10. Gray S. A., Gray J., De Kok L., Helfgott A. E. R., O'Dwyer B., Jordan R., Nyaki A. Using fuzzy cognitive mapping as a participatory approach to analyze change, preferred states, and perceived resilience of social-ecological systems // *Ecology and Society*. – 2015. – Vol. 20. – No. 2. – pp. 11–21.
11. Kwan K-M, Tsang EWK. Realism and constructivism in strategy research: a critical realist response to Mir and Watson // *Strategic Management Journal*. – 2001. – Vol. 22. – No. 12. – pp. 1163–1168.
12. Langfield-Smith K. M. Exploring the need for a shared cognitive map // *Journal of Management Studies*. – 1992. – Vol. 29. – No. 3. – pp. 349–368.
13. Mingers J., Brocklesby J. Multimethodology: Towards a framework for mixing methodologies // *Omega*. – 1997. – Vol. 25. – No.5. – pp. 489–509.
14. Mir R, Watson A. Strategic management and the philosophy of science: the case for a constructivist methodology // *Strategic Management Journal*. – 2000. – Vol. 21. – No. 9. – pp. 941 – 953.
15. Mir R., Watson A. Critical realism and constructivism in strategy research: Towards a synthesis // *Strategic Management Journal*. – 2001. – Vol. 22. No. 3. – pp. 1169-1173.
16. Montazemi A, Chan L. An analysis of the structure of expert knowledge // *European Journal of Operational Research*. – 1990. – Vol. 45. – No. 3. – pp. 275–292.
17. Nadkarni S., Shenoy P.P. A Bayesian network approach to making inferences in causal maps // *European Journal of Operational Research*. – Vol. 128. – No. 3. – pp. 479–498.
18. Namazian A., Yakhchali S. H., Yousefi V., Tamošaitienė J. Combining Monte Carlo Simulation and Bayesian Networks Methods for Assessing Completion Time of Projects under Risk // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Vol. 24. – No. 16. – pp. 24–50.
19. Özesmi U., Özesmi S.L. Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach // *Ecological Modelling*. – 2004. – No. 176. – pp. 43–64.
20. Prahalad C.K., Bettis R.A. The Dominant logic: a New linkage between diversity and performance // *Strategic Management Journal*. – 1986. – No. 7. Vol. 6. – pp. 485–501.

*Льноградский Леонид Аркадьевич*,  
руководитель ИТ отделения, канд. техн. наук

## **СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Россия, г. Самара, ООО «ССИ Шефер», l.a.lnograd@gmail.com

**Аннотация.** Основные понятия теории систем рассматриваются с позиций разработчика, выполняющего конкретный проект. Предложена последовательность принятия проектных решений, позволяющая обеспечивать целостность системы на всех этапах проектирования. Предложена конструкция, построенная на базе формального определения системы и представлений о компонентах, которая позволяет фиксировать проектные решения в заранее заданной форме. Кратко обозначены преимущества матричного подхода при решении практических задач.

**Ключевые слова:** системный анализ, система управления, модуль, объекты, нисходящее проектирование, декомпозиция, целостность.

*Leonid A. Lnogradsky*,  
Head of IT Department, Candidate of Technical Sciences

## **SYSTEM DESIGN BASED ON MATRIX CONSTRUCTIONS**

Russia, Samara, LLC “SSI Schaefer”, l.a.lnograd@gmail.com

**Abstract.** The basic concepts of systems theory are considered from the standpoint of a developer performing a specific project. A sequence of design decisions is proposed, which allows ensuring the integrity of the system at all stages of design. A construction based on a formal definition of the system and concepts of components, which allows fixing design solutions in a predetermined form, is proposed. The advantages of the matrix approach in solving practical problems are briefly outlined.

**Keywords:** systems analysis, control system, module, objects, top-down design, decomposition, integrity.

Задачи теоретического исследования систем и задачи их проектирования различаются тем, что в первом случае мы идем от реального объекта к его модели, а во втором сначала появляется модель, а уже потом ее реализация. Как следствие, методы исследования и методы разработки используют одни и те же понятия и представления, но у разработчика возникает свое видение основных положений теории систем.

Мы называем системой такие процессы и потоки ресурсов, которые регулярно повторяются. Можно отталкиваться от стабильных процессов (алгоритмов), которые используют необходимые им ресурсы, или от

стабильных потоков ресурсов (объектов), которые участвуют в соответствующих процессах. Допустим, нас интересуют регулярные потоки ресурсов. Тогда наши рассуждения сводятся к следующему.

Мир состоит из множества ресурсов, которые постоянно находятся в движении. В пределах любого промежутка времени часть ресурсов остается неизменной, другая часть просто перемещается, а третья превращается в новые ресурсы. Выбирая один из регулярных потоков, в котором основные события постоянно повторяются, мы называем его системой, и при этом включаем в это понятие и все обеспечивающие его объекты и процессы.

Наши представления о системе отражаются в ее модели. Использование единого математического аппарата для описания всей системы проблематично, поэтому речь идет о совокупности частных моделей, увязанных в единую конструкцию. Если исследователю удобнее сначала строить частные модели, а затем собирать их вместе, то разработчик предпочитает двигаться от общей конструкции в сторону определения деталей.

В предлагаемой работе рассматривается один из подходов к формированию такой конструкции. Выделение системы из окружающего мира приводит к появлению «внутренней части», которую мы рассматриваем во всех подробностях, а также «внешней части», которая обеспечивает систему необходимым сырьем и принимает готовые результаты. Несмотря на то, что внешние процессы нас не интересуют, мы вынуждены участвовать в них. Например, анализировать рынок сбыта, искать потребителей, заключать с ними договоры, планировать отгрузку. Разделение на внутреннюю и внешнюю части зависит от позиции наблюдателя, а в сложных системах представляет собой многоуровневую структуру. Заметим, что оно проводится как в пространстве, так и во времени.

В определении, сформулированном В.Н. Волковой, система понимается как совокупность взаимодействующих компонент

$$S = ( Z, STR, TECH, COND )$$

где **Z** – структура целей, **STR** – структуры, реализующие цели, **TECH** – технологии и **COND** – условия существования системы [1].

При определенной трактовке можно увидеть в этом определении две пары компонент – пространственную и временную. Например, если считать, что **STR** – это внутренние процессы и ресурсы, а **COND** – внешние, получаем единую пространственную структуру, в которой наблюдатель занял определенную позицию, разделив ее на две компоненты.

С точки зрения разработчика сложной системы, выделение двух уровней для моделирования недостаточно. Например, хотелось бы иметь уровни рабочего места, участка, цеха, завода. Все они обмениваются не-

которыми ресурсами  $S$ , а также имеют другие, внутренние ресурсы  $W$ , которые не выходят за пределы уровней. Тогда все множество ресурсов можно разделить на группы:

$$R = \{ G_1, G_2, G_3, \dots \} = \{ (W_1, S_{12}); (S_{12}, W_2, S_{23}); (S_{23}, W_3, S_{34}) \dots \}$$

Все процессы, то есть функции, выполняемые на множестве ресурсов, делятся на обмен (перенос  $S$  из одной группы в другую) и переработку (появление нового ресурса на базе имеющихся).

Функция обмена ресурсами  $T_{i,i+1} = \{ T_i ( S_{i,i+1} ), T_{i+1}( S_{i,i+1} ) \}$  представлена в виде двух согласованных составляющих, каждая из которых выполняется на соответствующем уровне. Отгрузке ресурса должна соответствовать его приемка другой стороной. Функции переработки имеют вид  $R_j = P_j ( S_x, W_y, \dots )$ , где  $R_j$  может быть как  $S$ , так и  $W$ , а в качестве аргументов могут участвовать любые ресурсы данного уровня. Переработка осуществляется только внутри групп.

Конкретизация обозначенных выше функций проводится позже, когда для моделирования используют подходящий математический аппарат – аналитические зависимости, алгоритмы и т.д.

До сих пор рассматривалось пространственное разделение ресурсов и функций по уровням. Аналогичный результат получаем, рассматривая их разделение по времени. В этом случае компоненты  $Z$  и  $TECH$  образуют пару, разбиваемую на несколько уровней. Например, день, неделя, месяц, квартал, год. Для того, чтобы обеспечить ежедневный выпуск продукции (цель) необходимо выполнять еженедельную смазку оборудования, ежемесячную выплату зарплаты, закупку нового оборудования и так далее (технологии). Получаем соответствующие группы ресурсов, где  $V$  – это ресурсы одного уровня, а  $C$  – ресурсы, используемые на смежных уровнях.

$$R = \{ Q_1, Q_2, Q_3, \dots \} = \{ (V_1, C_{12}); (C_{12}, V_2, C_{23}); (C_{23}, V_3, C_{34}) \dots \}$$

Функции обмена и переработки выглядят аналогично:

$$T_{i,i+1} = \{ T_i ( C_{i,i+1} ), T_{i+1}( C_{i,i+1} ) \}$$

$$R_j = P_j ( C_x, V_y, \dots ),$$

Мы получили два независимых разбиения объектов на группы, причем каждый объект присутствует в модели дважды – в пространственной группе и во временной. Если выбрать эти два разбиения в качестве осей матрицы, получим разбиение, где объект будет зафиксирован только один раз в соответствующей клетке.

Возьмем, к примеру, группу ресурсов  $V_1$ . Это внутренние ресурсы первого уровня временной оси. Однако каждый ресурс, входящий в  $V_1$ , одновременно входит в одну из территориальных групп –  $W_1, S_{12}, W_2, \dots$

Пересекая эти группы между собой, получим группы ресурсов для соответствующих клеток матрицы:  $W_1 V_1$  ( $W_1 \& V_1$ ),  $S_{12} V_1$ ,  $W_2 V_1$  (рис. 1). Заметим, что обмен ресурсами ведется только по строкам и столбцам.

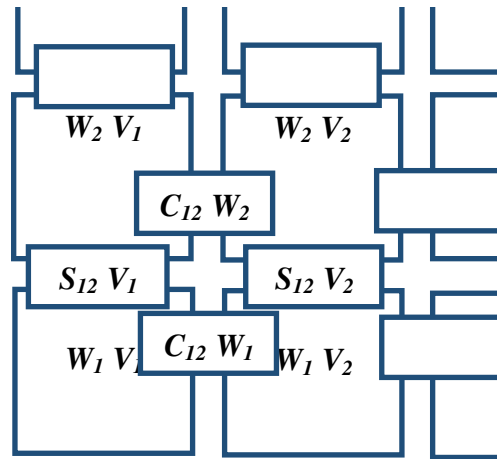


Рис. 1. Распределение ресурсов по клеткам матрицы

Что же касается функций, то их разбиение по клеткам не добавит наглядности, поскольку ясно, что должны быть реализованы функции обмена между клетками на основе соответствующих ресурсов, а функции переработки пока еще не были детализированы. Таким образом, матричная структура определяется в основном обозначением ресурсов, находящихся на пересечении клеток.

С этого момента можно рассматривать каждую клетку автономно и продолжать детализацию модели. Клетка (совокупность клеток) – это подсистема, которая получается из главной матрицы путем вычеркивания определенных строк и столбцов. В целом ряде случаев возможно деление соответствующих клеток на более мелкие и обозначение новых ресурсов обмена и переработки. Другими словами, развитие модели может вестись рекурсивным образом. Но могут быть и другие подходы. Важно то, что введение матрицы позволило свести исходную задачу к четырем менее сложным задачам плюс обозначенным ресурсам обмена.

Мы не утверждаем, что приведенное выше определение системы (а тем более другие существующие определения) полностью соответствует понятию матрицы. Мы указываем лишь на их достаточно близкое соответствие. Это означает, что разработчик может пользоваться инструментом, удобным для решения его практических задач, и одновременно отражающим теоретические знания о сущности системы.

В системном анализе важное место занимают многоуровневые иерархические структуры, обозначенные М. Месаровичем как стратифицированные, многослойные и многоэшелонные [2]. При этом для каждой системы предлагается выбрать одну из этих структур в качестве базовой,



а остальные рассматривать как вспомогательные. Таким образом, кроме четырех взаимосвязанных компонент мы получаем еще три структуры, связь между которыми также определена не вполне четко.

Рассмотрим этот вопрос с позиции матрицы. Если допустить, что стратификация связана с пространственной осью, то взаимодействие уровней достигается через общие решения (аналогия с объектами обмена). При этом на каждой страте решаются свои «внутренние» вопросы, не затрагивающие другие страны (аналогия с внутренними функциями). Все это позволяет нам совместить представления о стратифицированных структурах с разбиением системы по пространственной оси.

Аналогично многослойная структура связана с разделением процессов по времени, от коротких событий к длинным периодам. На каждом новом уровне появляются дополнительные процессы планирования и управления, снабжения и поддержки. Эта структура соответствует оси времени.

Управление системой предполагает разбиение задач между работниками. Допустим, каждый работник занимается задачами одной клетки. Нетрудно увидеть, что наиболее сложные задачи относятся ко всей системе и к максимальному временному периоду. Далее сложность уменьшается при движении по диагонали матрицы к левой нижней клетке. Таким образом, матрица отражает и многоэшелонную структуру (рис 2).

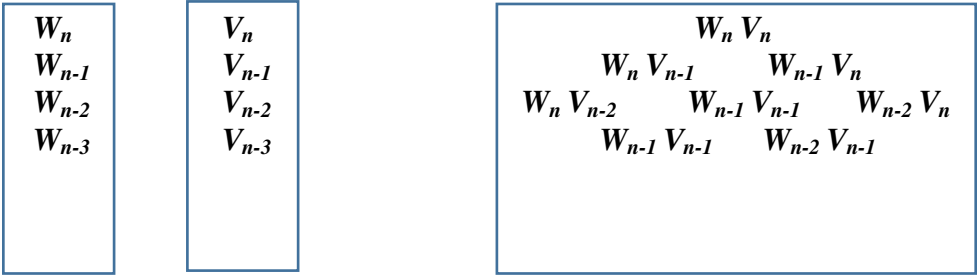


Рис. 2. Отражение на матрицу стратифицированной структуры (слева), многослойной структуры и многоэшелонной структуры (справа)

В результате получаем единую структуру системы, в которой место для основных понятий определено априорно. Использование единой структуры системы в виде типовой конструкции (модели) позволяет коллегам, занятым разными системами, гораздо лучше понимать друг друга и использовать опыт, полученный в смежных проектах.

Занимаясь исследованием систем, аналитики стремятся добиться целостного представления о системе. В случае использования матрицы целостность возникает априорно и сохраняется, по крайней мере на верхнем уровне. Действительно, не существует возможности принять какое-либо существенное решение (выбрать новый объект, функцию, связь) без его отражения в матрице.

На практике система всегда проектируется итерационно. Первые сведения о ней позволяют построить эскизную модель и в дальнейшем уточнять ее, при необходимости изменяя количество строк или столбцов, а также изменять границы между ними.

Удобным является модульное конструирование, где модулем мы называем одну клетку с примыкающими к ней объектами обмена во всех направлениях. Такой подход особенно важен при работе с типовыми системами, где возможно прямое использование моделей и готовых решений (например, программ), полученных в предыдущем проекте. И если сами системы оказываются все же разными, то на уровне модулей совпадения гораздо более вероятны, что экономит усилия как на этапе моделирования, так и на этапе разработки.

Развитие матрицы позволяет использовать идеи, заложенные в технологиях нисходящего проектирования и ERP. В первом случае итерации совершаются путем многократного прохождения от общей схемы к все более детализированной. Верхние уровни постоянно проверяются, а в случае необходимости корректируются. Во втором случае проектирование ведется от конечного результата в сторону обеспечивающих процессов. Та и другая идеи имеют много общего, поэтому их можно объединить.

Проектирование ведется от цели в сторону процессов поддержки. В зависимости от ситуации целью может быть создание новой системы, реорганизация старой, интеграция, переход к серийной разработке и т. д. Аналитик поступит верно, если начнет строить как раз ту часть матрицы, которая связана с основной целью. Таким образом, нам представляется, что должна использоваться итерационная техника нисходящего проектирования, только не сверху вниз, а от цели к обеспечивающим процессам.

Идеи, изложенные здесь, были опубликованы в 2000 и в 2013 году и с тех пор прошли многократную проверку в различных предметных сферах [3, 4]. Они оказались полезными в разработке системы управления электротехническим предприятием, в системе управления университетом, в логистических и экологических проектах.

#### **Список литературы**

1. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем. – М.: Высш.шк., 2006. – 511 с.
2. Месарович М., Мако Д., Такахага И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
3. Лыноградский Л.А. Горизонты системного анализа. – Самара: ИЭКА «Поволжье», 2000. – 244 с.
4. Лыноградский Л.А. Системная матрица. – Самара: «Издательство СНИЦ РАН». – 2013. – 92 с.

**Виноградов Андрей Николаевич**<sup>1</sup>,

Врио руководителя

Исследовательского центра искусственного интеллекта,  
доцент, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Куршев Евгений Петрович**<sup>2</sup>,

ведущий научный сотрудник

Исследовательского центра искусственного интеллекта,  
доцент, кандидат технических наук

## **НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД В МОДЕЛИРОВАНИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

<sup>1,2</sup> Россия, Ярославская обл., Институт программных систем  
им. А.К. Айламазяна РАН,  
<sup>1</sup> andrew@andrew.botik.ru,  
<sup>2</sup> epk@epk.botik.ru

**Аннотация.** В статье раскрыты основы исследования применения нейросетевой технологии в интеллектуальных динамических экспертных системах на базе логико-лингвистического моделирования для задач развития оборонно-промышленного комплекса. Раскрывается потенциал использования семиотического моделирования поведения сложных промышленных систем с учетом требований политической и экономической безопасности на основе программных продуктов ИПС им. А.К. Айламазяна посредством механизма адаптивного управления и динамического когнитивного сценария, которые обеспечивают визуализацию последствий принятых стратегических управленческих решений по всем сценариям реализуемого программно-целевого подхода. Целью исследования является повышение эффективности системы принятия и поддержки решений в стратегическом контуре оборонно-промышленного комплекса как для отдельных организаций научно-производственного звена, так и совокупности предприятий оборонной промышленности. Методология исследования опирается на важнейшие теории системного подхода – теорию систем и ситуационного управления, теорию адаптивного управления. Результатом работы является обоснование применения нейросетевого подхода в интеллектуальных системах принятия поддержки решений для поиска решений задач развития отрасли в динамике.

**Ключевые слова:** системный анализ, нейросетевые технологии, оборонно-промышленный комплекс, интеллектуальные динамические системы, стратегическое управление, безопасность.

**Andrey Ni. Vinogradov**<sup>1</sup>,

Acting Head of the Research Center for Artificial Intelligence,

Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences;

**Evgeny P. Kurshev**<sup>2</sup>,

Leading Researcher, Research Center for Artificial Intelligence,

Associate Professor, Candidate of Technical

# NEURAL NETWORK APPROACH IN MODELING THE STRATEGIC OBJECTIVES OF THE DEFENSE-INDUSTRIAL COMPLEX

<sup>1,2</sup> Russia, Yaroslavl Region, Institute of Software Systems named after A.K. Ailamazyan, Russian Academy of Sciences,

<sup>1</sup> andrew@andrew.botik.ru,

<sup>2</sup> epk@epk.botik.ru

**Abstract.** The article discloses the foundations of the study of the application of neural network technology in intelligent dynamic expert systems based on logical and linguistic modeling for the tasks of the development of the military-industrial complex. The potential of using semiotic modeling of the behavior of complex industrial systems taking into account the requirements of political and economic security on the basis of software products of the I.S. A.K. Ailamazyan through the mechanism of adaptive management and dynamic cognitive scenario, which provide visualization of the consequences of strategic management decisions for all scenarios of the implemented program-target approach. The aim of the study is to increase the efficiency of the decision-making and support system in the strategic outline of the military-industrial complex both for individual organizations of the research and production link and for the aggregate of defense industry enterprises. The research methodology is based on the most important theories of the systems approach - the theory of systems and situational control, the theory of adaptive control. The result of the work is the substantiation of the application of the neural network approach in intelligent decision support systems for finding solutions to the problems of the development of the industry in dynamics.

**Keywords:** systems analysis, neural network technologies, military-industrial complex, intelligent dynamic systems, strategic management, security.

## Введение

Большие данные в оборонно-промышленном комплексе, представленные текстовой информацией: значительными объемами деловой переписки, новостными сообщениями, текстовой информацией размещаемой в сети интернет представляют особый интерес, так как служат источником распознавания образов и извлечения смысла для распознавания и антиципации проблемных ситуаций в интеллектуальных системах поддержки принятия решений с применением моделей искусственных нейронных сетей.

Модели искусственных нейронных сетей имеют важное научно-практическое применение в современных системах стратегического управления и планирования как интеграционные технологии интеллектуальных динамических систем для подсистем управления рисками, планирования и поддержки принятия решений, что значительно улучшает коммуникацию и синхронизацию стратегических управленческих решений, представляя оценку их последствий в ответ на изменение внешней среды.

Другое важное прикладное значение применения аппарата нейронных сетей состоит в их интеграции для системы мониторинга информационных потоков внутри и за пределами контура управления для распознавания образов и извлечения смысла по высказываниям (суждениям) участников обмена информацией и динамическим изменениям системы оборонно-промышленного комплекса.

### **1. Универсальный программный комплекс «Miracle» и др.**

Аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) активно применяется в исследованиях Исследовательского центра искусственного интеллекта Института программных систем Российской академии наук (AIReC PSI RAS), где уже разработан универсальный программный комплекс динамического моделирования «Miracle» для интеллектуальных приложений в задачах управления, основанных на онтологии накопленных знаний о предметной области, лингвистических переменных и логических правилах, фреймовом формате обработки данных.

В рамках концепции динамического моделирования нейросетевые подходы используются как для предварительного анализа больших массивов слабоструктурированной информации, когда ИНС используются для извлечения фактологической информации из текстовых сообщений с учетом семантики и контекста [1, 2], так и для реализации механизмов поддержки принятия решений на основе уже извлеченной информации.

Модель рекуррентной ИНС с долгой краткосрочной памятью (Long short-term memory; LSTM) позволяет эффективно учитывать контекст при анализе текстовой информации и выявлять непрямые закономерности, а методы обучения с подкреплением (Reinforcement Learning), использующие модели Advantage Actor Critic (A2C) и Proximal Policy Optimization (PPO) позволяют успешно решать задачи принятия управляющих решений в условиях неопределённости [3].

Комплекс инструментальных средств динамического планирования «Miracle» обеспечивает построение динамических моделей и визуализацию сценариев планов управления ими на основе системного подхода и ситуационного анализа для объектно-ориентированного моделирования с учетом класса объектов, наследования свойств, характеристики отношений, применения правил-продукций. Нейросетевое моделирование позволяет значительно повысить эффективность принимаемых управленческих решений в условиях динамически изменяющегося окружения и ограниченности информации о текущем состоянии объекта управления, описывать значащую совокупность рисков и угроз в анализе тенденций развития оборонно-промышленного комплекса с учетом множества логических правил для конкретных условий мониторинга и прогнозирования.

Программный комплекс «Miracle» обеспечивает поэтапный переход от общего к частному (анализ целей и задач управления, классификация проблемных ситуаций) и, наоборот, синтез управляющих воздействий и апробаций управленческих решений на основе семантического логико-лингвистического анализа, реализованного на базе нейросетевых технологий.

Применяемые лингвистические переменные служат основой для формирования структуры слотов и фреймового представления знаний в конкретной области [3] на основе системы MIRAGE.

MIRAGE – это система моделирования рассуждений и вычислений над базой знаний, которая предназначена для моделирования рассуждений и вычислений на неоднородных семантических сетях. Система выдвигает гипотезы, которые в процессе диалога с пользователем уточняются, что приводит к появлению новых гипотез и отвержению ранее появившихся. В итоге формируются возможные управленческие стратегические решения, а объяснение каждого из них предоставляется системой.

Интеллектуальная система MIRAGE ориентирована на решение задач в распределенных базах знаний: обеспечивает работу комплекса как в сетевом режиме, так и автономно; позволяет использовать в качестве исходных и промежуточных данных количественные и качественные значения параметров о состоянии предметной области; осуществляет ввод исходных данных как из баз данных, так и в интерактивном режиме.

На рисунке 1 представлен процесс интеграции знаний по технологиям SIMER+MIR на основе нейронных сетей:

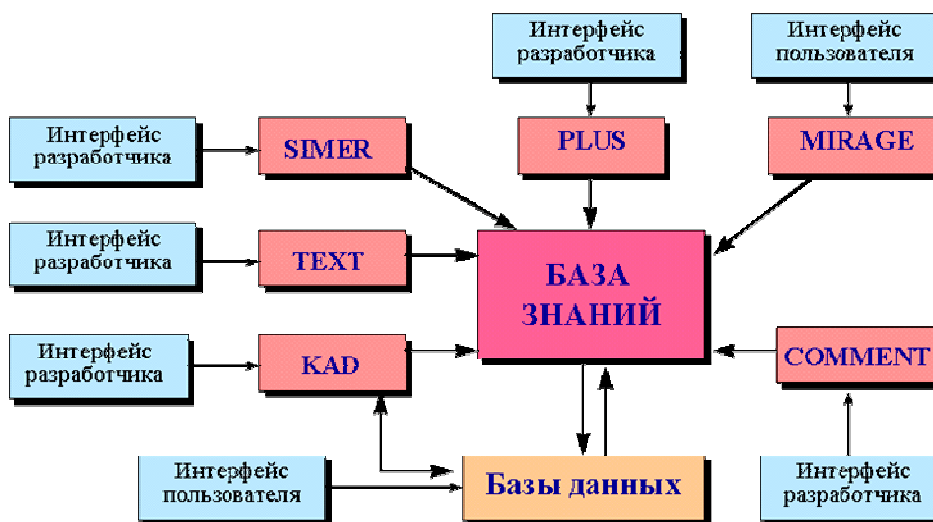


Рис. 1. Общая схема процесса интеграции знаний по технологиям SIMER+MIR на основе нейронных сетей [3].

Таким образом, предлагаемая система динамического моделирования прорабатывается для системного анализа последствий, учета и прогноза состояния, синтеза решений для всех участников (субъектов управления) на основе нейросетей.

## 2. Процесс моделирования поведения сложных систем на основе аппарата нейросетевого моделирования

В целях моделирования поведения сложных систем необходимо учитывать степень случайных событий в их актуальной среде, динамику изменения отдельных компонентов и их характеристик, слабоструктурированные связи между элементами системы, неформальные (косвенные) причинно-следственные связи, мотивы поведения управляющей структуры и дилеммы сотрудничества и доверия в ней. Таким образом возникает необходимость построения гибких управляющих моделей поведения сложных социально-экономических систем оборонно-промышленного комплекса, которые на основе «аккордов динамических когнитивных сценариев» и целевого нормирования граничных условий параметров управления, наличия множества альтернативных сетевых графиков разрешения проблемных ситуаций, составленных на основе нейросетей, способствует формированию последовательности желаемых целевых состояний системы [4].

На рисунке 2 показана архитектура системы поддержки принятия решений по управлению ресурсами в общем виде, но может быть с успехом применена для оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации:

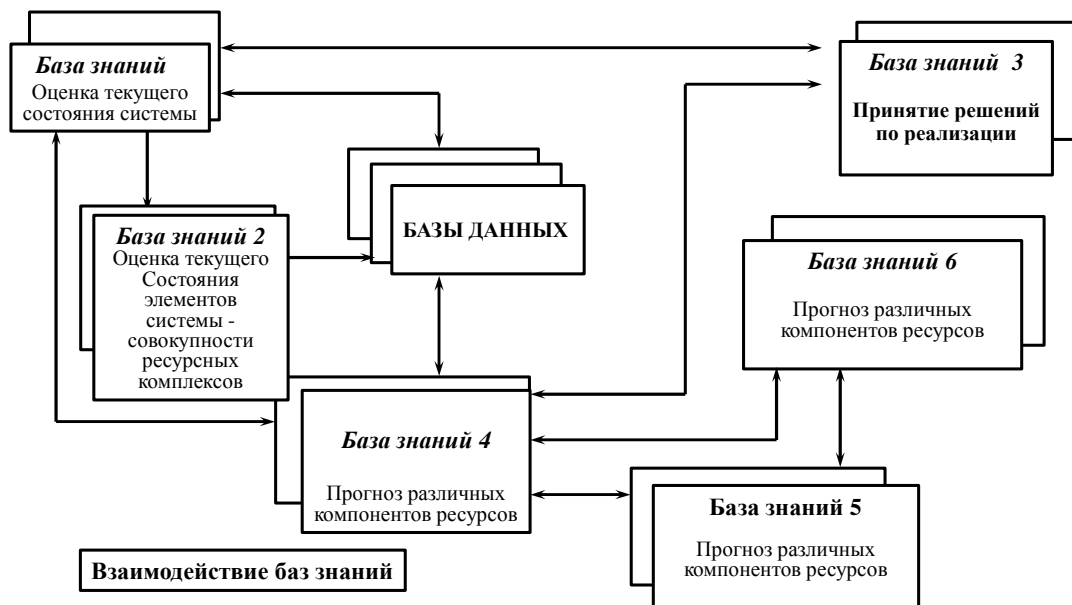


Рис. 2. Модули архитектуры системы поддержки принятия решений по управлению ресурсами в общем виде

Динамические интеллектуальные системы, использующие экспертные знания, в которых состояние системы может быть описано континуальными, логическими или лингвистическими переменными, динамика системы может быть описана функциями, заданными любым способом,  $n$  – местными отношениями или экспертными знаниями, например множеством правил. Аппарат нечеткой логики, являющийся одной из фундаментальных основ искусственного интеллекта, предоставляет наиболее широкий спектр возможностей в этом направлении [5].

Моделирование, базирующееся на принципах нечеткой логики сочетает в себе с одной стороны – возможность простого и логически понятного преобразования многочисленных имеющихся разрозненных числовых данных в лингвистические концепты, необходимые для дальнейшего использования в системах моделирования рассуждений, основанных на методах нечеткого логического вывода, позволяющие с наибольшей степенью правдоподобия интерпретировать имеющиеся экспертные знания и в неявной форме учитывать действия и интересы всех участников, а с другой стороны – возможность последующего преобразования полученных обобщенных результатов в четкую цифровую форму, пригодную для дальнейшего использования в системе стратегического планирования [6].

### **3. Динамический когнитивный сценарий**

Авторы предлагают когнитивный инструментарий для определения эффективности мер и оценки последствий – это **динамический когнитивный сценарий**. Тогда критериями могут выступать повышение эффективности деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса и скорость адаптации всей системы, качество управления предприятиями отрасли. Динамический когнитивный сценарий развития ситуаций в задачах управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса, как современный динамичный формат фоновых знаний стратегического управления развитием промышленного производства может быть реализован посредством нейросетевых технологий на соответствующих программных комплексах Института программных систем им А.К. Айламазяна.

**Динамический когнитивный сценарий**, основанный на алгоритмах концептуального каркаса социальной экономической системы, изложенных в теории ситуационного управления Д.А. Поспелова и развитый для нужд промышленности и экономики в теории адаптивного управления Б.Л. Кукора разработан на основе [4]:



а) двойственного определения социально - экономической системы в соответствии с общей параметрической теорией систем (ОПТС) А.И Уёмова, что позволяет моделировать концептосферу систему стратегического управления развитием предприятия оборонно-промышленного комплексам, как **когнитивной динамической структуры**, т.е. осуществлять структуризацию целей, функций объекта и субъекта управления, ресурсных комплексов, разработку фреймов проблемных ситуаций;

б) **механизма адаптивного управления** на основе обратного логического вывода, реализуемого посредством формирования альтернативных сетевых графиков субъекта и объекта управления, в том числе в исполнении нейросетей;

в) фреймов (суждений) знаний [7].

Необходимо отметить, что в соответствии с теорией адаптивного управления и системным подходом в целом, в динамическом когнитивном сценарии выделяются три класса стратегических проблемных ситуаций и три класса стратегических решений [8]:

**«1 класс** проблемных ситуаций – отклонение фактического режима функционирования системы от запланированного. Узкое место, диспропорции, мощности производственных ресурсов смежных звеньев в системе, нарушение синхронизации взаимодействия.» Процесс принятия стратегических решения – функция стратегического планирования, плановое стратегическое решение.

**«2 класс** проблемных ситуаций – расхождение целей и интересов элементов социально – экономической системы (СЭС), конфликты». Процесс принятия решения – функция стратегической координации, координационные решения.

**«3 класс** проблемных ситуаций – замедление скорости распознавания угроз и разрешения проблемной ситуации субъектом управления. Несоответствие наличных и требуемых знаний о проблеме и условиях её разрешения; нарушение отношений подчинения, распределения ответственности, полномочий», между структурными элементами системы и персоналом, дезинтеграция социальной экономической системой. Процесс принятия решения – функция стратегической организации, организационное стратегическое решение.

Вместе с тем мотивы следует рассматривать в большинстве случаев как осознанные побуждения индивидуума. В свою очередь, внешнее воздействие (стимул) лишь тогда становятся реальной побудительной силой, когда он воспринимается субъектом деятельности как фактор, связанный с изменением в удельных ценностях альтернатив действий

этого индивидуума. При этом если удельная ценность одной из альтернатив увеличивается, то на то же количество уменьшаются удельные ценности альтернатив.

В этой связи, в рамках формирования механизма системы адаптивного управления, действия по определению формы интеграции предприятия с системой оборонно-промышленного комплекса корректней связывать с мотивами, которые обусловлены изменениями условий её функционирования и удельных ценностей субъекта управления.

Тогда мотивом поиска форм интеграции с системой верхнего яруса будем считать не способность предпринимательской структуры за счёт достигнутой организованности обеспечить рациональность достижения поставленных целей, например, потеря равновесия по связям с поставщиками ресурсов, или их достижение требует организованного роста (роста масштабов деятельности).

В качестве побудительного мотива предприятия к поиску формы интеграции с элементами системы верхнего яруса также может выступить изменение условий его функционирования, например: рост конкуренции, изменение законодательных актов, регулирующих деятельность хозяйствующего субъекта (повышение требований к предприятиям оборонно-промышленного комплекса, условия государственного оборонного заказа).

Итак, применение нейросетевой технологии в интеллектуальных динамических экспертных системах ИПС им. И.К. Айламазяна для стратегических задач военной экономики как «системы специализированных организаций (предприятий, научных и учебных организаций, ведомств и пр.) и институтов (нормативно-правовых, экономических и пр.), используемых для экономического обеспечения военной организации государства» служит целям повышения эффективности и безопасности, устойчивого развития объектов оборонно-промышленного комплекса [6].

#### **4. Результаты**

Предлагаемый авторами новый конструкт динамического когнитивного сценария раскрывает потенциал использования семиотического моделирования поведения сложных систем с учетом требований политической и экономической безопасности и обеспечивает визуализацию последствий принятых стратегических управленческих решений по всем звеньям сетевого планирования результатов, реализуемого при поддержке нейронных сетей.

Повышение организованности в системах поддержки принятия стратегических решений происходит за счёт структурных или функциональных изменений в системе (межгрупповых или внутрисистемных)

часто связано с ростом затрат и усложнением межэлементных связей в системе.

Формами повышения адаптации хозяйственной структуры предприятия оборонно-промышленного комплекса в этом случае могут поступить:

- 1) перевод элемента, имеющего статус внешнего элемента в статус внутрисистемного элемента - вертикальная интеграция на основе создания новых или восстановления нарушенных продуктово-производственных цепочек;
- 2) передача организации процессов или функций смежным организациям на основе календарной и экономической (выгоды) согласованности интересов участников (кооперация), например, путем механизма трансфертных цен.

Однако следствием достигнутой, таким образом, организованности выступает рост вероятности потери равновесия системы. Состав факторов, которые могут привести к потере равновесия предприятия из-за неспособности повысить уровень организованности в системе за счёт внутрисистемной и межсистемной адаптации.

Вместе с тем, спонтанное использование предприятием формы адаптации за счёт межсистемной интеграции возможно приведёт к нарушению равновесия в узлах связи РС и выступает, таким образом, причиной вывода из равновесия региональной системы если не будут приняты превентивные меры в стратегическом плане.

Интеллектуальные решения системы «Miracle» позволяют осуществить построение сложноструктурированных моделей большой степени сложности, когда отдельные элементы системы имеют собственные аттракторы поведения, различные фазы жизненного цикла, собственные интересы и конфликты. В процессе стратегического управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса возможности моделирования поведения сложных социально-экономических систем с применением нейронных сетей обеспечивают адекватность проработки управленческих решений в ситуациях выбора и обоснования стратегии развития. Промышленные предприятия отрасли как системы являются сложными самоорганизующимися и для их прогнозирования в системе стратегического управления и планирования можно предложить разработки центра искусственного интеллекта института программных систем РАН (AIReC PSI RAS), которые представлены в комплексе инструментальных средств динамического планирования «Miracle», с помощью которого возможно создание полноценных систем поддержки принятия управленческих решений на основе средств извлечения знаний и построения полноценной модели предметной области.

## Список литературы

1. Igor Trofimov, Yuri Serdyuk, Elena Suleymanova, Natalia Vlasova. “Eventive vs. non-eventive sense of nouns: disambiguation using neural network approach”. *Program Systems: Theory and Applications*, 2020, 11:4(47), pp. 31–53. (In Russian). DOI: 10.25209/2079-3316-2020-11-4-31-53 URL: [http://psta.psiras.ru/read/psta2020\\_4\\_31-53.pdf](http://psta.psiras.ru/read/psta2020_4_31-53.pdf).
2. Trofimov I.V. and Suleymanova E.A. A syntax-based distributional model for discriminating between semantic similarity and association // *Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2017”*. — 2017. — Vol. 1, No 16. — pp. 349—359.
3. Нурдинов Д.А., Reinforcement learning в задаче моделирования оптимального поведения агента в играх различных жанров // *Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems 2021 (ИТТММ 2021)* 19–23. April 2021 [https://events.rudn.ru/event/107/contributions/542/attachments/389/842/rl\\_paper\\_nurdinov.docx](https://events.rudn.ru/event/107/contributions/542/attachments/389/842/rl_paper_nurdinov.docx).
4. Кукор Б.Л., Куршев Е.П., Виноградов А.Н. Разработка динамического когнитивного сценария функционирования предприятия и производственных комплексов в процессе управления экономикой. Секция 1. «Теоретические проблемы стратегического планирования на микроэкономическом уровне». Сборник докладов участников секционных заседаний XXI Всероссийского симпозиума. Москва, 10–11 ноября 2020 г. С. 98– 101. Исследование выполнено в рамках инициативных НИР Санкт-Петербургского Государственного Университета и НИР «Исследование и разработка методов интеллектуального анализа данных», номер гос. регистрации АААА-А19-119020690042-2. DOI: 10.34706/978-5-8211-0783-1-s1-27.
5. Виноградов А.Н., Куршев Е.П., Подобряев А.В. и Белов С.А. Разработка средств анализа научно-технической документации для повышения эффективности управления результатами интеллектуальной деятельности // *Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий»*. — Москва : М.:ФИЗМАТЛИТ, 2015.
6. Хрусталева, Е.Ю. Оборонно-промышленный комплекс России: предназначение, состояние и перспективы развития // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2011. – Т. 7. – № 35(128). – С. 61–71.
7. Vinogradov A.N., Vlasova N., Kurshev E.P., Podobryaev A. Modern Approaches to the Language Data Analysis. Using Language Analysis Methods for Management and Planning Tasks. In: Arseniev D., Overmeyer L., Kälviäinen H., Katalinić B. (eds) *Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 95. Springer, Cham [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34983-7\\_46](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34983-7_46) [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_46).
8. Кукор, Б.Л. Организационное моделирование процесса управления предпринимательской деятельностью в регионе / Б. Л. Кукор; С.-Петерб. ун-т экономики и финансов. — СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та экономики и финансов, 1996. — 234 с.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-72

**Горелова Галина Викторовна**<sup>1</sup>,

научный руководитель ИУЭС ЮФУ, д-р техн. наук, профессор;

**Мельник Эдуард Всеволодович**<sup>2</sup>,

заведующий лабораторией ИТ и ПУ, ЮНЦ РАН, г.н.с., д-р техн. наук;

**Орда-Жигулина Марина Владимировна**<sup>3</sup>,

сотрудник лаборатории ИТ и ПУ, ЮНЦ РАН; канд. техн. наук, с.н.с.;

**Орда-Жигулина Дина Владимировна**<sup>4</sup>,

сотрудник лаборатории ИТ и ПУ, ЮНЦ РАН; канд. техн. наук, с.н.с.

## **МОДУЛЬ КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Россия, Таганрог, Институт управления в экономических, социальных и экологических системах Южного федерального университета,

e-mail: gorelova-37@mail.ru.

<sup>2,3,4</sup> Россия, Таганрог, ИТ и ПУ, Южный научный центр РАН,

<sup>2</sup> e-mail: evm17@mail.ru,

<sup>3</sup> e-mail: jigulina@mail.ru,

<sup>4</sup> e-mail: dinazhigulina@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлен модуль когнитивного анализа системы поддержки принятия решений при мониторинге опасных явлений и процессов в водных экосистемах. Приведены некоторые результаты когнитивного имитационного моделирования водной экосистемы, проведенного по данным исследований природных явлений в Понто-Каспийском регионе. Аппарат когнитивного моделирования сложных систем был впервые применен в таких исследованиях. Исследования проиллюстрированы рядом примеров: иерархической когнитивной картой состояния водной экосистемы территории, анализом свойств этой модели, моделированием сценариев развития ситуаций.

**Ключевые слова:** водная экосистема, опасные явления, система мониторинга, когнитивное моделирование, когнитивный модуль, система поддержки принятия решений.

**Galina V.Gorelova**<sup>1</sup>,

Scientific Director of the Institute of Management in Economic, Social and Ecological Systems of the Southern Federal University,  
Professor, Doctor of Technical Sciences;

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ №18-05-80092.

*Melnik Eduard Vsevolodovich*<sup>2</sup>,  
Head of the IT and PU Laboratory,  
Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,  
Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences;  
*Orda-Zhigulina Marina Vladimirovna*<sup>3</sup>,  
Senior researcher, Candidate of Technical Sciences,  
Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences;  
Candidate of Technical Sciences, Researcher;  
*Orda-Zhigulina Dina Vladimirovna*<sup>4</sup>,  
Researcher, IT and PU Laboratory,  
Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,

## MODULE OF COGNITIVE ANALYSIS IN THE MONITORING RING AND FORECASTING THE STATE WATER ECOSYSTEM

<sup>1</sup> Russia, Taganrog, Institute of Management in Economic, Social and Ecological Systems of the Southern Federal University,

e-mail: gorelova-37@mail.ru,

<sup>2,3,4</sup> Russia, Taganrog, Southern Scientific Center  
of the Russian Academy of Sciences,

<sup>2</sup> e-mail: evm17@mail.ru,

<sup>3</sup> e-mail: jigulina@mail.ru,

<sup>4</sup> dinazhigulina@mail.ru

**Abstract.** The paper presents a module for the cognitive analysis of the decision support system for monitoring hazardous phenomena and processes in aquatic ecosystems. Some results of cognitive imitation modeling of an aquatic ecosystem, carried out on the basis of research data on natural phenomena in the Ponto-Caspian region, are presented. The apparatus for cognitive modeling of complex systems was first used in such studies. The studies are illustrated by a number of examples: a hierarchical cognitive map of the state of the aquatic ecosystem of the territory, analysis of the properties of this model, modeling of scenarios for the development of situations.

**Keywords:** aquatic ecosystem, hazardous phenomena, monitoring system, cognitive modeling, cognitive module, decision support system.

### Введение

В настоящее время гидросфера земли, так же, как и остальные природные сферы, подвержена климатическим изменениям и испытывает всё возрастающее антропогенное воздействие, ставя перед государствами и их правительствами проблемы противодействия этим изменениям, либо адаптации к новым условиям. Это вынуждает проводить многочисленные и непрерывные наблюдения за процессами изменений, обрабатывать огромное количество разнородных и разновременных данных,

готовить и принимать решения по противостоянию опасным явлениям и снижению ущерба от негативных последствий. Важным моментом в этих условиях является прогнозирование, научное предвидение возможного развития событий в природных системах, влияющих на жизнедеятельность населения.

Целью данного исследования, выполненного при финансовой поддержке РФФИ №18-05-80092, была разработка научных основ применения технологий цифровой экономики при построении новых методов и средств систем мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры [12-15].

В ходе проведенных исследований были разработаны методы, методики, программная система, алгоритмы работы компонентов для реализации системы мониторинга и прогнозирования. Была учтена необходимость сбора и обработки большого объема данных от разных источников и исследована возможность применения этих данных при прогнозировании опасных природных явлений в Понто-Каспийском регионе [12]. Было показано, что для прогнозирования развития ситуации в случае возникновения различных явлений и изменения характеристик объектов, а также с целью снижения стоимости проведения экспедиций и натурных наблюдений целесообразно использовать когнитивное моделирование сложных систем [1-11,16-18] для одновременного анализа данных гидрологического, метеорологического и биологического мониторинга (в части анализа состояния сообществ зообентоса под действием антропогенных и климатических факторов, в том числе экстремальных условий окружающей среды) и анализа социальной активности населения.

С информационной точки зрения суть данного подхода заключается в интеграции неоднородных данных от различных устройств (датчиков, коммуникационных устройств, компьютеров, серверов) и систем в рамках единой системы за счет применения технологии распределенного реестра, туманных вычислений и Интернета вещей [13-15]. При этом за счет применения технологий распределенного реестра достигается возможность реализации системы без административной иерархической подчиненности. Наличие синхронизированных локальных копий данных позволяет существенно уменьшить временные затраты на доступ к ним; реализация туманных вычислений позволяет эффективно распределить вычислительную и коммуникационную нагрузку между устройствами и каналами связи различных слоев (краевого — датчики; туманного — коммуникационные устройства, ноутбуки, контроллеры, гаджеты; облачного — серверы); применение технологий Интернета вещей позволяет реализовать непосредственное взаимодействие между отдельными устройствами.

## 1. Подсистема поддержки принятия решений, модуль когнитивного анализа состояния водной экосистемы

В основу разработанной имитационной модели системы мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры была положена методология когнитивного моделирования сложных систем и соответствующая информационная когнитивная технология [3–11]. Когнитивное моделирование сложных систем является многоэтапным процессом, включающим: 1) действия по разработке когнитивной модели сложной системы любой природы (на основании теоретических, экспериментальных, экспертных данных, результатах натурных наблюдений, если существует такая возможность); 2) анализ свойств разработанной модели, отражающих возможные свойства реальной системы; 3) моделирование сценариев возможного развития сложной системы (научное предвидение); 4) подготовку и обоснование принимаемых управленческих решений.

На рис.1 изображена структура распределенного хранилища системы мониторинга опасных явлений и процессов с учетом разработанной онтологии.

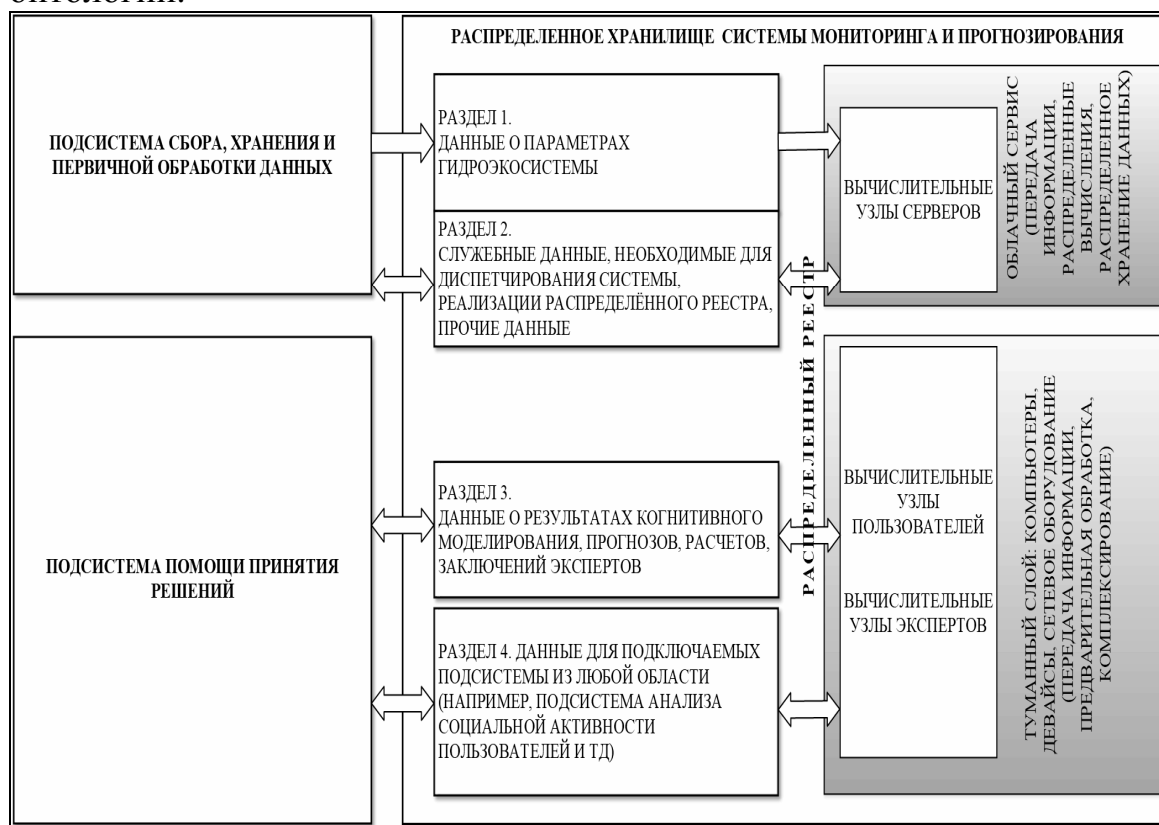


Рис.1. Структура распределенного хранилища данных системы мониторинга опасных явлений и процессов

На рис.2 изображен модуль когнитивного анализа в системе поддержки принятия решений.



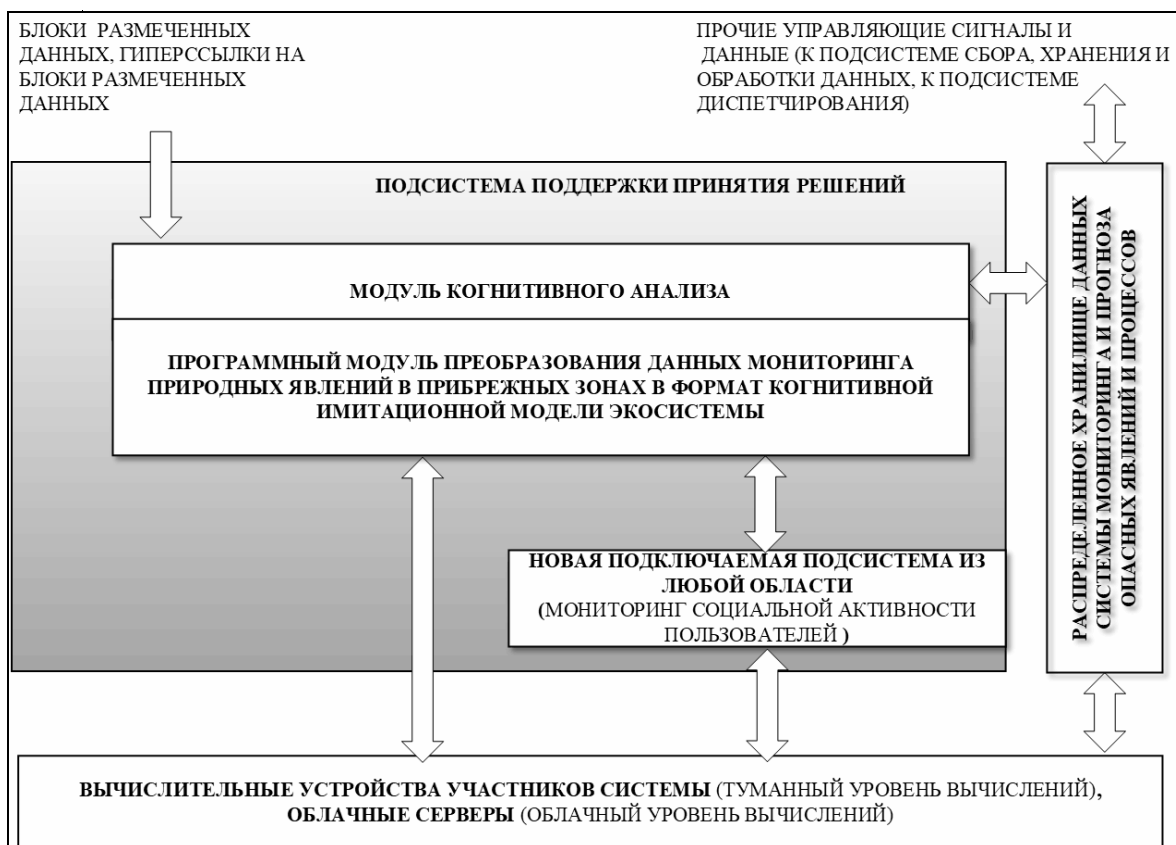


Рис.2. Компоненты подсистемы поддержки принятия решений

Модуль когнитивного анализа включает в себя программное обеспечение для построения когнитивных моделей, их анализа, имитационного сценарного моделирования развития процессов, реализует конкретизацию системы для определенного географического региона (в нашем случае – Понто-Каспийского), блок анализа информационной активности пользователей, связанных с наступлением и протеканием опасных природных процессов. С помощью аппарата когнитивного анализа отражены закономерности экосистемных процессов Таганрогского залива, дельты Дона и Азовского моря в виде ориентированных графов с вершинами различного веса. Это позволяет в математической форме отразить взаимосвязи между различными параметрами гидроэкосистемы, которые в настоящее время изучаются традиционными методами мониторинга, а также определить их взаимное влияние друг на друга. Программный модуль преобразования данных мониторинга природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели экосистемы служит для автоматизированного сбора данных от различных источников, в том числе данных метеорологических измерений, данных о состоянии макрозообентоса, данных гидрологических исследований, и является составной частью модуля когнитивного анализа.

Модуль «Новая подключаемая подсистема из любой области» показывает пример того, что разрабатываемая система является универсальной, поэтому каждый новый участник системы вне зависимости от области своей профессиональной деятельности может быть интегрирован в систему. Он сможет проводить свои научные исследования в своей области научных знаний, отслеживать различные параметры экосистемы и выявлять неочевидные закономерности за счет интеллектуального анализа данных. Таким образом, имеется очень широкий спектр научных исследований в различных сферах, которые позволяют видеть пути разрешения критических ситуаций.

## 2. Пример когнитивного анализа состояния водной экосистемы территории

В процессе исследования экосистемных процессов Таганрогского залива, дельты Дона и Азовского моря была разработана когнитивная модель системы в виде иерархической когнитивной карты (рис.3 и рис.5) проведен ее анализ (анализ структурных свойств, свойств устойчивости и др.) и осуществлено сценарное моделирование. Разработка когнитивных моделей и их последующий анализ выполнялись с помощью программной системы когнитивного моделирования сложных систем [16].

На рис. 3 изображена когнитивная карта  $G = \langle V, E \rangle$  верхнего уровня, в которой в обобщающем виде объединены экосистемные компоненты с отражающими цель обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры ( $V$  – множество вершин,  $E$  – множество отношений  $G$ ).

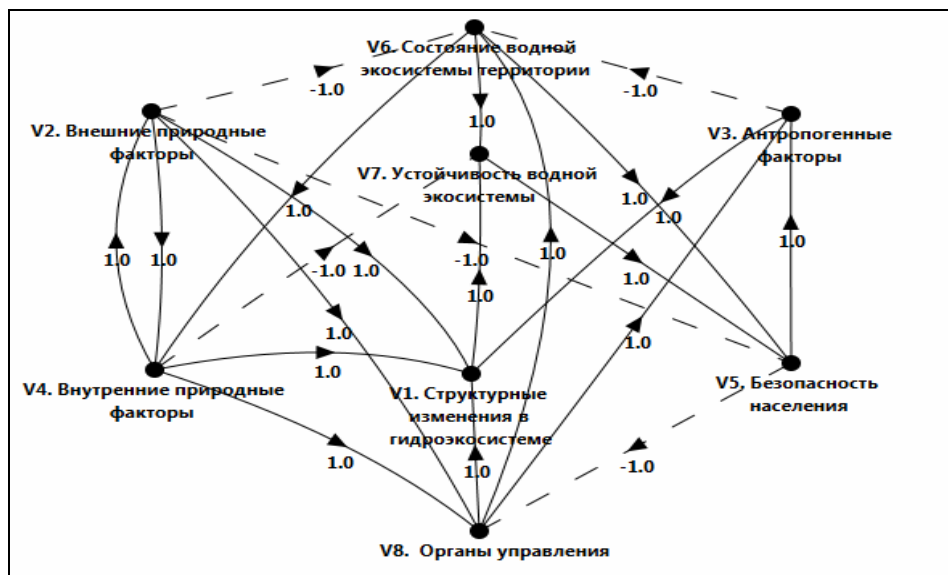


Рис.3. Когнитивная карта  $G$  «Состояние водной экосистемы территории», верхний уровень

В процессе когнитивного исследования был проведен анализ структурных свойств модели  $G$ , ее устойчивость и ряд других свойств [1].

После этого 2-го этапа когнитивного моделирования было произведено имитационное моделирование процессов развития ситуаций на модели (сценарное моделирование) в целях предвидения возможных тенденций развития процессов в системе под влиянием различных возмущающих (природных и антропогенных) и управляющих воздействий (органы управления). На рис.4 изображен один из сценарных процессов (проводится путем импульсного моделирования), возможных в системе под воздействием «положительных» действий органов управления (положительный импульс «+1» вносился в вершину  $V8$ ).

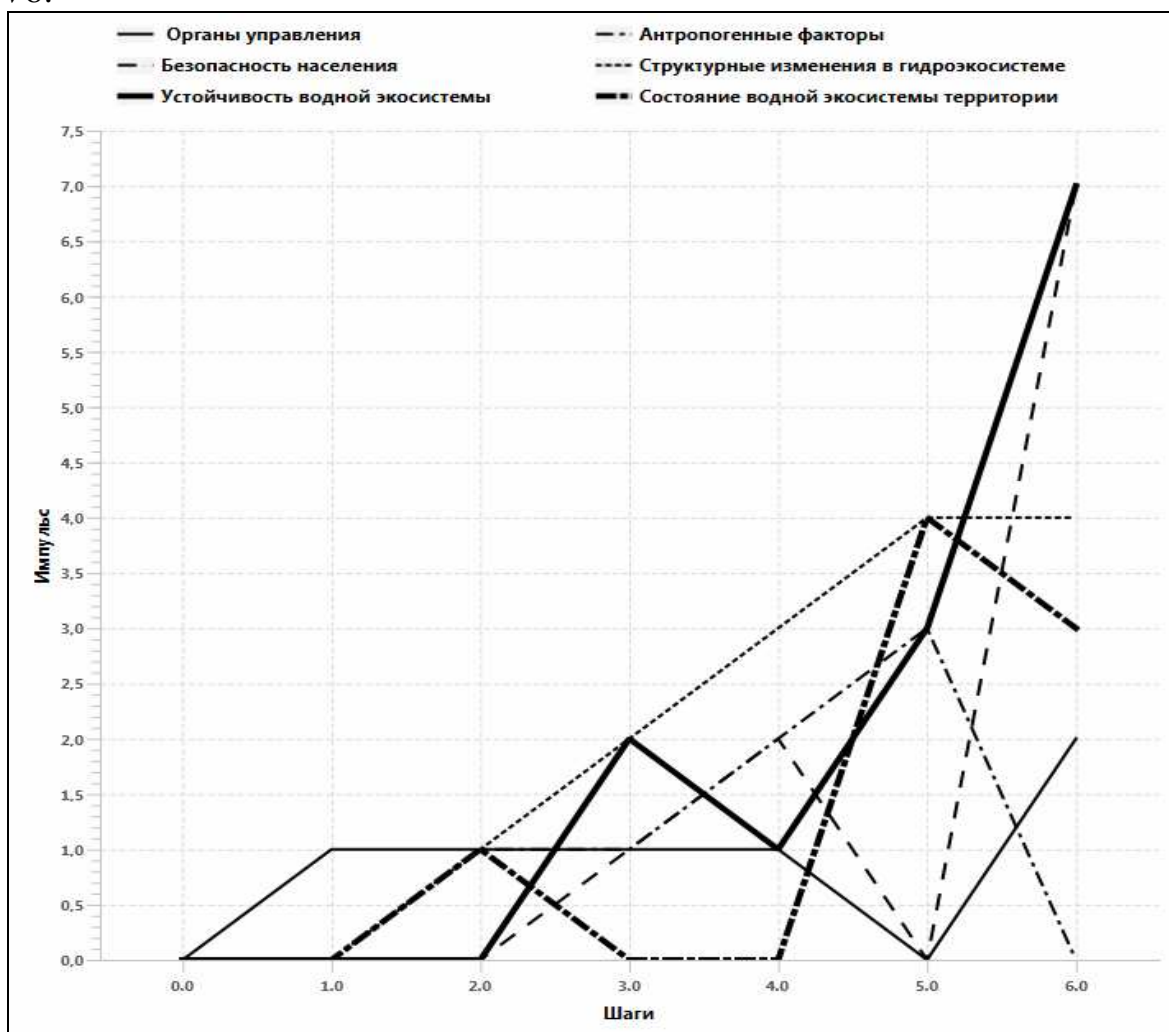


Рис.4. Графики импульсных процессов на модели  $G$  при условии рациональных действий органов управления (Сценарий №1)

Как видно из рис.4, рассмотренный сценарий, предусматривающий обоснованные положительные действия органов управления, можно

рекомендовать для реализации, поскольку в этом случае могут наблюдаться положительные тенденции в развитии процессов.

На рис.5 изображена когнитивная карта G1 нижнего уровня, в которой раскрыты и детализированы факторы (вершины), характеризующие гидроэкосистему.

В табл.1 представлены вершины (концепты) когнитивной карты G1, выявленные и согласованные на первом этапе когнитивного моделирования с экспертами в области водных экосистем (гидроэкосистем).

Таблица 1

### Вершины когнитивной карты G1

Код	Концепты, 1-й уровень	Концепты, 2-й уровень	Концепты, 3-й уровень
V <sub>1</sub>	Структурные изменения в гидроэкосистеме	V <sub>11</sub> Опасные явления в гидроэкосистеме	
		V <sub>12</sub> Равновесие в гидроэкосистеме	
V <sub>2</sub>	Внешние факторы	V <sub>21</sub> Метериологические (атмосферные)	V <sub>211</sub> Атмосферное давление
			V <sub>212</sub> Среднегодовая ветровая активность
			V <sub>213</sub> Среднегодовая норма атмосферных осадков
			V <sub>214</sub> Среднегодовая температура воздуха
		V <sub>22</sub> Гидрологические (водные)	V <sub>221</sub> Ледовитость
			V <sub>222</sub> Объем стока
			V <sub>223</sub> Уровень воды
			V <sub>224</sub> Среднегодовая температура воды
			V <sub>225</sub> Среднегодовая соленость
			V <sub>226</sub> Минерализация
			V <sub>227</sub> Биогенная нагрузка
		V <sub>23</sub> Гидробиологические	V <sub>231</sub> Видовой состав и биоразнообразие бентосообществ
			V <sub>232</sub> Среднегодовая численность бентоса
			V <sub>233</sub> Площадь цветения
			V <sub>234</sub> Биомасса рыбы
V <sub>3</sub>	Антропогенные факторы	V <sub>31</sub> Действия экспертов	V <sub>311</sub> Информационная активность пользователей массмедиа
		V <sub>32</sub> Антропогенная активность	

Отношения между вершинами когнитивной карты (дуги орграфа *G1*) были определены по результатам обсуждений с исследователями, работающими на территории Понто-Каспийского региона.

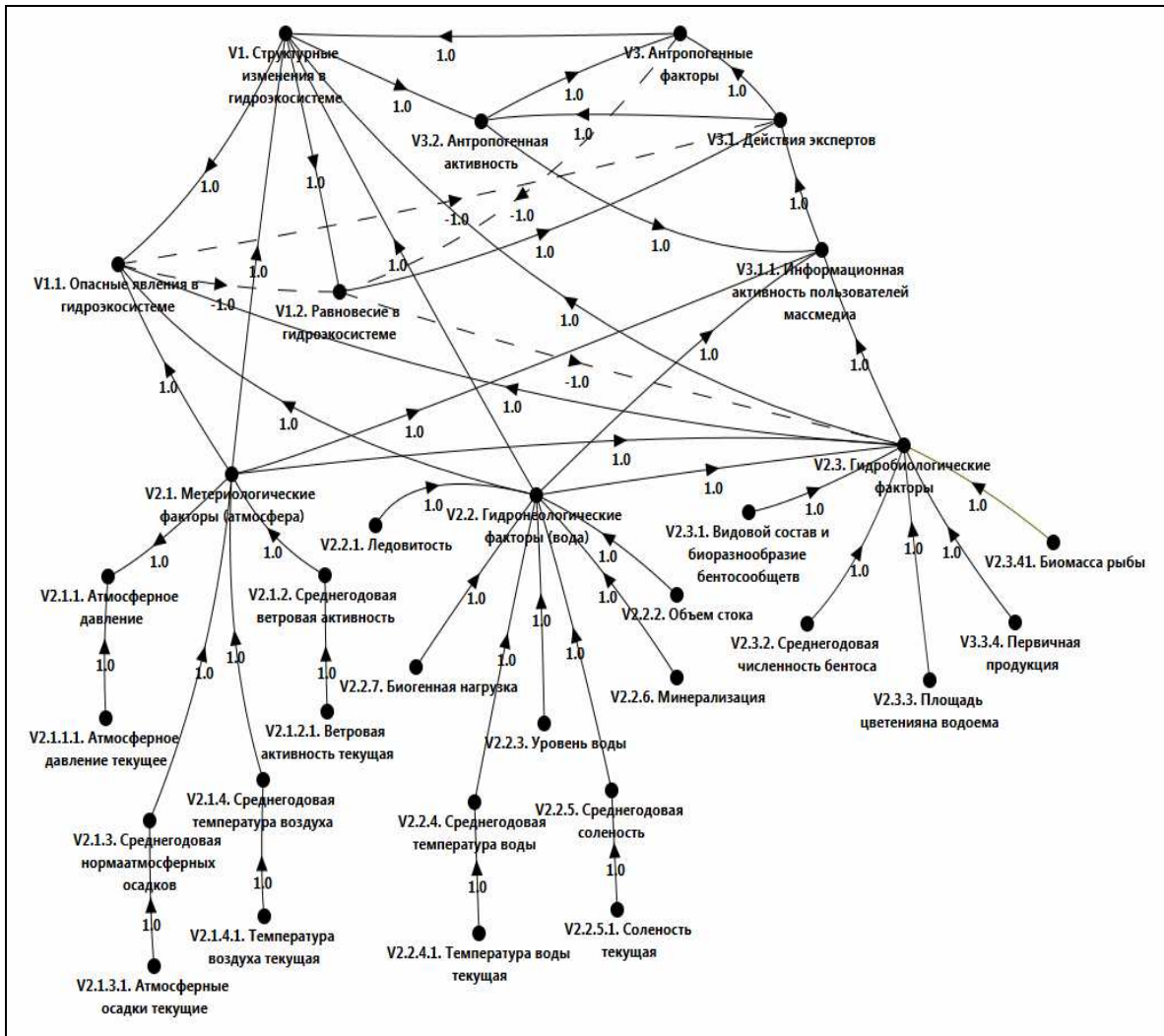


Рис.4. Когнитивная карта *G1* «Состояние водной экосистемы территории», нижние уровни

На втором этапе когнитивного моделирования был проведен анализ свойств модели *G1*: анализ степени вершин орграфа, анализ путей и циклов, анализ устойчивости (к возмущениям и структурной), связности и сложности и др.

На рис.5 приведен пример анализа циклов когнитивной модели *G1*. Всего обнаружено 28 циклов, среди которых – 13 циклов отрицательной (стабилизирующей) обратной связи и 15 циклов положительной (усиливающей) обратной связи.

Наличие нечетного числа отрицательных циклов свидетельствует о структурной устойчивости системы.

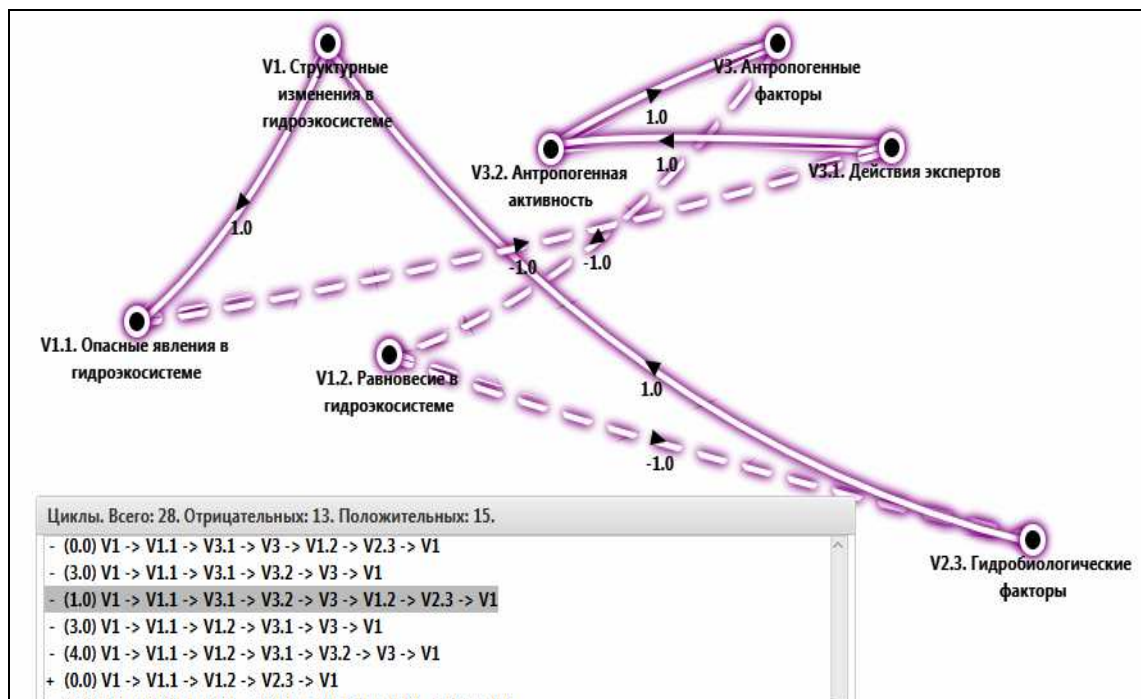


Рис.5. Анализ циклов модели G1  
(фрагмент изображения, выделен один из отрицательных циклов)

На третьем этапе когнитивного моделирования был проведен сценарный анализ. На рис.6,7 и 8 приведены результаты моделирования в виде системы импульсных процессов, соответствующих трем из возможных сценариев развития ситуаций на системе G1 «Состояние водной экосистемы территории».

*Сценарий №1.* Предположим, в системе возрастает биогенная нагрузка, что моделируется внесением возмущающего воздействия «+1» в вершину V2.2.7.

Результаты моделирования изображены на рис.6а. Как видно из рисунка, рост биогенной нагрузки, если ему ничто не противостоит, может привести к нарастанию колебательных процессов в системе. Такие тенденции развития ситуаций в системе нельзя назвать благоприятными.

*Сценарий №2.* Предположим, в системе возрастает биогенная нагрузка, но антропогенная активность снижается, что моделируется внесением возмущающих воздействий «+1» в вершину V2.2.7 и «-1» в вершину V3.2.

Результаты моделирования изображены на рис.6в. Как видно из рисунка, рост биогенной нагрузки только при снижении антропогенной активности тоже не улучшает тенденций развития ситуаций в системе без принятия специальных управленческих решений.

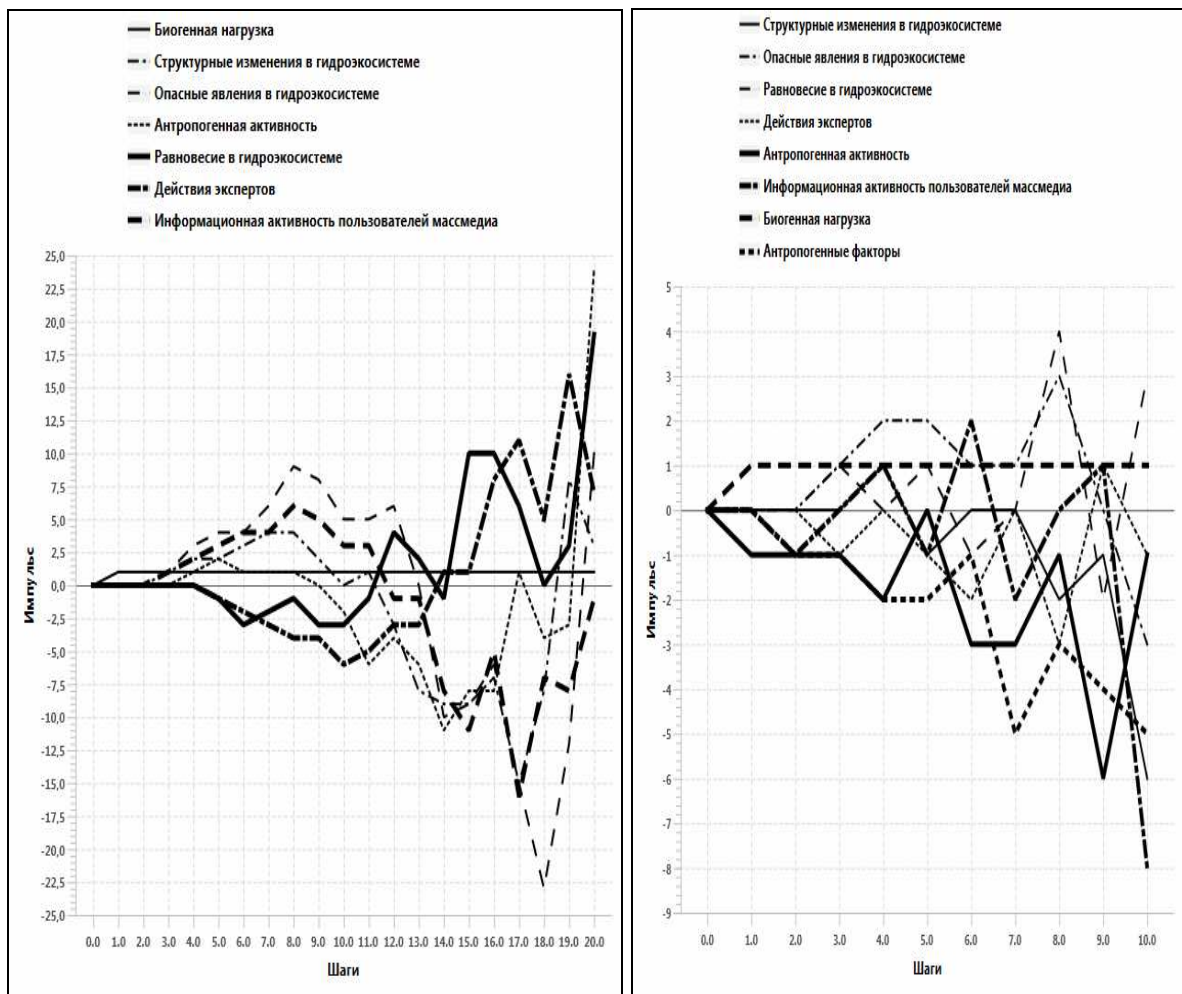


Рис.6. Развитие ситуаций в системе G1

*Сценарий №3.* Предположим, что по данным мониторинга увеличивается текущая соленость, видовой состав и биоразнообразие бенто-сообществ уменьшается, площадь цветения водоемов увеличивается. Соответствующие возмущающие импульсы подаются в вершины V2.2.3, V 2.2.5.1 и V2.3.1.

Результаты моделирования представлены рис.7а.

*Сценарий №4.* Предположим, что по данным мониторинга увеличивается текущая соленость, видовой состав и биоразнообразие бенто-сообществ уменьшается, площадь цветения водоемов увеличивается; соответствующие возмущающие импульсы подаются в вершины V2.2.3, V 2.2.5.1 и V2.3.1, но с модели верхнего уровня G от положительных действий государственных органов, направленных на снижение действий антропогенных факторов, начинают возникать положительные структурные изменения в гидрозкосистеме, что моделируется внесением управляющего импульса в вершину VI «Структурные изменения в гидрозкосистеме» модели G1.

Результаты моделирования представлены рис.7в.

Как видно из рис. 7, Сценарий №4 можно считать благоприятным, но после 6-го шага моделирования желательно было бы внести дополнительные управляющие воздействия для поддержания равновесия в гидрозкосистеме.

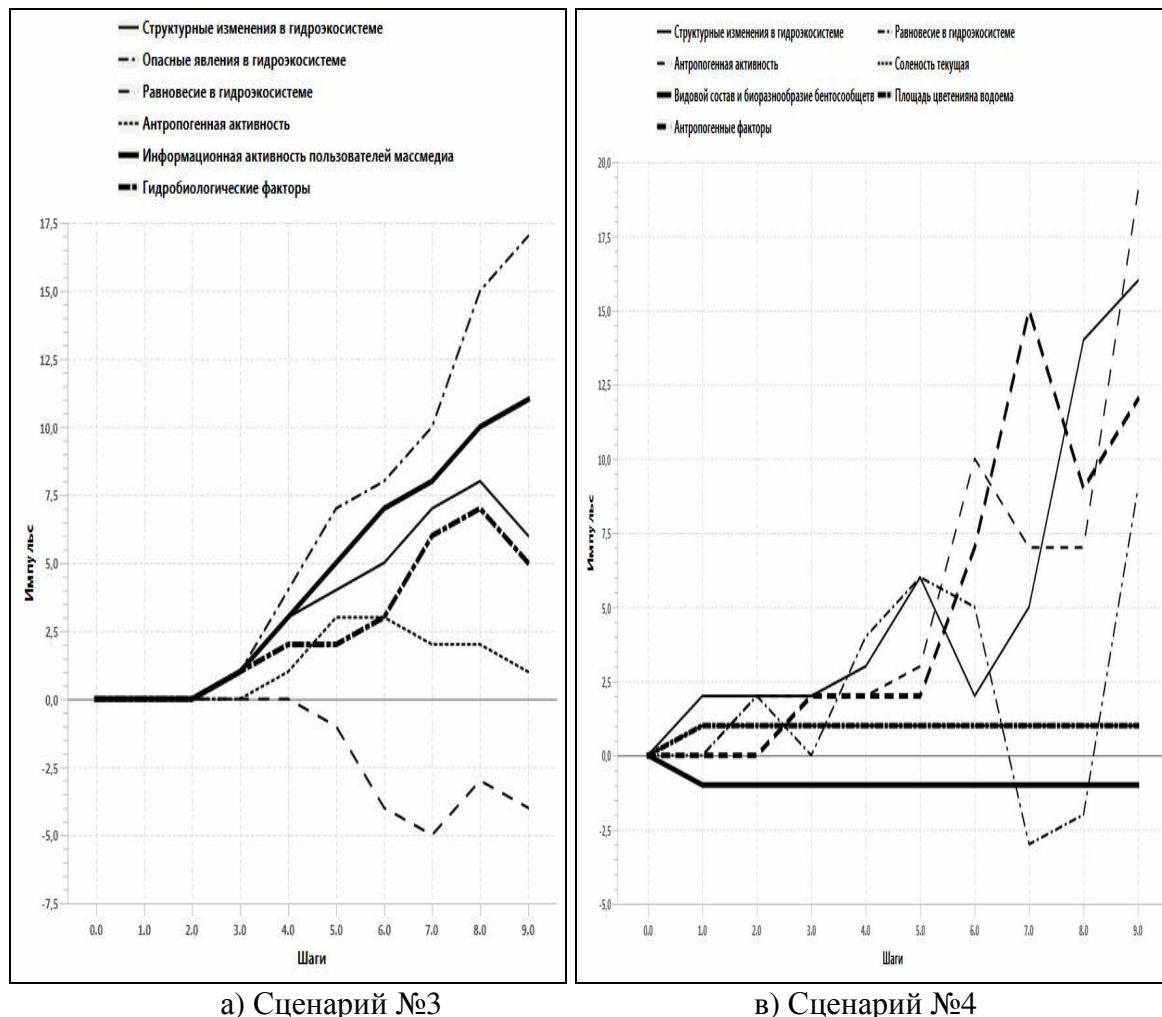


Рис.7. Развитие ситуаций в системе G1

## Заключение

В работе приведен ряд результатов когнитивного исследования экосистемных процессов Таганрогского залива, дельты Дона и Азовского моря, проведенного с помощью имитационного когнитивного моделирования на модели иерархической когнитивной карты в виде ориентированного знакового графа. Приведенные результаты являются частью исследований, проводимых ряд лет в рамках работ ЮНЦ РАН. В процессе исследований была осознана необходимость разработки системы поддержки принятия решений, в которую входит модуль когнитивного анализа. Данная работа показала эффективность использования возможностей имитационного когнитивного моделирования в ситуациях разнородной природы данных и невозможности проводить эксперимент над



реальной гидроэкосистемой для выработки и оценки управленческих решений.

### Список литературы

1. Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. – М.: ИПУ РАН, 2008. № 3. – С. 85–87.
2. Violetta Volkova, GalinaGorelova, NataliyaPankratova The development of the cyberphysical system concept on base of the interdisciplinary theories // Proceedings of IEEE Second International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 05-09 October, 2020. – Kyiv, Ukraine. – P. 20–25.
3. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. – Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с.
4. Горелова Г.В., Васьков И.М. О возможности применения когнитивного моделирования к исследованию опасных экзогенных процессов // Труды XX Междунар. конф. «Проблемы управления безопасностью сложных систем». / Под ред. Н.И.Архиповой, В.В.Кульбы. – М.: Изд-во РГГУ, 2012. – 471 с. – С. 240–244.
5. Горелова Г.В. О когнитивном моделировании сложных систем, инструментарий исследования // Известия ТТИ ЮФУ, вып.6. 2012. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. – С.236– 240.
6. Горелова Г.В., Калиниченко А.И. Моделирование конкуренции с помощью программной системы когнитивного моделирования // Вестник АГУ. 2018. Вып. 2(220). – С. 113–126.
7. Горелова Г.В. Модели принятия решений при проектировании и управления объектами в условиях вероятностной неопределенности / Известия ЮФУ, Технические науки. №1, 2019. – С.177–188.
8. G.V.Gorelova, N.D. Pankratova. Scientific Foresight and Cognitive Modeling of Socio-Economic Systems /18 th IFAC Conference on Technology, Culture and International Stability, TECIS 2018, IFAC, 12-16.09.2018, Баку.
9. Galina V. Gorelova, Alexey I. Kalinichenko. Toolkit of cognitive research of large systems and the risk of a human factor/ |Fourth International Forum on Cognitive Modeling. 30 September – 7 October, 2018, Tel Aviv.
10. Горелова Г.В., О разработке инструментария когнитивного моделирования социально-экономических систем/20-th International conference on System Analysis and Information Technology SAIT 2018, May 21–23, 2018 Institute for Applied System Analysis of National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv.
11. Инновационное развитие социально-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / под ред. Г.В. Гореловой, Н.Д. Панкратовой. К.: Наукова думка, 2015. 464 с.
12. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Яицкая Н.А. Природные катастрофы в Азово-Черноморском бассейне в начале XXI века. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН. – 2017. – 160 с.
13. Мельник Э.В., Орда-Жигулина М.В., Орда-Жигулина Д.В., Иванов Д.Я., Родина А.А. Применение технологий цифровой экономики при разработке средств мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов ("Опасные явления"). – 2019. – С. 289–291.

14. Melnik E.V., Orda-Zhigulina M.V., Orda-Zhigulina D.V., Ivanov D.Y., Rodina A.A. Fog computing in new approach for monitoring of hazardous phenomena //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1333. – №. 7. – С. 072–016.

15. Мельник Э. В., Клименко А. Б. Архитектура системы мониторинга опасных явлений на основе анализа информационного пространства сети Интернет. // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и промышленных вызовов ("Опасные явления"). – 2019. – С. 287–289.

16. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня (Горелова Г.В.,Калиниченко А.И., Кузьминов А.). Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2018661506 от 07.09.2018.

17. N.D. Pankratova, G.V.Gorelova, V.A.Pankratov Strategy for Simulation Complex Hierarchical Systems Based on the Methodologies of Foresight and Cognitive Modeling // Advanced Control Systems: Theory and Applications. River Publishers Series in Automation, Control and Robotics. Chapter 9. 2021. P. 257–288.

18. Экосистемы в пространстве новой экономики : монография / науч. ред.: М.А. Боровская, Г.Б. Клейнер, Н.Н. Лябах, М.А. Масыч, Л.Г. Матвеева, И.К. Шевченко ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. – 788 с. раздел 2, с. 235 – 391.

УДК 332.1

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-73

*Масленникова Анна Викторовна,*

зав. кафедрой государственного и муниципального управления,  
доцент, канд. экон. наук.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ  
ПРОЦЕССОВ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ  
НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИИ КОГНИТИВНОГО  
И ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Россия, г. Москва, АНО ВО «Российский новый университет»,  
annuchka15@gmail.com

*Аннотация.* Динамичное развитие урбанизации как в нашей стране, так и за рубежом обосновывает необходимость исследования развития сложных социально-эколого-экономическими систем, к которым относятся и городские агломерации, а также влияния агломерационных процессов на устойчивое развитие регионов и страны в целом. В первую очередь подобные исследования должны быть направлены на разработку оптимальной модели управления агломерационными системами с целью повышения безопасности населения и минимизации рисков для окружающей среды. Одно из направлений научного обоснования принимаемых решений - имитационное моделирование, реализуемое на основе системной динамики и когнитивной методологии.

*Ключевые слова:* управление сложными системами, динамическое моделирование, агломерация, когнитивное моделирование, устойчивое развитие

*Anna V. Maslennikova,*  
Head Department of State and Municipal Administration,  
Associate Professor, Ph.D.,

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF AGLOMERATIVE  
PROCESSES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT  
OF TERRITORIES BASED ON COMPOSITION COGNITIVE  
AND DYNAMIC MODELING**

Russia, Moscow city, RosNOU, annuchka15@gmail.com

*Abstract.* The dynamic development of urbanization both in our country and abroad justifies the need to study the development of complex socio-ecological and economic systems, which include urban agglomerations, as well as the impact of agglomeration processes on the sustainable development of regions and the country as a whole. First of all, such studies should be aimed at developing an optimal model for managing agglomeration systems in order to increase the safety of the population and minimize risks to the environment. One of the directions of the scientific substantiation of the decisions made is simulation, which is implemented on the basis of system dynamics and cognitive methodology.

*Keywords:* complex systems management, dynamic modeling, agglomeration, cognitive modeling, sustainable development

**Введение**

Жизнь в условиях пандемии и попадание в группу риска, прежде всего, жителей агломераций в силу высокой плотности населения, заставила в очередной раз обратиться к результатам научных исследований в области устойчивого развития [6, 7, 8, 9].

**1. Постановка задачи и опыт композиции когнитивной методологии и системной динамики**

Цель исследования: сформулировать универсальную методику разработки стратегий устойчивого развития городских агломераций, основанную на композиции когнитивной методологии и системной динамики.

Синтез методов исследования сложных систем уже применялся авторами (Горелова Г.В., Масленникова А.В.) при изучении социально-экономических процессов для южных регионов России [3,4]. На рис.1 приведена модель композиции когнитивного моделирования и системной динамики в виде когнитивной модели типа функциональный граф

$$\Phi = \langle G, X, F, \theta \rangle, \quad (1)$$

где

$$G = \langle V, E \rangle; \quad (2)$$
$$V = \{V_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad E = \{e_{i,j}\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, n.$$



Композиция когнитивной методологии и динамического моделирования также была реализована для исследования региональных рынков труда и влияния трудовой миграции на социально-экономическое развитие регионов. Построение когнитивных карт достаточно наглядно позволяет проводить исследование рынка труда и анализировать влияние различных факторов на конъюнктуру рынка труда, а использование динамического моделирования межрегионального развития оптимально для исследования миграционных процессов [1, 2, 4].

Для анализа межрегионального взаимодействия автором развивается динамическая модель межрегионального развития. В начале XXI века под руководством академика РАН В.М. Матросова [7, 8] модель мировой динамики Дж. Форрестера [6], которого считают родоначальником методологии системной динамики, была существенно модифицирована, и на ее основе разработана динамическая модель межрегионального развития. Система дифференциальных уравнений описывает динамику основных переменных региональной социально-экономической системы. Одним из параметров, описывающих функционирование межрегиональной системы, является качество жизни населения в каждом из регионов.

Взаимодействие социально-экономических региональных подсистем описывается через миграционные и финансовые потоки, что позволит при дальнейшей работе с моделью анализировать более детально влияние инвестиций на экономический рост и качество жизни населения. Проведенный вычислительный эксперимент с привлечением компьютерной системы динамического моделирования, разработанной к.ф.м.н. И.В. Матросовым, доказал в целом адекватность выявленных причинно-следственных связей.

Автором проведена идентификация модели и получен инерционный сценарий развития для взаимодействующих регионов на уровне федеральных округов РФ и Московской агломерации, рассмотренной в качестве отдельного региона, так как ядром агломерации является столица страны и ключевой логистический центр, оказывающий существенное влияние на регионы страны. [5]

## **2. Влияние агломерационных процессов на устойчивое развитие региона**

Сам термин “устойчивое развитие” получил широкое распространение после публикации доклада “Наше общее будущее, подготовленного в 1987 г. Международной комиссией по окружающей среде и развитию, которая обозначила термином «sustainable development» – “поддерживающееся развитие”, означающее развитие, которое может поддержи-

ваться неопределенно долго. В дальнейшем термин был закреплен в 1992 Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (ЮНСЕД). “Устойчивое развитие - это такое развитие, при котором удовлетворяются потребности настоящего времени, но не ставится под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности” [7, 8, 9].

Человечество столкнулось с противоречиями между растущими потребностями мирового сообщества и невозможностью биосферы обеспечить эти потребности. Разрешение этого противоречия возможно только при формировании новой модели хозяйственной и социальной деятельности, органически вписывающейся в биосферу Земли.

Реализация региональной политики, направленной на повышение качества жизни общества, целесообразна именно в контексте перехода к парадигме устойчивого развития. Регионализм устойчивого развития объективно обуславливается тем, что социально-экономические процессы, структура производства и его специализация имеют четко выраженный региональный характер. На это оказывают существенное влияние территориальные различия природно-климатических условий, неравномерность распределения природных ресурсов, сложившаяся система расселения населения, традиции хозяйственного уклада. Социально-экономическое развитие, использование природных ресурсов и охрана окружающей среды во всех случаях соотносятся с определенной территорией.

Таким образом, выживание человечества существенно зависит от того, насколько оно научится хозяйствовать по-новому, то есть максимально сберечь природу и ресурсы, использовать сберегательные и наукоемкие технологии, получать доход при ограниченных вещественно-энергетических ресурсах. Фактически нужна новая модель управления, которая будет подкрепляться и стратегией пространственного развития, разработанной с учетом глобальных целей устойчивого развития.

Для агломерационных пространств – это наиболее сложная задача, так как подобная система расселения оказывает максимальную антропогенную нагрузку на территорию в агломерациях. Таким образом, достаточно большая численность населения проживает в сильно урбанизированной экологически неблагоприятной среде. Обеспечить действительно высокое качество жизни при максимальной плотности населения, а также минимизировать влияние агломераций на территорию региона в целом – необходимое условие устойчивого развития.

Автором проведено исследование влияния агломерационных процессов на устойчивое развитие территорий на основе синтеза когнитивной методологии и системной динамики для Московской агломерации.

Ключевой вопрос для устойчивого развития регионов - обеспеченность современной инфраструктурой, которая должна оцениваться не в денежном выражении, так как из-за существенных различий в стоимости строительства основных фондов в разных регионах это не будет отражать реальную картину.

Предварительный прогноз динамики основных фондов Московской агломерации иллюстрирует замедление темпов роста инфраструктуры в силу ограничений по площади, которые были введены. Продемонстрирована тенденция к выравниванию обеспеченности инфраструктурой Московской агломерации и в регионах страны. В Московской агломерации темпы роста инфраструктуры замедляются, а в регионах наоборот, что обусловлено объективными ограничениями роста инфраструктуры в Москве и дефицитом ее по стране.

В результате максимальной поддержки на федеральном уровне развития агломераций и минимальном участии государства в регулировании внутренней миграции численность населения Московской агломерации стала сопоставима с численностью Сибирского федерального округа. Более того, Московская агломерация принимает до 80% внешних мигрантов. Все вышеперечисленное оказывает серьезное влияние не только на рынок труда, но и в целом усиливает антропогенную нагрузку на территорию. В итоге мы фактически подошли к пределам роста Московской агломерации как по численности, так и по возможности обеспечить население должным уровнем доступной социальной инфраструктуры. Уже наблюдается тенденция к снижению качества жизни в Московской агломерации.

Обеспечение безопасного и устойчивого развития таких сложных территориальных систем требует внедрения современных технологий во все сферы жизнедеятельности общества. Например, на данный момент именно столичная рента ядра Московской агломерации обеспечивает сравнительно высокое качество жизни на данной территории. Функционирующих высокотехнологичных производств Московской области, соответствующих новому технологическому укладу, явно недостаточно для обеспечения жизнедеятельности почти двадцатимиллионного населения Московской агломерации. Необходимо реальное повышение производительности труда и развитие высокотехнологичных секторов экономики.

Важное направление в управлении агломерациями – это обеспечение безопасности населения. Разработанные стратегии устойчивого развития территорий должны в обязательном порядке включать алгоритмы реагирования органов государственного и муниципального управления на чрезвычайные ситуации.

## **Заключение**

Реализация системного подхода к управлению агломерациями представляется целесообразной на основе разработки научно обоснованных стратегий устойчивого развития агломерационных территорий.

## **Список литературы**

1. Горелова Г.В., Дрокина К.В. Когнитивное представление концепций занятости населения // Известия ЮФУ. Тематический выпуск: Информационные и гуманитарные технологии в управлении экономическими и социальными системами. № 11 (124), ноябрь 2011. – С. 167–174.

2. Горелова Г.В., Жминько А.Е., Ляховецкий А.М. Моделирование рынка труда: комплексный подход // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. Вып. № 3 (104), 2012.

3. Горелова Г.В., Масленникова А.В. Имитационное моделирование на основе когнитивной методологии и системной динамики, анализ системы «Юг России» // Системный анализ в экономике – 2012. Секция 2 / Материалы научно-практической конференции. Москва, 27-28 ноября 2012 г. – М.: ЦЭМИ РАН, 2012. – С. 50–65

4. Горелова Г.В., Масленникова А.В., Соколова Е.Н. Исследования рынка труда на основе синтеза динамического и когнитивного моделирования // Вестник Российского Нового Университета, Серия "Человек и общество", Выпуск № 1, 2017. – С. 18–23

5. Масленникова А.В. Динамическая модель межрегионального развития РФ для исследования стратегий управления социально-эколого-экономическими региональными процессами // Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2010): Труды Четвертой международной конференции (4–6 октября 2010 г., г. Москва, Россия). Том II. – М.: Учреждение Российской академии наук Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2010. – С. 346–352.

6. Мировая динамика: пер. с англ. / под ред. Д. Гвишиани, Г. Моисеева / Дж. Форрестер. – М.: ООО «Издательство» АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003. – 379 с.

7. Научная основа стратегии устойчивого развития Российской Федерации/ под общей редакцией М.Ч. Залиханова, В.М. Матросова, А.М. Шелехова. - М.: Издание Государственной Думы, 2002. – 392 с.

8. Новая парадигма развития России (Комплексные исследования проблем устойчивого развития) / Под ред. В.А. Коптюга, В.М. Матросова, В.К. Левашова. Второе издание. – М.: Издательство «Академия», Иркутск: РИЦ ГП «Облинформпечать», 2000. – 460 с.

9. Цели в области устойчивого развития. Режим доступа: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals> (дата обращения: 8 мая 2020 г.).



**Виноградов Андрей Николаевич**<sup>1</sup>,

Врио руководителя

Исследовательского центра искусственного интеллекта,  
доцент, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Куршев Евгений Петрович**<sup>2</sup>,

ведущий научный сотрудник

Исследовательского центра искусственного интеллекта,  
доцент, кандидат технических наук

## **МОНИТОРИНГ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

<sup>1,2</sup> Россия, Ярославская обл., Институт программных систем

им. А.К. Айламазяна РАН,

<sup>1</sup> andrew@andrew.botik.ru,

<sup>2</sup> epk@epk.botik.ru

**Аннотация.** В статье раскрыты основные характеристики аппарата искусственных нейронных сетей, задействованных в интеллектуальных динамических экспертных системах для выбора, обоснования задач стратегического развития оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации. Целью исследования является повышение эффективности системы мониторинга и диагностики в управляющей структуре оборонно-промышленного комплекса. Методология исследования опирается на теорию системного подхода, ситуационного и адаптивного управления, методологию искусственных нейронных сетей. Результатом работы является обоснование применения нейросетевого подхода в стратегическом управлении оборонно-промышленного комплекса для своевременной оценки последствий принятых решений и антиципации рисков угроз возникновения проблемных ситуаций в динамике меняющейся внешней среды.

**Ключевые слова:** системный анализ, искусственные нейронные сети, оборонно-промышленный комплекс, интеллектуальные динамические системы, стратегическое управление, безопасность.

**Andrey Ni. Vinogradov**<sup>1</sup>,

Acting Head of the Research Center for Artificial Intelligence .

Associate Professor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences;

**Evgeny P. Kurshev**<sup>2</sup>,

Leading Researcher, Research Center for Artificial Intelligence,

Associate Professor, Candidate of Technical

## **MONITORING THE STRATEGIC OBJECTIVES OF THE DEFENSE-INDUSTRIAL COMPLEX BASED ON THE DEVICE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

<sup>1,2</sup> Russia, Yaroslavl Region, Institute of Software Systems named after A.K. Ailamazyan, Russian Academy of Sciences,  
<sup>1</sup> andrew@andrew.botik.ru  
<sup>2</sup> epk@epk.botik.ru

**Abstract.** The article reveals the main characteristics of the apparatus of artificial neural networks involved in intelligent dynamic expert systems to select and substantiate the tasks of strategic development of the military-industrial complex of the Russian Federation. The aim of the study is to increase the efficiency of the monitoring and diagnostics system in the control structure of the military-industrial circuit. The research methodology is based on the theory of the systems approach, the methodology of artificial neural networks. The result of the work is the substantiation of the application of the neural network approach in the strategic management of the military-industrial complex for the timely assessment of the consequences of the decisions made and the anticipation of the risks of threats to the emergence of problem situations in the dynamics of the changing external environment.

**Keywords:** systems analysis, artificial neural networks, military-industrial complex, intelligent dynamic systems, strategic management, security.

## **Введение**

За последние годы возрос интерес к новым интеллектуальным технологиям поддержки принятия решений, основанных на знаниях. В исследовательском центре искусственного интеллекта института программных систем РАН представляется важным представить новые возможности существующих программных комплексов для задач мониторинга последствий управленческих решений и развития ситуаций, диагностики текущего состояния (контроля) и перспектив развития сложных технических и социально-экономических систем, ключевую позицию среди них занимает промышленный комплекс в целом и стратегически важным с точки зрения безопасности является оборонно-промышленный комплекс Российской Федерации.

Нейросетевое моделирование в интеллектуальных динамических экспертных системах института программных систем РАН позволяет значительно повысить эффективность принимаемых стратегических управленческих решений в условиях динамически изменяющегося окружения и ограниченности информации о текущем состоянии объекта управления (предприятия, промышленности, оборонно-промышленного комплекса, региона в целом), описывать значащую совокупность рисков и угроз в анализе тенденций развития оборонно-промышленного комплекса с учетом множества логических правил для конкретных условий мониторинга и прогнозирования.

# 1. Универсальный программный комплекс динамического моделирования «Miracle» для интеллектуальных приложений

Аппарат искусственных нейронных сетей (ИНС) активно применяется в исследованиях Исследовательского центра искусственного интеллекта Института программных систем Российской академии наук (AIReC PSI RAS), где уже разработан универсальный программный комплекс динамического моделирования «Miracle» для интеллектуальных приложений в задачах управления, основанных на онтологии накопленных знаний о предметной области, лингвистических переменных и логических правилах, фреймовом формате обработки данных.

В рамках концепции динамического моделирования нейросетевые подходы используются как для предварительного анализа больших массивов слабоструктурированной информации, когда ИНС используются для извлечения фактологической информации из текстовых сообщений с учетом семантики и контекста, так и для реализации механизмов поддержки принятия решений на основе уже извлеченной информации [9].

Таким образом ИНС открывают новые возможности в области мониторинга задач оборонно-промышленного комплекса, представляющего собой социально-экономическую систему со сложными цепочками кооперации и как правило узкой специализацией в рамках, которой существуют обширные потоки слабоструктурируемых данных, представленных внутренней и внешней деловой перепиской, новостными сводками и другой информацией содержание которых тяжело поддается формализации с одной стороны и представляющей большую ценность для управляющей структуры с другой стороны.

На рисунке 1 представлена модель с двумя LSTM-слоями, ответственными за обработку левого и правого контекстов:

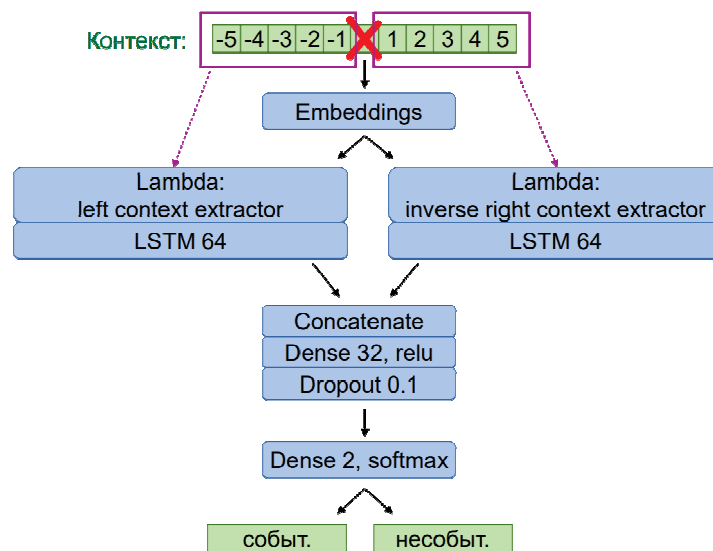


Рис. 1. Модель с двумя LSTM-слоями, ответственными за обработку левого и правого контекстов

Модель рекуррентной ИНС с долгой краткосрочной памятью (Long short-term memory; LSTM) позволяет эффективно учитывать контекст при анализе текстовой информации и выявлять неярмые закономерности, а методы обучения с подкреплением (Reinforcement Learning), использующие модели Advantage Actor Critic (A2C) и Proximal Policy Optimization (PPO) позволяют успешно решать задачи принятия управляющих решений в условиях неопределённости [9].

В случае же наличия предварительно сформированной модели предметной области (Model-Based) может быть применён подход AlphaZero, использование которого приводит к значительному повышению эффективности управления по сравнению с методами, которые не используют модель предметной области (Model-Free).

На рисунке 2 представлена таксономия алгоритмов reinforcement learning от компании OpenAI:

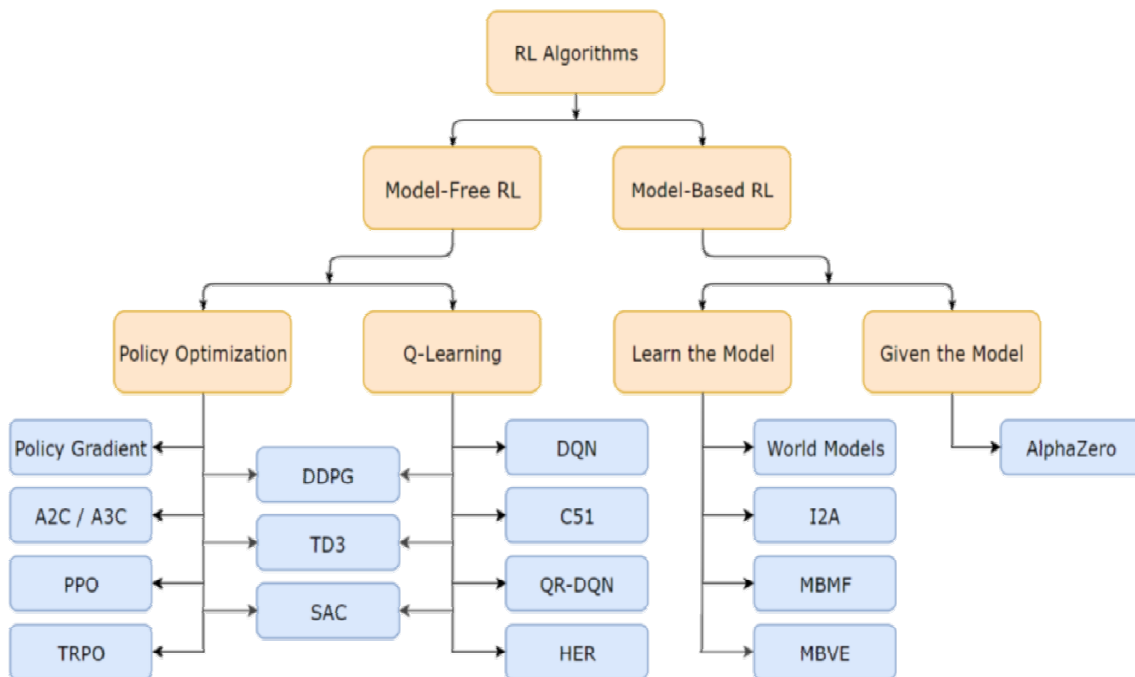


Рис. 2. Таксономия алгоритмов RL от OpenAI

Программный комплекс «Miracle» обеспечивает поэтапный переход от общего к частному (анализ целей и задач управления, классификация проблемных ситуаций) и, наоборот, синтез управляющих воздействий и апробаций управленческих решений на основе семантического логико-лингвистического анализа, реализованного на базе аппарата нейросетевых технологий и методов нечеткой логики, обратного логического вывода. Система «Miracle» – универсальный программный инструмент для создания интеллектуальных приложений, основанных на знаниях. В основу модели представления знаний положены идеи объектно-

ориентированного моделирования, такие как классы объектов, наследование свойств, и др. Работа системы основана на применении правил-продукций, ассоциированных с каждым типом объектов (принцип инкапсуляции в объектно-ориентированной парадигме).

Предметная область описывается множествами объектов различного типа. Каждый тип объекта соответствует некоторому понятию предметной области. Помимо описания набора статических свойств объекта также задаётся множество (логико-лингвистических) правил (дилемм), описывающих изменение этих свойств во времени, т.е. – динамику поведения объекта. Такой подход позволяет осуществлять построение моделей как по принципу «от общего – к частному», когда сначала строится общая модель системы, а потом детализируются модели входящих в неё компонент, так и «от частного – к общему», когда сначала разрабатываются модели элементарных компонентов, а потом из них строится общая модель.

Таким образом, система «Miracle» предоставляет возможность **построения сложноструктурированных моделей большой степени сложности** с возможностью задания **собственной модели поведения** для каждого отдельного компонента модели. Комплекс инструментальных средств динамического планирования «Miracle» обеспечивает построение динамических моделей и **визуализацию сценариев планов управления** ими на основе системного подхода и ситуационного анализа для объектно-ориентированного моделирования с учетом класса объектов, наследования свойств, характеристики отношений, применения правил-продукций.

## **2. Особенности моделирования процесса стратегического управления на основе нейросетевого подхода**

В целях моделирования поведения сложных систем необходимо учитывать степень случайных событий в их актуальной среде, динамику изменения отдельных компонентов и их характеристик, слабоструктурированные связи между элементами системы, неформальные (косвенные) причинно-следственные связи, мотивы поведения управляющей структуры и дилеммы сотрудничества и доверия в ней. Возникает необходимость построения **гибких управляющих моделей поведения сложных социально-экономических систем**, которые с помощью нейросетевого подхода на основе когнитивного моделирования в виде «аккордов» динамических когнитивных сценариев, уточнения (актуализации) целевого нормирования граничных условий параметров управления, с учетом наличия множества альтернативных сетевых графиков разрешения проблемных ситуаций, составленных на основе нейросетей способствует формированию последовательности желаемых целевых состояний сис-

темы. Авторы разработали когнитивный инструментарий для определения эффективности мер и оценки последствий – это **когнитивный динамический сценарий**. Тогда критериями могут выступать повышение эффективности деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса и скорость адаптации всей системы, качество управления предприятиями отрасли [4].

Моделирование, базирующееся на принципах **нечеткой логики** сочетает в себе с одной стороны – возможность простого и логически понятного преобразования многочисленных имеющих разрозненные числовых данных в **лингвистические концепты**, необходимые для дальнейшего использования в системах моделирования рассуждений, основанных на методах нечеткого логического вывода, позволяющие с наибольшей степенью правдоподобия интерпретировать имеющиеся экспертные знания и в неявной форме учитывать действия и интересы всех участников, а, с другой стороны, – возможность последующего преобразования полученных обобщенных результатов в четкую цифровую форму, пригодную для дальнейшего использования в системе стратегического планирования [12].

Раскрывая особенности моделирование с использованием аппарата нейронных сетей, следует учитывать, что предприятие как элемент региональной промышленной системы, в данном случае оборонно-промышленного комплекса, для достижения поставленных целей выступает во взаимодействие с большим количеством субъектов (законодательные и исполнительные органы управления, министерства, контролирующие органы и т. п.) и объектов (заказчики, потребители, поставщики, посредники).

При взаимодействии происходит **взаимное подстраивание подсистемы** предприятия к нуждам оборонно-промышленного комплекса, а также самой системы к подсистеме. Между тем, при **рассогласовании** интересов и целей в ходе их взаимного подстраивания возникает вероятность наступления потери гомеокинетического равновесия. **Нарушение равновесия**, как уже установлено при анализе механизма адаптивного управления предприятием, может возникнуть из-за нарушения равновесия **одного из элементов** системы, что потребует изменение условий для достижения равновесия по всем остальным элементам.

В рамках управления оборонно-промышленным комплексом это указывает на то, что выработка аккордов управляющих воздействий по адаптации, вызванные изменением состояния элементарных объектов, должно быть сбалансировано подстраиванием всех звеньев в системе с неким **опережением** (прогнозом будущих результатов и ущерба). Так государственное регулирование и промышленная политика, пресле-

дую общегосударственные цели, меняет условия функционирования элементарных объектов предприятия оборонно-промышленного. Изменение условий функционирования влечет за собой цепную реакцию характеризующуюся значительной степенью неопределённости для элементарных объектов, что ведёт к возникновению проблемной ситуации и потребует формирования адекватных управленческих решений, т. е. адаптации к смене условий [3, 5].

Рациональность процесса взаимного представления будет определяться функциональной полезностью самого элементарного объекта предприятия, который внутри себя осуществляет набор действий, направленных на получение определённой выгоды (прибыли, решения задач). При этом эту **полезность** элемент определяет не сам, а она проявляется через взаимодействие с другими элементами данной системы.

Предприятие, как элемент системы, ощущает на себе влияние действий субъектов управления оборонно-промышленного комплекса через управляющие воздействия (стимулы) в форме нормативных и законодательных решений. Независимо от содержания стимула отсутствие согласования интересов и целей субъекта управления с целями всего комплекса. Предприятие как элемент региональной промышленной системы, в данном случае оборонно-промышленного комплекса, для достижения поставленных целей выступает во взаимодействие с большим количеством субъектов (законодательные и исполнительные органы управления, министерства, контролирующие органы и т. п.) и объектов (заказчики, потребители, поставщики, посредники). При взаимодействии происходит взаимное подстраивание подсистемы предприятия к нуждам оборонно-промышленного комплекса, обусловленных как параметрами государственного оборонного заказа, так и требованиями потребителей – довольствующих органов, а также самой системы к подсистеме. Между тем, такое сложное построение связей, приводит к рассогласованию интересов и целей в ходе их взаимного подстраивания возникает вероятность наступления потери гомеокинетического равновесия (например срыв срока государственного оборонного заказа).

### **3. Мониторинг стратегических решений на основе изменения состояния элементарных объектов оборонно-промышленного комплекса**

Вместе с тем формирование стратегических решений субъектом управления оборонно-промышленного комплекса обусловлено его целями, где одной из внутренних целей выступает поддержание равновесия при достижении основной его цели — выполнение государственного оборонного заказа для обеспечения безопасности государства.

Проблемная ситуация, вызывающая неравновесное состояние оборонно-промышленного комплекса может выражаться в ограничении со стороны входа или выхода из элементарного объекта (спроса или предложения). Устойчивый уровень этих ограничений соответствует типу экономического неравновесия, при котором возникают узкие места и диспропорции или структурный дефицит ресурсов в соответствующем блоке или рынке. Об этом информирует сравнительно устойчивая система рецепторов — индикаторов, которая может быть реализована с помощью **цифровых двойников**.

Для снижения вероятности наступления событий, связанных с потерей равновесия оборонно-промышленного комплекса государственный механизм управления необходимо наделить **адаптационной способностью**, направленной на рациональное распределение ресурсов государственного оборонного заказа, что обусловлено значительной зависимостью предприятий оборонно-промышленного комплекса от объемов размещаемого государственного оборонного заказа в виду их недостаточной диверсификации деятельности. Государство должно наделить субъекта управления оборонно-промышленного комплекса правом участия в распределении государственного оборонного заказа в целях обеспечения равновесия на всех уровнях управления. Это позволит использовать механизм согласования интересов в оборонно-промышленном комплексе, поскольку отдельное предприятие не в состоянии само обеспечить такую **стратегическую устойчивость**.

В свою очередь, любое стратегическое решение субъекта управления оборонно-промышленного комплекса затрагивает изменение связей между элементарными объектами и предприятиями и в ряде случаев может потребовать корректировки целей и устойчивых существенных характеристик целевых динамических нормативов. Независимо от содержания и направленности полученного системой управления стимула, оценить влияние данного стратегического управленческого решения на организационную деятельность объекта управления напрямую невозможно и возникает необходимость в визуализации и оценке возможных результатов и ущерба посредством нейронных сетей и экспертных систем.

Сложность такой оценки обусловлена действующим механизмом отображения действий элементарного объекта и влиянием их результатов на **общий результат деятельности** предприятия. Для обеспечения совокупной (интегрированной) оценки и мониторинга состояния элементарного объекта отражение всех изменений, происходящих по материальным (ресурсным) и нематериальным потокам, представляется в **стоимостной оценке**. Стоимостная оценка, которая лежит в основе системы стратегического планирования финансами позволяет воспользо-



ваться этим для организации механизма адаптационных процессов предприятия в системе оборонно-промышленного комплекса.

Адаптация системы может происходить за счет различных изменений состояния: элементов, связей, отношений, структуры. Наиболее общей формой адаптации, затрагивающей все изменения, можно считать адаптацию, которая происходит за счёт функциональных и структурных изменений системы стратегического управления.

Рассмотрим общую модель адаптации предприятия при её интеграции в систему высшего яруса и определим существенные факторы и связи, оказывающие влияние на равновесие в рамках данного процесса.

Способами по представленным формам адаптации системы могут выступить:

- вертикальная интеграция — включение одной или нескольких дополнительных последовательных стадий процесса производства и/или распределения продукции, которое ранее были разделены;
- горизонтальная интеграция — включение в состав организационной деятельности предприятий смежных отраслей через частичное или полное поглощение;
- внешняя кооперация (специализация, кооперация);
- приобретение нематериальных активов сторонних организаций.

В этой связи, в рамках формирования механизма системы адаптивного управления, действия по определению формы интеграции предприятия с системой оборонно-промышленного комплекса корректней связывать с мотивами, которые обусловлены изменениями условий её функционирования и удельных ценностей субъекта управления.

Тогда мотивом поиска форм интеграции с системой верхнего яруса будем считать не способность предпринимательской структуры за счёт достигнутой организованности и стратегической устойчивости обеспечить рациональность достижения поставленных целей, например, потеря равновесия по связям с поставщиками ресурсов, или их достижение требует организованного роста (роста масштабов деятельности).

В качестве побудительного мотива предприятия к поиску формы интеграции с элементами системы верхнего яруса также может выступить изменение условий его функционирования, например: рост конкуренции, изменение законодательных актов, регулирующих деятельность хозяйствующего субъекта (повышение требований к размеру собственного капитала, условия выполнения государственного оборонного заказа).

#### **4. Результаты**

Применение нейросетевой технологии в интеллектуальных динамических экспертных системах ИПС им. И.К. Айламазяна для стратегических задач оборонно-промышленного комплекса служит целям повыше-

ния эффективности и безопасности, устойчивого развития его элементарных объектов. Предлагаемый авторами новый конструкт динамического когнитивного сценария раскрывает потенциал использования семиотического моделирования поведения сложных промышленных систем с учетом требований политической и экономической безопасности и обеспечивают визуализацию последствий принятых стратегических управленческих решений по всем звеньям сетевого планирования, реализуемого при поддержке нейронных сетей.

Интеллектуальные решения системы «Miracle» позволяют осуществить построение сложноструктурированных моделей большой степени сложности, когда отдельные элементы системы имеют собственные аттракторы поведения, различные фазы жизненного цикла, собственные интересы и конфликты. В процессе стратегического управления предприятиями оборонно-промышленного комплекса возможности моделирования поведения сложных социально-экономических систем с применением нейронных сетей обеспечивают адекватность проработки управленческих решений в ситуациях выбора и обоснования стратегии развития. Промышленные предприятия отрасли как системы являются сложными самоорганизующимися системами и для их прогнозирования в системе стратегического управления и планирования оборонно-промышленным комплексом можно предложить разработки центра искусственного интеллекта института программных систем РАН (AIReC PSI RAS), которые представлены в комплексе инструментальных средств динамического планирования «Miracle», с помощью которого возможно создание полноценных систем поддержки принятия управленческих решений на основе средств извлечения знаний и построения полноценной модели предметной области.

#### **Список литературы**

9. Igor Trofimov, Yuri Serdyuk, Elena Suleymanova, Natalia Vlasova. “Eventive vs. non-eventive sense of nouns: disambiguation using neural network approach”. Program Systems: Theory and Applications, 2020, 11:4(47), pp. 31–53. (In Russian). DOI: 10.25209/2079-3316-2020-11-4-31-53 URL: [http://psta.psiras.ru/read/psta2020\\_4\\_31-53.pdf](http://psta.psiras.ru/read/psta2020_4_31-53.pdf).
10. Нурдинов Д.А., Reinforcement learning в задаче моделирования оптимального поведения агента в играх различных жанров // Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems 2021 (ITTMM 2021) 19-23 April 2021 [https://events.rudn.ru/event/107/contributions/542/attachments/389/842/rl\\_paper\\_nurdinov.docx](https://events.rudn.ru/event/107/contributions/542/attachments/389/842/rl_paper_nurdinov.docx).
11. Куркор Б.Л., Куршев Е.П., Виноградов А.Н. Разработка динамического когнитивного сценария функционирования предприятия и производственных комплексов в процессе управления экономикой. Секция 1. «Теоретические проблемы стратегического планирования на микроэкономическом уровне». Сборник докладов участников секционных заседаний XXI Всероссийского симпозиума. Москва, 10–11

- ноября 2020 г. С.98-101. Исследование выполнено в рамках инициативных НИР Санкт-Петербургского Государственного Университета и НИР «Исследование и разработка методов интеллектуального анализа данных», номер гос. регистрации АААА-А19-119020690042-2. DOI: 10.34706/978-5-8211-0783-1-s1-27
12. Trofimov I. V. and Suleymanova E. A. A syntax-based distributional model for discriminating between semantic similarity and association // Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference “Dialogue 2017”. — 2017. — Vol. 1, No 16. — pp. 349—359.
  13. Vinogradov A.N., Vlasova N., Kurshev E.P., Podobryaev A. Modern Approaches to the Language Data Analysis. Using Language Analysis Methods for Management and Planning Tasks. In: Arseniev D., Overmeyer L., Kälviäinen H., Katalinić B. (eds) Cyber-Physical Systems and Control. CPS&C 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 95. Springer, Cham [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34983-7\\_46](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-34983-7_46) [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7_46).
  14. Виноградов А.Н., Куршев Е.П., Подобряев А.В. и Белов С.А. Разработка средств анализа научно-технической документации для повышения эффективности управления результатами интеллектуальной деятельности // Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий». — Москва : М.:ФИЗМАТЛИТ, 2015.

УДК 331.108

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-75

*Корсакова Татьяна Владимировна*<sup>1</sup>,  
профессор, д-р. пед. наук, доцент,  
*Корсаков Михаил Николаевич*<sup>2</sup>,  
доцент, канд. экон. наук, доцент

## **КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

<sup>1, 2</sup> Россия, Таганрог, Южный федеральный университет,

<sup>1</sup> [tvkorsakova@sfedu.ru](mailto:tvkorsakova@sfedu.ru),

<sup>1</sup> [mnkorsakov@sfedu.ru](mailto:mnkorsakov@sfedu.ru)

**Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению мета-компетенции критического мышления/решения проблем как средства для принятия решений на основе когнитивной модели. Когнитивная модель Симплекс в отличие от известных Симплекс-методов, представляющих алгоритм решения задач линейного программирования, описывает процесс, позволяющий осознать проблему, обеспечивает возможность найти креативные решения. Синтез рационального и интуитивного, возникающий в результате использования данной когнитивной модели, увеличивает вероятность получения желаемого конечного результата.

**Ключевые слова:** критическое мышление, «злые» проблемы, когнитивная модель, дизайн проблемы.

*Tatiana V. Korsakova*<sup>1</sup>,  
Professor, Doctor of Pedagogical Sciences

*Michail N. Korsakov*<sup>2</sup>,  
Associate Professor, Candidate of Economic Sciences

## **CRITICAL THINKING AS A TOOL FOR USING COGNITIVE DECISION-MAKING MODELS IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS**

<sup>1,2</sup> Russia, Taganrog, Southern Federal University,

<sup>1</sup> tvkorsakova@sfedu.ru,

<sup>2</sup> mnkorsakov@sfedu.ru

**Abstract.** The article is devoted to the consideration of the meta-competence of critical thinking/problem solving as a means for making decisions based on a cognitive model. The cognitive model of Simplex in contrast to the well-known Simplex methods, representing an algorithm for solving linear programming problems, describes a process that allows realizing a problem, provides an opportunity to find creative solutions. The synthesis of the rational and the intuitive, resulting from the use of this cognitive model, increases the likelihood of obtaining the desired end result.

**Keywords:** critical thinking, "wicked" problems, cognitive model, problem design.

### **Введение**

Современная практика управления в условиях динамичных изменений всё больше ориентируется на когнитивное моделирование при принятии управленческих решений. Сфера использования когнитивных моделей постоянно расширяется, так как они создают возможность формирования адекватного алгоритма принятия решений.

Алгоритм принятия решений становится более простым и понятным, если человек эффективно пользуется критическим мышлением.

### **1. Особенности критического мышления**

Понятие «критическое мышление» имеет глубокую историю возникновения, приведшую к выделению из всех видов мышления некоего своеобразного вида, который характеризуется такими определениями, как «оценка результатов своих мыслительных процессов» [6], «постоянный анализ собственной мыслительной деятельности» [4], «объективная оценка фактов и установление истины» [3].

Нам представляется, что в контексте проблемы принятия решений наиболее продуктивным является понятие критического мышления как умения человека размышлять не только о чём-то, но и о самом процессе мышления (рефлексировать), что и «является основой творческого мышления» [5].

Под критическим мышлением мы понимаем:

- разумное рефлексивное мышление, направленное на принятие решения чему доверять и что делать;

- способность человека ставить под сомнение поступающую информацию, включая собственные убеждения;
- активное, последовательное и осторожное рассмотрение любого убеждения в свете оснований, которые его поддерживают, и следствий, к которым оно приводит.

Осознанное принятие решений о том, каким источникам информации доверять, а каким нет, умение ставить под сомнение не только поступающую информацию, но и собственные убеждения – то, что уже когда-то чётко «прописалось» в голове – это признак высшей пробы критического мышления. Человек, обладающий критическим мышлением задаёт вопросы самому себе: Почему я так думаю?, Откуда я это знаю?, Какие факты доказывают это? Что из собственного опыта доказывает это? Умение разделять свои знания на «нужные» неизвестно почему и те, которые доказаны последующим опытом, формируют некий мыслительный центр «управления полётами», который должен быть, с одной стороны, проактивным, а с другой, достаточно восприимчивым к сигналам обратной связи. Это и есть гибкость мысли – сформированность некоей ткани, которая наполняется новыми мыслями.

Углубляясь в понятие «критическое мышление» мы выходим на термин «диспозиция» – фундамент, из которого вырастает критическое мышление. Фундаментом для использования когнитивных моделей становится исследовательская любознательность, желание докопаться до сути, стремление к логичному, полному, красивому рассуждению, жажда открытий, чувственная потребность в структуре, непредубеждённость относительно отличающихся взглядов на мир, честность в столкновении с собственными предубеждениями, предрассудками, стереотипами или эгоцентрическими тенденциями. На таком отношении вырастают определённые умения: понимать, что два события – не случайны, а относятся друг к другу, как причина и следствие, или как два следствия одной причины, или как две причины одного следствия; умение анализировать мнения других по какой-то системе критериев, дизайн которых был сделан перед этим; определять, какие аргументы важные, какие не важные, а какие подменные, то есть внутри каких лежит «склейка» и подмена терминов каким-то значением, о котором раньше речь не шла; умение самому конструировать аргументы качественно (не качественный аргумент – это «все так считают», «так было всегда», «так принято», «у меня так получилось, значит так и нужно»); понимать логические и причинно-следственные связи между понятиями и располагать их в порядке; Анализировать суждения окружающих и оценивать их по некоторой системе критериев; определять важность аргументов и конструировать их качественно; замечать логические ошибки, противоречия, подмены; Нахо-

дить место новым понятиям и фактам в общем контексте.

Известно, что основой методологии системного анализа является системный подход, в соответствии с которым планирование имеет целью создание последовательного плана: от общего к частному. С другой стороны каждая новая открывшаяся проблема может перестроить структуру обсуждения (рассуждения) Важнейшее (критическое) умение в рамках всего пакета умений по принятию решений – это «спрашивать», так как «внедрение сократического диалога соответствует новому типу управления организацией, свойственному постиндустриальному обществу, как проектной, ad hoc структуры, создаваемой для решения определенной задачи» [2]. А также, умение разносить полученные знания по категориям, строить таксономию. Как только выстроена система категоризации, клеток, в которые можно вкладывать новые факты, новые знания, новые понятия, можно сказать, что сколько бы ни появлялось новых знаний и фактов, их всегда можно будет «припарковать» в какой-то правильной клетке. Но, можно и перестроить рисунок клеток, если новые данные будут указывать на такую необходимость. Ещё одно умение – сохранять гигиену: закрепить значение за каким-то понятием, выделять, что имеется в виду под определённым понятием и держаться этого, не допуская подмен.

Таким образом, резюмируя наши размышления о критическом мышлении, мы выделяем наиболее важные параметры, необходимые нам для дальнейшего исследования:

- диспозиция и умения важны, одно перетекает в другое;
- критическое мышление не обязательно оригинальное, но обязательно самостоятельное;
- идет по цепочке Data-Information-Knowledge-Wisdom [9];
- начинается с постановки вопросов, стремится к решению проблем;
- ищет убедительные аргументы и разумные обоснования;
- учитывает тот факт, что мыслитель работает в некотором сообществе.

Говоря о критическом мышлении, мы должны понимать его социальную природу, так как это не только про набор определённых навыков и умений, но и про определённое поведение менеджера исследователя, не только про диагностику, про решение проблем, так как настоящее качество критического мышления выковывается, когда нужно действовать вместе с другими людьми, а не тогда, когда исследователь в одиночестве сидит над блокнотом и пытаетесь решать чисто научную проблему [1].

Критическое мышление – это жизненно важный инструмент, кото-

рый используется для решения проблем в условиях постоянного изменения их характера. Ускоряющаяся изменчивость взаимозависимых факторов, зачастую неполных, трудно поддающихся определению, привлекла внимание учёных ещё во второй трети двадцатого века и обусловила появление термина «злые проблемы» [8]. Поскольку в современном мире мы в основном имеем дело с проблемами, которые не имеют очевидного решения, по которым для получения данных мы должны работать с огромными объёмами информации, которые не могут быть описаны линейными зависимостями и, следовательно не могут быть решены классическими методами (напр., Симплекс-метод решения задачи линейного программирования), для определения, как, когда и какие конкретные механизмы критического мышления необходимо использовать для решения подобных проблем мы воспользуемся когнитивной моделью «Симплекс», разработанной Мин Басадуром [7]. Это не очень новая модель, её впервые описали в конце 20-го века, однако она остается достаточно актуальной, но обрастает, конечно, определённой спецификой момента.

## **2. Когнитивная модель «Симплекс»**

Модель «Симплекс» достаточно хорошо, на наш взгляд, комбинирует 3 этапа, каждый из которых состоит из некоторого количества шагов:

### **Этап 1. Работа с моделью проблемы.**

*1-й шаг* – выбор проблемы. Творческий акт выбора проблемы заключается в сознательном определении её границ. Для этого необходимо определить весь проблемный контекст целиком:

- выявить проблему, с которой нужно начинать работать: (а) корневая, (б) важная, (и) с тенденцией к обострению, (г) в зоне решения;
- изолировать проблему, сохраняя понимание о динамических связках, и выбрать уровень представления последующего решения.

Очень важно решать проблему на подходящем уровне, так как, если определить проблему слишком широко, ресурсов для решения может быть недостаточно. Если проблема определена слишком узко, то есть опасность работы с симптомами, а не с причиной.

*2-й шаг* – Установление фактов (базовое умение критического мышления – различать факты и оценки):

- сформировать гипотезы для экономичного сбора данных;
- развести известные и неизвестные, истинные и ложные, отличить факты от предположений и оценок;

- собрать статистику, показатели и провести эксперименты ((найти принцип расслоения данных, чтобы он сообщал как можно больше информации);

- ответить на вопросы «кто?», «где?», «когда?», «сколько?». (Вопросы «почему?» и «как?» частично оставить для следующего этапа);

- не собирать повторяющихся и взаимоисключающих данных.

*3 шаг* – Корректная формулировка проблемы – это самый важный шаг, осуществляя который необходимо увидеть/показать негативные последствия в случае отсутствия решения. Зачастую проблемы формулируются так, что участники социального процесса решения проблемы не понимают с первого раза, что в ней плохого (напр. «Проблема - высокая себестоимость». « Ну и что, многие бизнес-модели существуют на высокой себестоимости». Для того, чтобы сформулировать проблему корректно, необходимо:

- сформулировать противоречия, «держать локус»;
- выяснить причины, отличить симптомы от причин появления проблемы;
- проверить полноту определения проблемы. Использовать весь массив существующих техник для определения точек зрения заинтересованных сторон. Здесь важно понимать, кто бенефициары решения проблемы, кто является действующими лицами в рамках её решения, какие процессы затрагиваются, контекст (стратегию бизнеса).

## **Этап 2. Дизайн решения.**

*4 шаг.* - Создание некоторого набора решений с помощью, например, известных и зарекомендовавших себя техник:

- Мозговой штурм;
- Метод Дельфи;
- Методы ТРИЗ;
- Сценарии ментальной провокации.

Следует отметить, что и в эти известные техники можно внести определённые изменения. Так, мозговой штурм хорошо проводить, когда есть возможность подкрепления критического мышления визуальным: зарисовывать связи – что чему причина; что чему следствие; что из чего вытекает. Писать в одной стороне флип-чарта, что уже известно о какой-то проблеме точно, в другой - что предполагается, и может проверяться вопросами. Метод Дельфи предполагает, что письменно (дистанционно)



выясняются точки зрения каждого отдельно, а потом эти точки зрения друг с другом перекрещиваются. Трудность в том, что никакая мыслительная деятельность никогда не выхолащивается из наших проекций. Поэтому необходимо смотреть на вещи с разных точек зрения и перед тем, как принять решение, сомневаться в своем понимании предмета. И здесь работают всякие изобретательские методы и сценарии ментальной провокации – отдельный класс сценариев, который предполагает, что умышленно формулируется абсурдное утверждение для того, чтобы разбить шаблон, подсказать что-то необычное, так как важно не оставаться только в рациональном поле, включать эмоциональный интеллект.

*5 шаг.* – Создав набор определённых решений, нужно оценить их и выбрать наиболее подходящее:

- хорошее решение реализуемо, масштабируемо, пригодно к совершенствованию;
- имеет положительный эффект и не имеет отрицательных побочных эффектов:
- адекватно чувствам/мотивам клиентов/исполнителей;
- сбалансировано по полноте/скорости реализации: порой частичное, но быстро применимое решение лучше более совершенного, но более медленного. Определение этого баланса и есть задача критического мышления.
- сбалансировано по материальным, энергетическим, пространственным, временным, информационным и трудовым ресурсам;

Хорошее решение находится всегда в зоне так называемой многокритериальной оптимизации, то есть достижение какого-то оптимума по сбалансированности. Лучшее решение – это встроенное в уже работающую систему, постоянные изменения, не требующие привлечения дополнительных ресурсов (ТРИЗ).

### **Этап 3. «Реализация решений».**

*6 шаг.* – Планирование:

- перечень задач (канбан-доска по темам «сделать», «сделано» или в расписание по диаграмме Ганта);
- DACI – матрица для планирования работ и ролей (инструмент McKinsey) ;
- план по контрольным точкам;
- планирование коммуникаций для «продажи» идеи;

- просчитать бюджет.

*7 шаг.* – Вовлечение всех, кто может и хочет влиять на решение, давать ресурсы, вмешиваться в ход действий:

- анализ мотивации стейкхолдеров;
- выбор адекватного языка «продажи» – язык логики, фактов или статистики, или язык эмоций, или язык «историй» и практического опыта, или язык «прозрачного процесса».

*8 шаг.* – Действовать:

- умное принятие рисков;
- твёрдое следование решению;
- поддержка информированности и мотивации у стейкхолдеров.

### **Заключение**

Важно понимать, что модель Симплекс — это не линейное движение от 1-го шага к 8-му. Она не ограничивается исследованием проблемы, но включает в себя дизайн и реализацию решения. Это обязательно цикл, так как та проблема, которую решили, теперь должна встроиться в новый, изменённый уже контекст (изменения очень быстрые), если она раньше была чем-то целым, то теперь она является частью чего-то большего. Проблемы, решённые на одном уровне, поднимаются на следующий уровень, а вместе с ними и навыки критического мышления и компетенции по решению проблем у менеджеров. Уровень качества повышается и то, что раньше было нормальным становится инцидентом, указывающим на возникновение новой проблемы, рождающей новый запрос на изменения.

### **Список литературы**

1. Воевода Е.В. Критическое мышление как культурный феномен /Язык и коммуникация в контексте культуры: Сборник статей по материалам 7-й Международной научно-практической конференции, 21–22 мая 2012 года /отв. ред. С.В. Лобанов, Е.В. Воевода. – Рязань: РГУ им. С. А. Есенина, 2012. – С. 120–126.

2. Иванова О. Э., Гнатышина Е.А. — Сократический диалог как метод управления проблемами // Философская мысль. – 2018. – № 4. – С. 59–65.

3. Королева А. В. Философские аспекты критического мышления. - Гаудеамус, 2011. – № 1 (17). – С. 16–22.

4. Мазурова М.Р. Критическое мышление и формирование общекультурных и общепрофессиональных компетенций ФГОС ВО // Профессиональное образование в современном мире. 2017. Т. 7. № 3. – С. 1196–1200.

5. Сизикова Т.Э. Метамоделю рефлексии в рамках мета-онтологии. Сибирский психологический журнал. 2018. № 68. – С. 6–31.

6. Халперн Д. Психология критического мышления — СПб.: Издательство «Питер», 2000. — С.23.

7. Basadur M., Graen G.B., Green S. G. Training in Creative Problem Solving: Effects on Ideation and Problem Finding and Solving in an Industrial Research Organization. *Organizational Behavior and Human Performance*. 1982. P. 41–70.

8. Rittel H.WJ. Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1973. №4. P. 155–169.

9. Sharma, Nikhil. (2008). The Origin of Data Information Knowledge Wisdom (DIKW) Hierarchy. Режим доступа:

[https://www.researchgate.net/publication/292335202\\_The\\_Origin\\_of\\_Data\\_Information\\_Knowledge\\_Wisdom\\_DIKW\\_Hierarchy/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/292335202_The_Origin_of_Data_Information_Knowledge_Wisdom_DIKW_Hierarchy/citation/download). Дата обращения: 20.07.2021.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-76

*Волкова Эльвира Сергеевна,*

преподаватель, кандидат экономических наук

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РИСКОЗАЩИЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский филиал Финансового  
университета при Правительстве Российской Федерации,  
ESVolkova@fa.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается изучение на основе положений теории системного анализа, ситуационного и когнитивного подходов объекта и субъекта управления предприятия как элемента сложной экономической системы с многочисленными взаимосвязями и отношениями, которые определяются составом и свойствами потоков ресурсных комплексов предприятия, что позволяет соотнести процесс целеполагания стратегического развития предприятия с уровнем безопасности, определяющим динамическое равновесие между дестабилизирующими факторами внутренней, внешней среды и возможностью противостояния им путем корректировки плановых решений, адаптации системы, самоорганизации для дальнейшей синхронизации с целями субъекта управления.

**Ключевые слова:** когнитивный подход, системный анализ, предметная область, стратегический анализ, семантическая модель, когнитивные технологии.

*Elvira S. Volkova,*

Candidate of Economic Sciences,

## **A SYSTEMATIC APPROACH TO THE RISK OF A PROTECTED STRATEGIC MANAGEMENT TECHNOLOGY BASED ON COGNITIVE MODELING**

**Abstract.** The article considers the study based on the provisions of the theory of system analysis, situational and cognitive approaches of the object and subject of enterprise management as an element of a complex economic system with numerous relationships and relationships that are determined by the composition and properties of the flows of resource complexes of the enterprise, which allows us to correlate the process of goal-setting of strategic development of the enterprise with the level of security that determines the dynamic balance between destabilizing factors of internal, the external environment and the possibility of countering them by adjusting planned decisions, adapting the system, self-organization for further synchronization with the goals of the subject of management.

**Keywords:** *cognitive approach, system analysis, subject area, strategic analysis, semantic model, cognitive technologies.*

## **Введение**

*Когнитивное моделирование* для исследования неформализованных и слабо структурированных проблемных ситуаций предметной области с причинно - следственными связями между ними является основой стратегического анализа текущей ситуации на предприятии посредством формирования фреймового представления проблемных ситуаций, технологией процесса информационного обеспечения предприятия по идентификации проблемных ситуаций на этапе распознавания и предотвращения угроз возникновения проблемных ситуаций, позволяет выделить управляющие факторы в ситуации, на которые возможно воздействие лица принимающего решения, и целевые факторы, являющиеся объектом управленческих воздействий.

*Когнитивные технологии* способствуют антиципации рисков и угроз проблемных ситуаций на стадиях планирования организационных, координационных решений, осуществления контроля и постоянного мониторинга их исполнения в целях выбора наиболее оптимального сценария функционирования предприятия на основе структуризации целей его развития [1].

Задача формализации взаимоотношений в проблемных ситуациях решается путем построения когнитивной карты, объединяющей факторы среды и их причинно-следственные связи в виде направленных дуг, выражающих межобъектные отношения с указанием силы их влияния.

Стратегический анализ на основе когнитивного моделирования помогает решать статические и динамические задачи, а также способствует принятию решений, повышающих равновесие элементов системы.

Когнитивные сети моделирования поддержки принятий решений можно считать базой аналитических процессов в интеллектуальных системах, при этом когнитивный подход собирает информационные данные, а аналитический (экспертный) метод способствует ее обработке [3].

Таким образом, когнитивный подход опирается на способность людей, вовлеченных в процессы принятия решений, позволяет анализировать ситуации, а также тестировать качество ЛПР по их ментальной активности, уделять особое внимание таким человеческим способностям как оценка ситуации и ментальные модели, которые играют важную роль в управлении процессом принятия решений в сложных ситуациях.

### Результаты

В стратегическом управлении для формирования и уточнения гипотезы о возможном целевом состоянии, функционировании предприятия также можно использовать модель когнитивной карты. В нашем случае модель будет представлена в виде схемы факторов, имеющих определенные влияния на целевое состояние объекта управления. Когнитивное моделирование позволяет определить силу и направление влияния факторов, имеющих неоднозначное воздействие на объект управления, кроме того позволяет выявить трудноформализуемые связи, обуславливающие скрытые причины проблемных ситуаций (рисунок 1) [2].

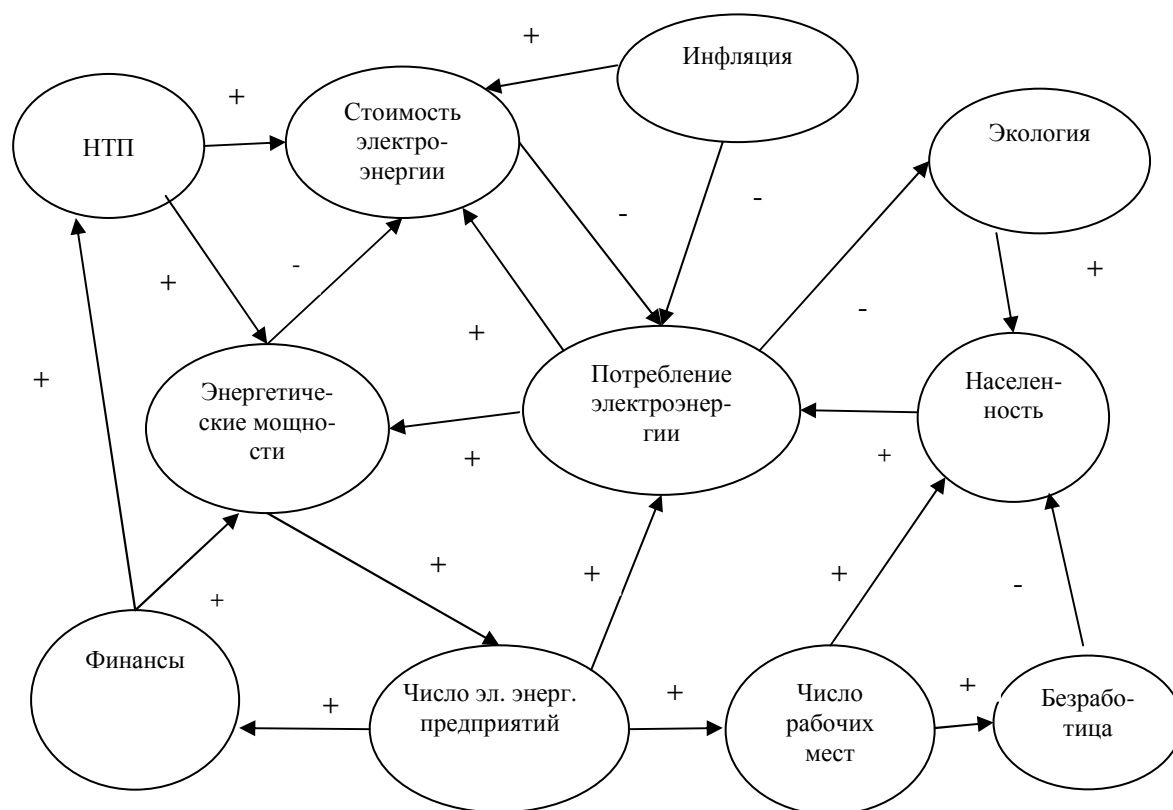


Рис. 1. Когнитивная карта на примере эффективности энергоснабжения для предприятия электроэнергетики

### Заключение

Такая карта позволяет проанализировать с целью определения возможных взаимоотношений, а следовательно и определить возможные причинно-следственные связи элементарных объектов. Отрицательные связи способствуют нарушению баланса элементарных объектов и понижают уровень безопасности систем. Например цикл «Энергетические мощности» -- «Число электроэнергетических предприятий» -- «Потребление электроэнергии» в представленной модели является положительным, так как с увеличением возможности предоставления дополнительных мощностей предполагается и увеличение на рынке количества электроэнергетических предприятий, а следовательно и рост потребления электроэнергии.

При выполнении структурного анализа когнитивной карты формируется представление об имеющихся начальных тенденциях на предприятии с выявлением направлений и степени их, определяются направления целей и управленческих решений [4].

Анализ причинно-следственных взаимоотношений базисных факторов модели необходим для эффективного управления и как следствие принятия обоснованных решений.

Целью карты (модели) является выделение среди всех факторов, факторов, несущих риски угроз возникновения проблемных ситуаций, а также стратегически значимых, позволяющих эффективно развиваться в долгосрочной перспективе.

Используемый подход построения когнитивной модели и анализ сложных ситуаций позволяет провести качественно – количественную оценку последствий управленческих решений и предоставляет возможность выбора правильного решения в непредвиденных ситуациях (негативного воздействия со стороны окружающей среды), а также позволяет сформировать представление о степени полноценности знаний о факторах и их взаимосвязях.

#### **Список литературы**

1. Омельченко А.Н. Когнитивное моделирование в условиях глобализации в промышленности // Анализ и аудит. 41(473) – 2011.

2. Кукор Б.Л., Клименков Г.В. Адаптивное управление промышленным комплексом региона: теория, методология, практика./Под общ. Ред. Б.Л. Кукора. – Екатеринбург-С.Петербург: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, 2017. – 306 с.

3. Яковлева Е.А. Толочко И.А. Инструменты и методы цифровой трансформации // Вопросы инновационной экономики. – 2021. – Т. 11. – № 2. – С. 415-430. – DOI 10.18334/vines.11.2.112016.

4. Цифровая трансформация системы планирования на основе цифрового двойника / Е.А. Яковлева, И.А. Толочко, А.А. Ким, А.А. Черняева // Креативная экономика. – 2021. – Т. 15. – № 7. – С. 2811-2826. – DOI 10.18334/ce.15.7.112351.

*Кацко Александр Игоревич*<sup>1</sup>,  
студент;  
*Кацко Дмитрий Игоревич*<sup>2</sup>,  
магистрант;  
*Маций Владимир Сергеевич*<sup>3</sup>,  
магистрант

## КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ

<sup>1, 2, 3</sup>Россия, Краснодар, Кубанский Государственный Аграрный  
Университет, sa\_katsko@bk.ru.

**Аннотация.** В статье рассмотрены причины возникновения экзогенных процессов, таких как оползни и обвалы, к которым относятся геологические, геоморфологические, климатические и косвенные факторы. Полученная когнитивная карта позволяет сделать вывод о возможности использования моделей пространства состояний склона по результатам данных геотехнического мониторинга.

**Ключевые слова:** когнитивная модель, прогноз, оползень, временные ряды.

*Aleksandr I. Katsko*<sup>1</sup>,  
Student;  
*Dmitry I. Katsko*<sup>2</sup>,  
Student;  
*Vladimir S. Matsiy*<sup>3</sup>  
Student

## COGNITIVE MODELING AND FORECASTING OF LANDSLIDE DEVELOPMENT IN THE STATE SPACE

Russia, Krasnodar, Kuban State Agrarian University, sa\_katsko@bk.ru.

**Abstract.** The article considers the causes of exogenous processes, such as landslides and landslides. Which include geological, geomorphological, climatic and indirect factors. The resulting cognitive map allows us to conclude that it is possible to use models of the slope state space based on the results of geotechnical monitoring data.

**Keywords:** cognitive model, forecast, landslide, time series.

### Введение

Строительство и эксплуатация сооружений в трудной инженерно-геологической обстановке Северного Кавказа, связанной с обвалами, оползнями, речной эрозией, требует своевременного мониторинга и ана-

лиза для прогноза обвальных катастроф [2]. В связи с этим необходимо понимание основных факторов и вариантов их взаимодействия при влиянии на экзогенные процессы. Для этого требуется представление знаний в виде когнитивной карты, отображающей предметную область, изучение которой позволяет предлагать модели временных рядов (полученных по результатам геотехнического мониторинга) для решения задач прогнозирования.

1. *Причины и динамика развития обвалов разного генезиса.* В работах И.М. Васькова, посвященных крупномасштабным обвалам, показано, что их причины обусловлены влиянием литосферы, гидросферы и атмосферы, проявляющихся как взаимодействие геологических, геоморфологических и климатических процессов [2]. Необходимость создания сложных геотехнических объектов в условиях сложного горного рельефа при наличии оползней, обвалов и т.д. требует разработки методики мониторинга и проведения его на всех этапах проектирования, строительства, эксплуатации. Известны следующие методы проведения геотехнического мониторинга: визуально-инструментальные, геодезические, виброметрические, геофизические, аэрокосмические. Следует отметить, что не смотря на большие объемы собранной информации в доступной литературе не освещались вопросы использования результатов мониторинга с точки зрения анализа и прогнозирования временных рядов, и их взаимодействие с различными лагами.

Обычно различают следующие типы экзогенных процессов: обвал (быстрое смещение скальных и грунтовых пород под действием гравитации), сель (водный грязевой поток), оползень (распределенное по времени постепенное смещение рыхлых пород под действием гравитации по склону). В настоящей статье рассмотрим причины появления оползней. Выделяют следующие группы факторов, влияющие на появления оползня: геологические (взброс аллохтонического блока, коллизии образования и длительного действия разрывов взбросо-двигового характера, что ведет к обстановке геодинамического сжатия), геоморфологические (естественное выветривание горных пород, подмыв склонов), климатические (температурный режим, количество осадков, сезонное таяние снега), косвенные (выход на поверхность рек, родников, строительство, вырубка лесов, пожары) и т.д. [1–5].

В перечисленных группах факторов можно выделить наблюдаемые в течении длительного периода времени, не наблюдаемые или наблюдаемые в короткий период времени. Наблюдаемые факторы мы будем рассматривать при построение когнитивной карты и ее дальнейшего исследования с использованием модели временных рядов, воздействие остальных факторов примем в качестве случайного воздействия



Когнитивное моделирование и прогнозирование процесса развития оползня (рис. 1). Математическое представление когнитивной карты – ориентированный граф

$$G = \langle V, E \rangle, \quad (1)$$

где в  $V$  – множество вершин, позволяющих описать состояние изучаемой предметной области;  $E$  – множество дуг, связывающих пары вершин [6].

Учитывая проведенный выше обзор факторов, влияющих на появление оползня, рассмотрим следующие концепты:

*Геологические характеристики*

V1 – сейсмическая активность [магнитуда];

*Геоморфологические характеристики*

V2 – выветривание горных пород [–];

V3 – подмыв склонов;

*Климатические характеристики*

V4 – температурный режим атмосферы [°C];

V5 – количество осадков [мм];

*Косвенные характеристики*

V6 – выход на поверхность рек, родников, строительство, вырубка лесов, пожары;

*Характеристики грунта*

V7 – прочность;

V8 – деформационность [%];

V9 – геометрия склона;

V10 – обвальная катастрофа.

Геологические, климатические характеристики и результаты мониторинга обычно задаются в хронологическом порядке, что позволяет говорить о возможности рассмотрения их в качестве временных рядов.

Существуют десятки методов анализа временных рядов. К наиболее известным относят следующие методы: детерминированные, спектральные, стохастические, пространства состояний, нейронных сетей.

Оценка состояния (устойчивости) склона непосредственно точно не поддается измерению, поэтому требуется оценка состояния системы в пространстве состояний, позволяющих уменьшить неопределенность. В последние десятилетия наиболее эффективны оказались следующие методы пространства состояний [6, 7]: фильтр Калмана, скрытые марковские модели, байесовские модели. Считаем, что процесс образования оползня имеет состояния  $x(t)$ , а наблюдения  $y(t)$  представляют информацию о мониторинге таких состояний в момент времени  $t$ . В случае применения скрытых цепей Маркова предполагается скачкообразный характер изменения состояний (рис. 2).

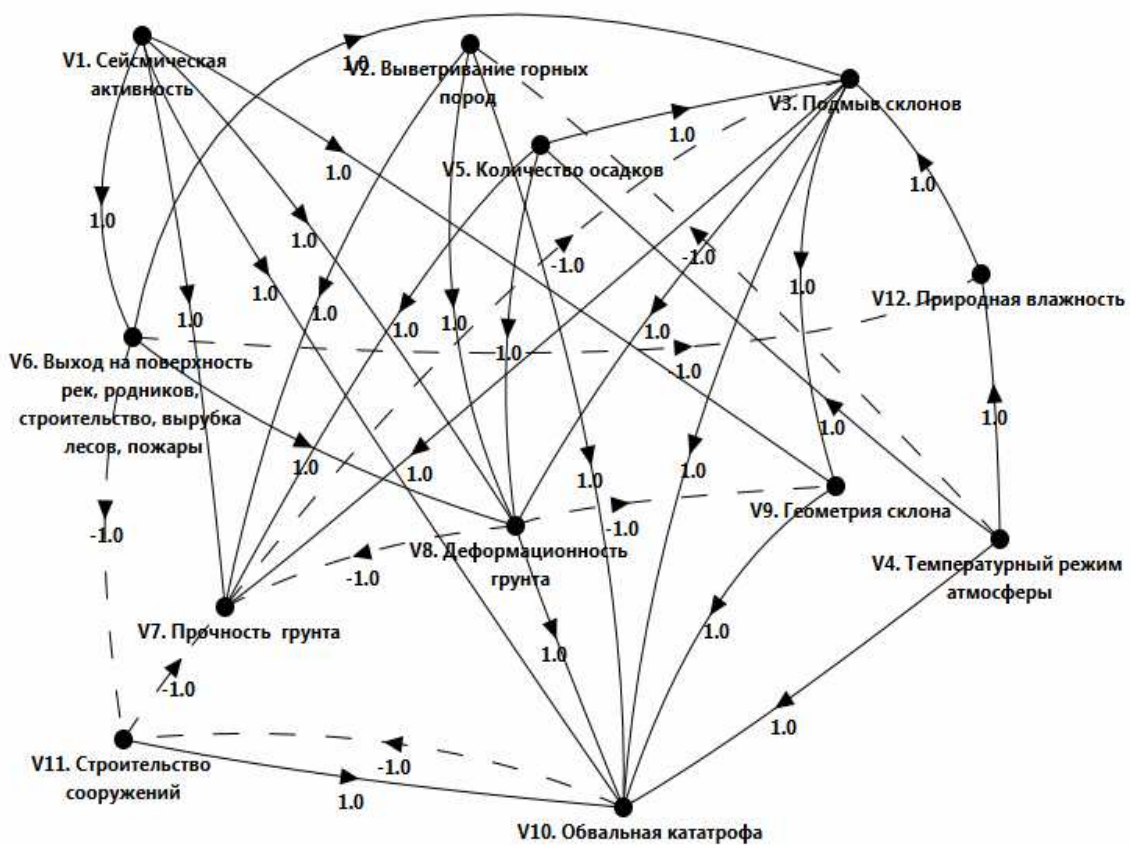


Рис. 1. Когнитивная карта «Пространство состояний грунта»

Аналогично, в случае фильтра Калмана рассматривается непрерывный процесс, который отслеживается по дискретным изменениям и т.д.

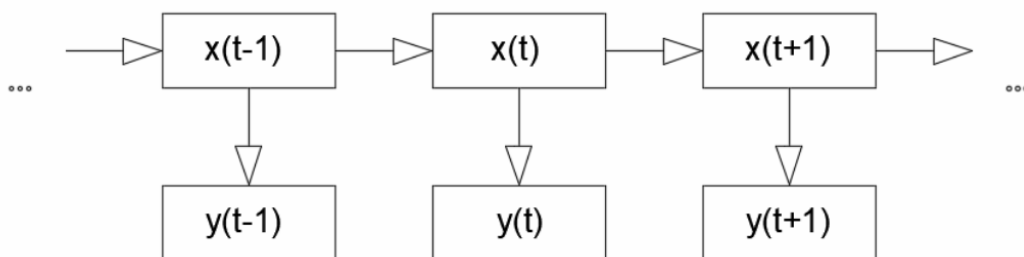


Рис. 2. Скрытые Марковские модели (*Hidden Markov Models – HMM*)

### Заключение

В настоящей статье изучены причины возникновения оползней. Построена когнитивная карта, объясняющая причинно-следственные связи. Полученная когнитивная модель позволяет сделать вывод о возможности использования моделей пространства состояний для временных рядов, полученных по результатам геотехнического мониторинга.

### Список литературы

1. Безуглова Е.В. Оползневой риск транспортных природно-технических систем: монография / Е.В. Безуглова, С.И. Маций, В.В. Подтелков – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 239 с.
2. Васьков И.М. Крупномасштабные обвалы: геодинамика и прогноз / И.М. Васьков – Владикавказ: 2019. – 365 с.
3. Маций С.И. Управление оползневой риском: монография / С.И. Маций, Е.В. Безуглова – Краснодар: 2010. – 240 с.
4. Маций С.И. Противооползневая защита: монография / С.И. Маций, – Краснодар: 2010. – 288 с.
5. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В.Н. Волкова, Г.В. Горелова, В.Н. Козлов и др. Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 592 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.
6. Нильсон Э. Практический анализ временных рядов: прогнозирование со статистикой и машинное обучение. – СПб. : ООО «Диалектика», 2021. – 544 с.
7. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.

УДК 332.1.

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-78

*Нифонтова Ангелина Вадимовна*<sup>1</sup>,  
магистр Южного Федерального университета;  
*Шпорт Анастасия Александровна*<sup>2</sup>,  
магистр Южного Федерального университета

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА НА ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ<sup>1</sup>

<sup>1,3</sup> Россия, г. Таганрог, Южный Федеральный Университет,

<sup>1</sup> nifontova.angelina99@mail.ru,

<sup>2</sup> shport\_anastasiia@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлены результаты исследования состояния малого предпринимательства в Ростовской области. В целях анализа влияния малого бизнеса и совершенствованию управления им, была использована современная информационная технология исследования – когнитивная. Проведение когнитивного моделирования дало возможность обосновать влияние изменений малого бизнеса на качество жизни населения.

**Ключевые слова:** качество жизни, малый бизнес, когнитивное моделирование, когнитивная карта, положительный импульс.

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Разработка концепции повышения уровня и качества жизни населения региона в условиях межмуниципальной дифференциации с учётом трендов цифровизации экономики» № 20-010-00815 А

*Angelina V. Nifontova*<sup>1</sup>,  
master of the Southern Federal University;  
*Anastasiia A. Shport*<sup>2</sup>,  
master of the Southern Federal University

## ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF SMALL BUSINESSES ON INCREASING THE LIVING STANDARDS OF THE POPULATION BASED ON COGNITIVE MODELING

<sup>1,2</sup> Russia, Taganrog, Southern Federal University,  
<sup>1</sup> nifontova.angelina99@mail.ru  
<sup>2</sup> shport\_anastasiia@mail.ru

**Abstract.** The paper presents the results of a study of the state of small business in the Rostov region. In order to analyze the impact of small business and improve its management, modern information technology research was used – cognitive. Conducting cognitive modeling made it possible to substantiate the impact of changes in small business on the quality of life of the population.

**Keywords:** quality of life, small business, cognitive modeling, cognitive map, positive impulse.

Малый бизнес играет большую роль в социально-экономическом развитии Ростовской области. Существующие данные, которые зафиксированы в Ростовской области говорят о том, что малый бизнес имеет положительную динамику развития.

Динамика основных экономических показателей малых предприятий за последние годы в Ростовской области отражена в табл. 1

Таблица 1

### Основные показатели деятельности малых предприятий Ростовской области

	2018	2019	2020
Количество малых и средних предприятий на 1 тыс.чел. (шт.)	158,2	136,1	133,5
Оборот субъектов малого и среднего предпринимательства на 1 тыс.чел. (млн. руб.)	432,3	453,2	534,0
Инвестиции в основной капитал субъектов малого и среднего предпринимательства на 1 тыс.чел. (млн. руб.)	4,79	7,87	7,76
Доля занятых в малом бизнесе из общей численности населения (%)	9,67%	9,81%	9,79%
Заработная плата на малых и средних предприятиях (руб.)	17684,9	19692,4	22422,8

Значимая роль малого бизнеса состоит в том, что он обеспечивает население рабочими местами, снабжает рынок новыми товарами и услугами, удовлетворяет потребности и нужды, как частных лиц, так и крупных предприятий и выпускает специальные товары и услуги, а вследствие всей взаимосвязи происходит цикличное развитие всех сфер жизнедеятельности и производства. Все это, в конечном счете, способствует повышению качества жизни.

В последнее время методы когнитивного моделирования начинают все шире применяться для изучения слабоструктурированных систем, к которым можно отнести и систему малого предпринимательства. В результате проведенного исследования была разработана когнитивная модель и проведено когнитивное моделирование развития малого предпринимательства. Формально, когнитивная модель представляет собой знаковый ориентированный граф, вершины которого являются объектами исследуемой системы, а дуги определяют взаимосвязь объектов. Согласно методологии когнитивного моделирования с помощью программной системы когнитивного моделирования был проведен формальный анализ разработанной когнитивной модели. Исследование когнитивной модели включало анализ путей и циклов когнитивной карты (дает возможность проанализировать причинно-следственные связи между факторами, влияющими на эффективность малого бизнеса).

Для построения когнитивной карты были выбраны следующие вершины:

1. малый бизнес;
2. специализированные центры малых предприятий;
3. инвестиционный климат;
4. уровень конкуренции;
5. цены на продукцию;
6. занятость населения;
7. качество жизни;
8. преступность;
9. административные барьеры;
10. объем продуктов, услуг.

Соответствующие этой модели импульсные процессы позволяют сделать следующий вывод: развиваясь, малый бизнес способствует социально-экономическому развитию региона. Повышается занятость населения, соответственно, качество жизни растет.

Специализированные центры малых предприятий имеет особое значение как фактор изменения состояния малого бизнеса. С помощью придания данному индикатору положительного импульса посмотрим, как изменится качество жизни населения (см. рис 1).

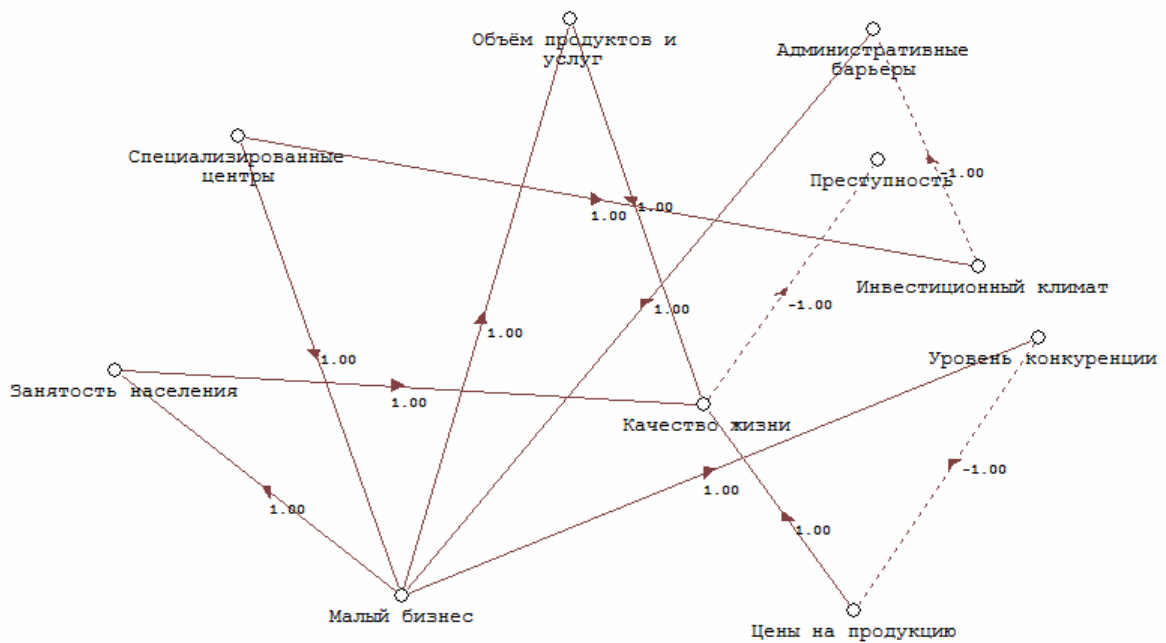


Рис. 1. Когнитивная карта взаимосвязи малого предпринимательства и качества жизни

На рис. 234 приведены результаты, полученные в предположении, что увеличение специализированных центров малых предприятий может положительно повлиять на качество жизни.

- Специализированные центры
- - - - - Инвестиционный климат
- . - . - . Качество жизни
- Административные барьеры

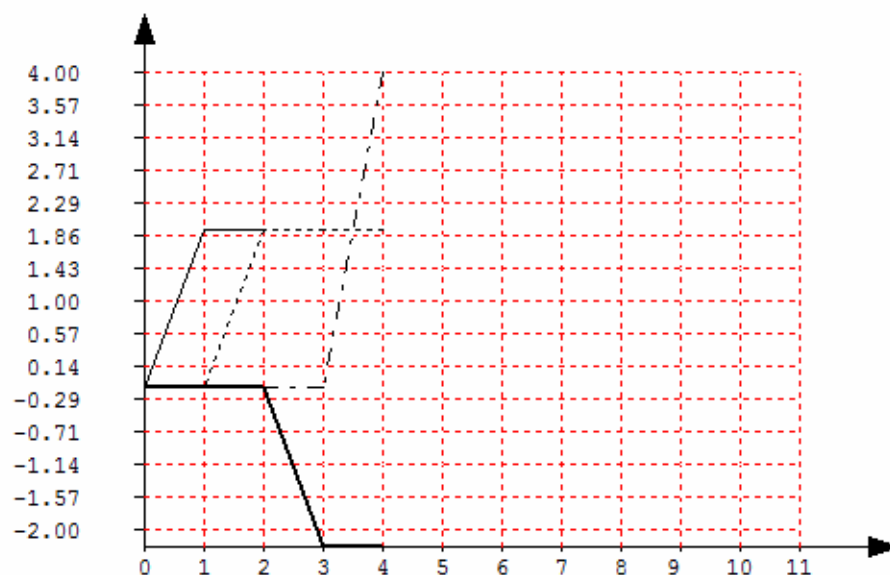


Рис.2. График влияния увеличения специализированных центров малого предпринимательства на качество жизни население



Рис.3. График влияния увеличения специализированных центров малого предпринимательства на качество жизни население

Таким образом, построив когнитивную модель малого бизнеса, исследователи могут использовать её для моделирования степени и характера влияния различного рода обстоятельств на изменение качества жизни человека. При различных изменениях, можно будет приблизительно оценить влияние какого-либо фактора на то, как это скажется на качестве жизни населения.

### Список литературы

1. Блохин А.А. Моделирование взаимозависимости индикаторов качества жизни с помощью когнитивных карт // Труды XIX Байкальской конференции «Информационные и математические технологии в науке и управлении». Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2014. – 235 с.
2. Зараковский, Г.М. Социально-личностное благополучие в структуре качества жизни общества. Показатели и критерии / Г.М. Зараковский // Сборник докладов по качеству жизни. Критерии и оценки. – М.: ВНИИТЭ, 2003. – 406 с.
3. Савченко, Т.Н. Субъективное качество жизни: подходы, методы оценки, прикладные исследования / Т.Н. Савченко, Г.М. Головина. – М.: Институт психологии РАН, 2006. – 321 с.
4. Горелова, Г.В. (2015). Когнитивный анализ качества жизни населения муниципального образования / Г.В. Горелова, Н.Д. Панкратова, А.В. Масленникова / Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды Международной конференции. Москва, декабрь / Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. М.: РГГУ. -502с. - С.59–63.

5. Горелова Г.В., Кацко И.А., Величко П.Ю. Современные мегатренды – оценки когнитологов/ В сб. научн. трудов 24-й Межун. научн. конф. «Системный анализ в проектировании и управлении. 3 ч.. – 2020. – С.7–16.

6. Pankratova E.V. Complex technique of evaluating the quality of the region / EV life Pankratova // ISPU. – 2009. – № 1. – С. 23–28.

7. Lesnichaya M.A., Kolchina O.A., Henrietta K.A. Elaboration of a conceptual scheme of municipal units classification according to the level of budgetary provision on the base of cluster analysis(2019) Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, статья № 8657216, pp. 1415–1420.

8. Lesnichaya M.A., Kolchina O.A., Kondzharyan H.A. Elaboration of municipal development trajectories for every type of municipal territories on the base of cognitive modeling. В сборнике: Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019 2019. С. 1421–1429.

9. Малый бизнес Дона. [Электронный ресурс]. – URL: <http://mbdon.ru>.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-79

*Горелова Галина Викторовна*<sup>1</sup>,  
научный руководитель ИУЭС ЮФУ,  
доктор технических наук, профессор;  
*Россинская Светлана Александровна*<sup>2</sup>,  
доцент ГБУ «РО РИПК и ППР»

## **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МЕТАКОМПЕТНОСТИ ПЕДАГОГОВ С ПОМОЩЬЮ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

<sup>1</sup> Россия, Таганрог, Институт управления в экономических, социальных и экологических системах Южного федерального университета,  
e-mail: [gorelova-37@mail.ru](mailto:gorelova-37@mail.ru),

<sup>2</sup> Россия, Ростов-на-Дону, Государственное бюджетное учреждение дополнительного профессионального образования Ростовской области, «Ростовский институт повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования»,  
e-mail: [svetross@mail.ru](mailto:svetross@mail.ru)

**Аннотация.** В работе рассмотрены актуальные проблемы формирования профессиональной метакомпетентности педагогов путем использования облачных технологий в их профессиональной деятельности. В целях понимания и объяснения процессов формирования метакомпетентности педагогов и проверки ряда гипотез, на этапе опытно-экспериментальной работы было использовано имитационное когнитивное моделирование сложных систем и соответствующая программная система CMCS. Приведены примеры результатов трех этапов моделирования: модель



системы формирования профессиональной метакомпетности педагогов в виде когнитивной карты, анализ свойств системы и сценарное моделирование.

**Ключевые слова:** профессиональная метакомпетентность, педагог, облачные технологии, когнитивное моделирование.

**Galina V. Gorelova<sup>1</sup>,**

Scientific Director of the Institute of Management in Economic, Social and Ecological Systems of the Southern Federal University,

Doctor of Technical Sciences, Professor;

**Rossinskaya Svetlana Alexandrovna<sup>2</sup>,**

Associate Professor, State Budgetary Institution "RO RIPK and PPR"

## **PRESENTATION OF THE FORMATION PROBLEM PROFESSIONAL METHODS OF TEACHERS USING COGNITIVE MODELING COMPLEX SYSTEMS**

<sup>1</sup> Russia, Taganrog, Institute of Management in Economic, Social and Ecological Systems of the Southern Federal University,

e-mail: gorelova-37@mail.ru

<sup>2</sup> Russia, Rostov-on-Don, State budgetary institution of additional professional education of the Rostov region, "Rostov Institute for Advanced Studies and Professional Retraining of Educators",

e-mail: svetross@mail.ru

**Abstract.** The paper considers the actual problems of the formation of professional meta-competence of teachers through the use of cloud technologies in their professional activities. In order to understand and explain the processes of the formation of meta-competence of teachers and test a number of hypotheses, at the stage of experimental work, imitative cognitive modeling of complex systems and the corresponding software system CMCS were used. Examples of the results of three stages of modeling are given: a model of the system for the formation of professional meta-competence of teachers in the form of a cognitive map, analysis of the properties of the system and scenario modeling.

**Keywords:** professional meta-competence, teacher, cloud technologies, cognitive modeling.

### **Введение**

В условиях развития информационного общества и возникновения тенденций нового этапа, связанных с зарождением и стремительным развитием облачных технологий и сервисов, дополнивших сетевую парадигму развития Интернет, к современному педагогу все чаще предъявляются качественно новые требования. Согласно требованиям социального заказа на образование (Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата)», требования профессионального стандарта «Пе-

дагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)» от 18 октября 2013 года на основе Квалификационных характеристик должностей работников образования, Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации») современный педагог, действующий в условиях информационного общества, должен обладать новыми компетенциями, в частности, составляющими профессиональную метакомпетентность, а нормативно-правовая база недостаточно разработана. Так, в едином квалификационном справочнике должностей работников образования прописаны основные составляющие компетентности педагогических работников: профессиональная, информационная, коммуникативная, правовая и даны их характеристики, однако разработки метасоставляющей нет. Эти требования порождают необходимость дополнительного образования педагогов для приобретения ими новых компетенций, в частности, составляющими профессиональную метакомпетентность.

Под профессиональной метакомпетентностью педагога понимается динамическая система ценностей, личностных качеств, опыта профессиональной деятельности, метазнаний, метаумений и метанавыков создания, анализа и творческой интерпретации электронных образовательных продуктов с использованием облачных технологий [11,12]. Структурными компонентами профессиональной метакомпетентности являются: ценностно-мотивационный, когнитивный и деятельностный.

### **1. Возможности применения методологии когнитивного моделирования сложных систем по формированию профессиональной метакомпетентности педагогов в процессе повышения квалификации**

Для проведения опытно-экспериментальной работы по формированию профессиональной метакомпетентности педагогов в процессе повышения квалификации были использованы возможности методологии когнитивного моделирования сложных систем [1-10] и соответствующей программной системы CMCS (Cognitive Modeling Complex System) [11] в целях системообразующей основы исследования. Исследования проводились в Ростовском институте повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования.

Когнитивное моделирование сложных систем (социальных, экономических, социотехнических, политических и др.) происходит поэтапно. Первым этапом является разработка когнитивной карты (когнитивной модели) сложной системы, отображающей структуру причинно-следственных связей между ее вершинами (концептами, объектами, сущностями, факторами, показателями). На втором этапе исследуются

структурные свойства системы и ее устойчивость. Третий этап является этапом прогнозирования возможного развития ситуаций (сценариев развития) в системе под воздействием внутренних и внешних управляющих и возмущающих факторов. Завершающим этапом является разработка предложений по стратегиям развития системы.

В данном исследовании были реализованы три этапа когнитивного моделирования сложных систем. На первом этапе была осуществлена разработка когнитивной карты, которая служит основой для когнитивной структуризации знаний в предметной области формирования профессиональной метакомпетности педагогов в системе дополнительного профессионального образования и систематизации проведения опытно-экспериментальной работы при диагностике метакомпетентности педагогов после дополнительного профессионального образования.

Когнитивная карта «Формирование профессиональной метакомпетности педагогов» была разработана на основании теоретических и практических знаний и экспертных опросов. В табл.1 представлены вершины когнитивной карты.

Таблица 1

**Вершины когнитивной карты «Формирование профессиональной метакомпетности педагогов»**

Код	Назначение вершин	Наименование вершин				
V1	Целевая	Качество ученика				
V2	Управляемая	Педагог системы дополнительного профессионального образования				
V3	Базисная	Система образования				
V4	Управляющая	Система дополнительного профессионального образования				
V5	Базисная	Готовность педагогов к освоению программы ДПО				
V6	Управляющая	Процесс формирования профессиональной метакомпетности педагогов				
V7	Управляющая	Средства облачных технологий				
V8	Возмущающая	Риски внешней и внутренней среды				
V9	Индикативная	Профессиональная метакомпетность педагогов	<b>Структурные компоненты</b>		<b>Уровни сформированности</b>	
					X <sub>91</sub> <sup>1</sup>	репродуктивный
			X <sub>91</sub>	Ценностно-мотивационный уровень педагога	X <sub>91</sub> <sup>2</sup>	эвристический
					X <sub>91</sub> <sup>3</sup>	творческий
					X <sub>92</sub> <sup>1</sup>	репродуктивный
			X <sub>92</sub>	Когнитивный уровень педагога	X <sub>92</sub> <sup>2</sup>	эвристический
					X <sub>92</sub> <sup>3</sup>	творческий
					X <sub>93</sub> <sup>1</sup>	репродуктивный
			X <sub>93</sub>	Деятельностный уровень педагога	X <sub>93</sub> <sup>2</sup>	эвристический
X <sub>93</sub> <sup>3</sup>	творческий					

Вершины когнитивной карты отображают основные концепты формирования профессиональной метакомпетности педагогов в системе дополнительного образования и некоторые объекты внутренней (состояние всей системы образования) и внешней среды (например, риски, которые могут быть вызваны социальными и экономическими факторами). При выделении вершин были определен характер их действия в системе: целевая, вершина, управляющая, возмущающая и др.

Связь между вершинами устанавливалась в процессе исследования на основании знаний экспертов, существующей теоретической и практической информации. На рис.1 изображен фрагмент матрицы отношений между вершинами, в которой символом «+1» отражена положительная связь между вершинами (усиление/ослабление сигнала в вершине  $V_i$  приводит к усилению/ослаблению сигнала в вершине  $V_j$ ), символом «-1» отражена отрицательная связь (усиление/ослабление сигнала в вершине  $V_i$  приводит к ослаблению /усилению сигнала в вершине  $V_j$ ).

На рис.2 изображена когнитивная карта  $G$ , названная «Формирование профессиональной метакомпетентности педагогов». На когнитивной карте отрицательная связь изображена пунктирной дугой.

Матрица смежности

- Зави... Вход	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	X91	V92	V93	X911	X91
V1	X	-1.0	-1.0					-1.0						
V2		X			1.0				1.0					
V3		1.0	X	1.0	1.0									
V4		1.0	1.0	X		1.0								
V5					X	1.0		-1.0						
V6						X			1.0					
V7						1.0	X		1.0					
V8			-1.0				-1.0	X						
V9	1.0								X	1.0	1.0	1.0		

Сохранить      Экспорт данных      Закрыть

Рис.1. Матрица связи между вершинами когнитивной карты  $G$  «Формирование профессиональной метакомпетентности педагогов»

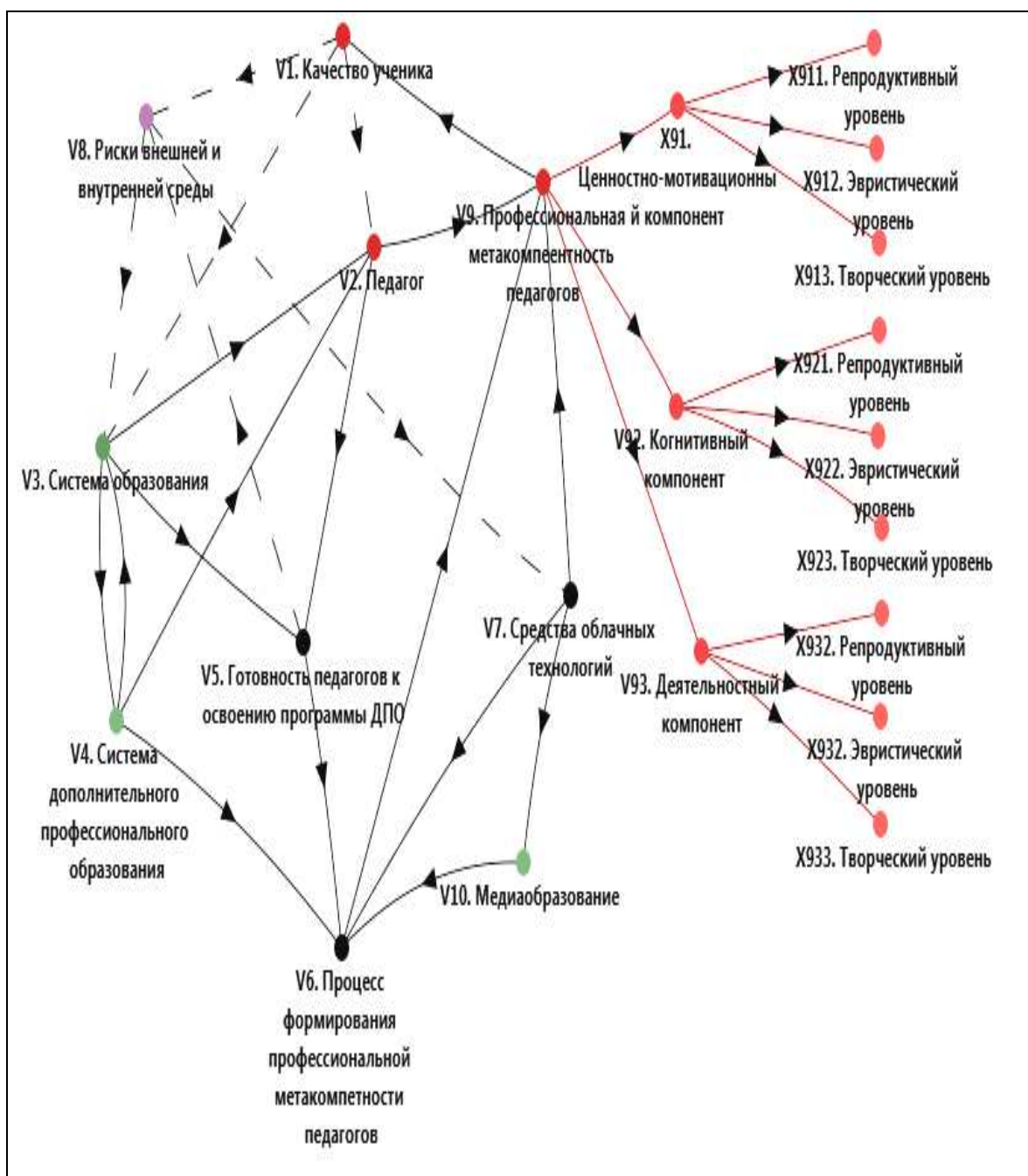


Рис.2. Когнитивная карта G «Формирование профессиональной метакомпетентности педагогов»

На втором этапе моделирования был произведен анализ структурных свойств модели, в том числе – анализ циклов когнитивной карты. Такой анализ необходим для установления свойств структурной устойчивости (или неустойчивости) моделируемой системы. На рис.3 изображены результаты такого анализа.

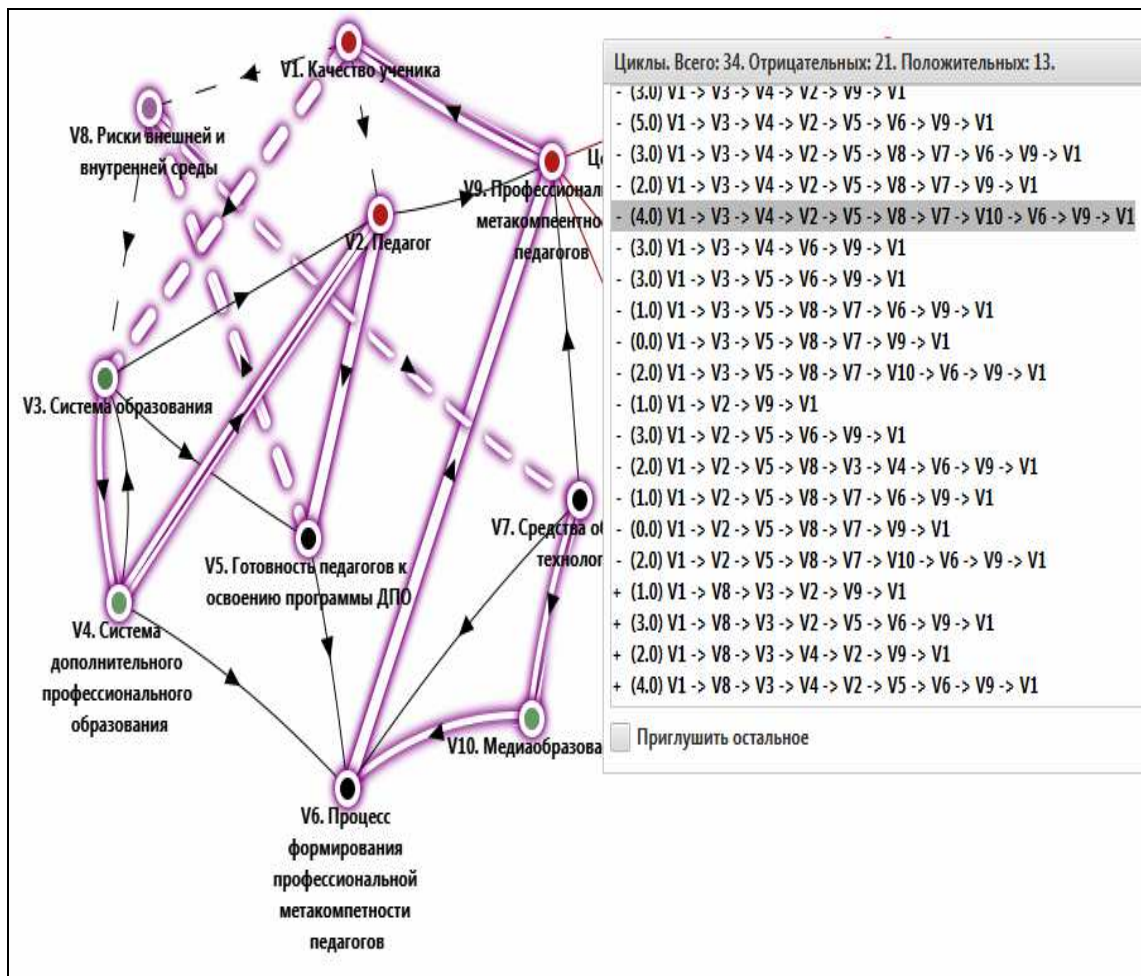


Рис.3.Выделение циклов когнитивной карты G

Как видно по данным таблицы внутри рис.3, в системе наблюдается 34 цикла, из которых 21 цикл является циклом отрицательной (стабилизирующей) обратной связи. И в целом, согласно условию [3-5] структурной устойчивости (необходимо, чтобы в системе было нечетное число отрицательных циклов), представленная модель является структурно устойчивой.

На третьем этапе когнитивного моделирования был проведен сценарный анализ возможных процессов развития ситуаций на когнитивной карте путем импульсного моделирования [9,11]. В качестве примера приведем результаты моделирования по одному из сценариев.

Сценарий №1. Предположим, в системе дополнительного образования (вершина V4) начнутся положительные изменения и активизируется использование облачных технологий (вершина V7). При начале моделирования в названные вершины вносятся импульсные воздействия [11]. Результаты импульсного моделирования представлены таблицей 2. По данным табл.2 построены графики изменения процессов в вершинах когнитивной карты – рис. 4.

Таблица 2

## Результаты импульсного моделирования, Сценарий №1

Шаг	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Вершина						
V1. Качество ученика	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	7.0
V2. Педагог	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0	-2.0
V3. Система образования	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0
V4. Система дополнительного профессионального образования	0.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
V5. Готовность педагогов к освоению программы ДПО	0.0	0.0	0.0	2.0	3.0	3.0
V6. Процесс формирования профессиональной метакомпетности педагогов	0.0	0.0	3.0	4.0	7.0	8.0
V7. Средства облачных технологий	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
V8. Риски внешней и внутренней среды	0.0	0.0	0.0	0.0	-3.0	-8.0
V9. Профессиональная метакомпетность педагогов	0.0	0.0	1.0	5.0	7.0	10.0
X91. Ценностно-мотивационный компонент	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	7.0
V92. Когнитивный компонент	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	7.0
V93. Деятельностный компонент	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0	7.0
X911. Репродуктивный уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X912. Эвристический уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X913. Творческий уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X921. Репродуктивный уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X922. Эвристический уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X923. Творческий уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X932. Репродуктивный уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X932. Эвристический уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
X933. Творческий уровень	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.0
V10. Медиаобразование	0.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0

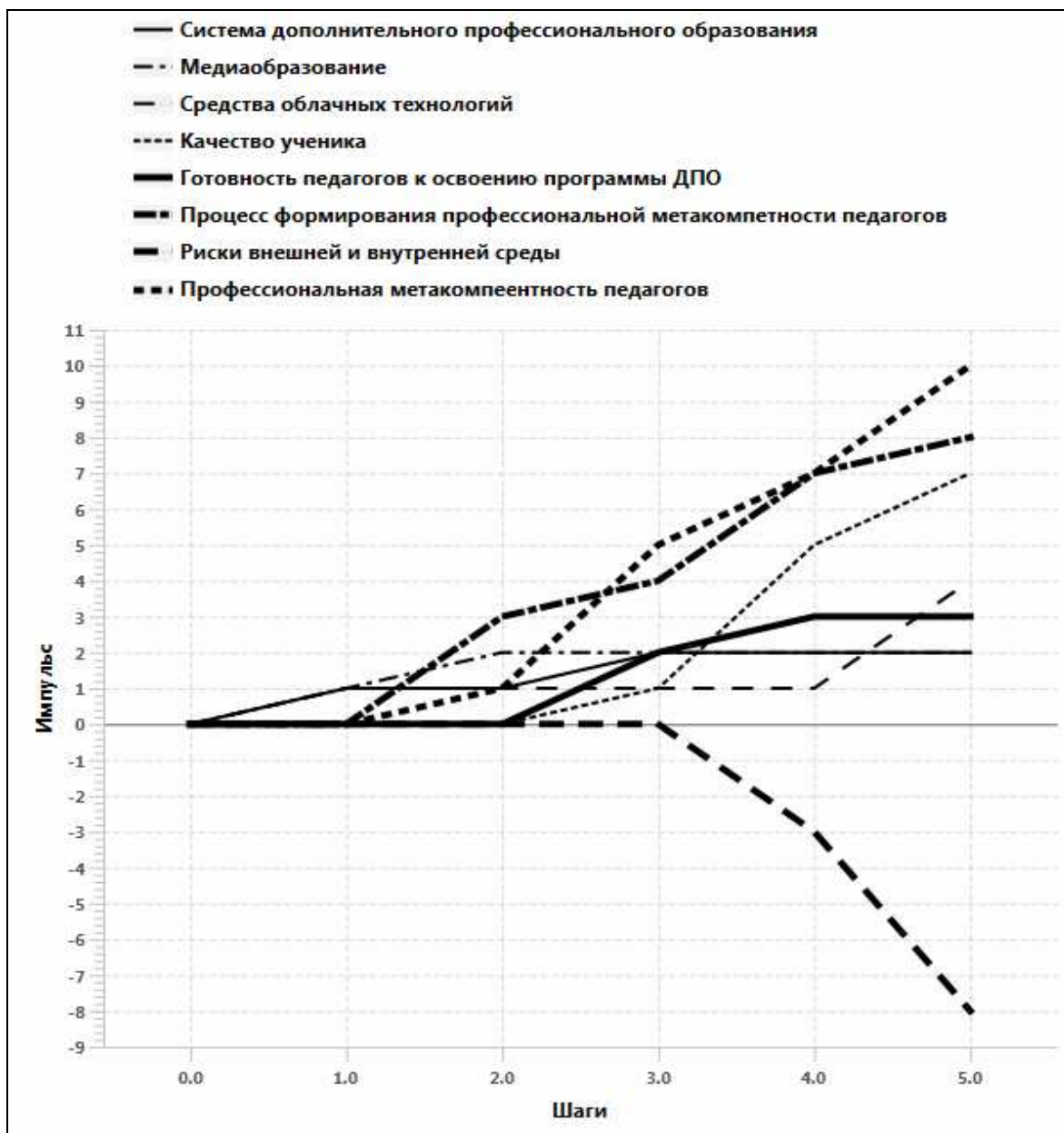


Рис.4. Графики импульсных процессов, Сценарий №1

### Заключение

Результаты когнитивного моделирования, в том числе, сценарного моделирования на когнитивной карте «Формирование профессиональной метакомпетентности педагогов», позволили подтвердить гипотезу о том, что если в системе дополнительного образования Ростовской области будут инициированы работы по переподготовке педагогов для формирования у них профессиональных метакомпетентностей, то это будет способствовать повышению качества учеников и снижению рисков внешней и внутренней среды системы образования. Это подтверждается как положительными тенденциями развития ситуаций на модели (рис.4), так и проведенными опытно-экспериментальными исследованиями [13].



### Список литературы

1. Абрамова Н.А., Авдеева З.К. Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций: проблемы методологии, теории и практики // Проблемы управления. – М.: ИПУ РАН, 2008. № 3. – С. 85–87.
2. Горелова, Г.В. Региональная система образования, методология комплексных исследований / Горелова Г.В., Джаримов Н.Х. – Краснодар, 2002. – 358 с.
3. Горелова Г.В., Захарова Е.Н., Радченко С.А. Исследование слабоструктурированных проблем социально-экономических систем: когнитивный подход. - Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. – 332 с.
4. Горелова Г.В., О разработке инструментария когнитивного моделирования социально-экономических систем/20-th International conference on System Analysis and Information Technology SAIT 2018, May 21–23, 2018 Institute for Applied System Analysis of National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv.
5. Горелова Г.В. Когнитивная модель управления процессом формирования компетенций специалистов в высшей школе / Г.В.Горелова, Е.Л. Макарова // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS-IT'10». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2010. – Т.2. – 494с. – С.251–256.
6. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. № 3. Таганрог: Изд-во ТИ ЮФУ, 2013. С. 239–250.
7. Gorelova, G.V. Intellectual Cognitive Technologies for Cyber-Physical Systems / Gorelova G.V. 2020, Lecture Notes in Networks and Systems. 95, p.p. 617–631.
8. Инновационное развитие социально-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / под ред. Г.В. Гореловой, Н.Д. Панкратовой. – Киев: Наукова думка, 2015. – 464 с.
9. Максимов В.И. Когнитивные технологии – от незнания к пониманию / Сб. трудов 1-й Международной конференции «Когнитивный анализ и управление развитием ситуаций», (CASC'2001) – М.: ИПУ РАН, 2001. – Т.1, – С. 4–18.
10. N.D. Pankratova, G.V.Gorelova, V.A.Pankratov Strategy for Simulation Complex Hierarchical Systems Based on the Methodologies of Foresight and Cognitive Modeling // Advanced Control Systems: Theory and Applications. River Publishers Series in Automation, Control and Robotics. Chapter 9. 2021. P. 257–288.
11. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня (Горелова Г.В.,Калиниченко А.И., Кузьминов А.). Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2018661506 от 07.09.2018.
12. Россинская, С.А. Развитие информационно-коммуникативной компетентности обучающихся физике в процессе конструирования учебного текста [Текст] / С.А. Россинская // Школа будущего. – 2017. № 3. – С. 190–197.
13. Россинская, С.А. Формирование метапредметной компетентности учителя в системе повышения квалификации [Текст] : материалы конференции / С. А. Россинская // Когнитивные исследования на современном этапе: Всероссийская конференция с международным участием по когнитивной науке. – 2018. – № 2 (12). – С. 252–255.

*Калиниченко Алексей Игоревич,*  
аспирант ЮФУ

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В МОНИТОРИНГЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПОНТО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА<sup>1</sup>

Россия, Таганрог, ЮФУ, alecsy.k@gmail.com

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты применения / использования методологии когнитивного моделирования и модуля преобразования данных мониторинга природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели экосистемы для программы CMSS в проекте разработки научных основ создания средств систем мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры на базе технологий цифровой экономики.

**Ключевые слова:** зообентос, имитационная модель, мониторинг, когнитивный анализ, когнитивная карта.

*Alexey K. Igorevich,*  
postgraduate student of SFedU

## APPLICATION OF THE SOFTWARE SYSTEM FOR COGNITIVE MODELING OF COMPLEX SYSTEMS IN MONITORING OF THE PONTO-CASPIAN REGION ECOSYSTEM

Russia, Taganrog, SFedU, alecsy.k@gmail.com

**Abstract:** This article presents the results of applying / using the methodology of cognitive modeling and the module for converting monitoring data of natural phenomena in coastal zones into the format of a cognitive simulation model of the ecosystem for the CMSS program in the project for the development of scientific foundations for creating tools for monitoring and forecasting hazardous processes and ensuring the safety of the population and coastal infrastructure based on digital economy technologies.

**Keywords:** zoobenthos, simulation model, monitoring, cognitive analysis, cognitive map

### **Введение**

В настоящее время во многих природных экосистемах происходят серьезные изменения, как под влиянием изменений климатических условий, так и из-за действий человека. В исследовании [1, 8–11] рассматри-

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ №18-05-80092

ваются процессы изменений, происходящих в водных системах (гидро-экосистемах) при прогнозировании опасных природных явлений в Понто-Каспийском регионе, вызываемых, в том числе, антропогенными воздействиями. Антропогенное загрязнение и эвтрофирование водных объектов на территориях населенных пунктов перерастает с течением времени в весьма острую проблему. Воздействие загрязняющих веществ сказывается на всех компонентах водной экосистемы, в результате чего изменяются их основные характеристики [8]. В данном исследовании особое внимание было уделено изучению донных сообществ (зообентоса) в различных водоемах.

Анализ многолетней динамики качественных и количественных характеристик донных сообществ позволяет установить основные закономерности их развития в условиях изменения экологических процессов в водоеме, а также спрогнозировать состояние кормовой базы промысловых рыб при воздействии комплекса антропогенных факторов. В рамках исследований [1, 8–11] была разработана имитационная модель системы мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры за счет применения технологий цифровой экономики, в том числе, технологий когнитивного моделирования сложных систем [2–5, 6, 7, 9–11, 3, 14].

Имитационная модель была ориентирована на мониторинг и прогнозирование структурных перестроек в сообществах зообентоса - беспозвоночных животных (например, пиявки, моллюски, ракообразные, черви, личинки насекомых и др.), обитающих в водоемах на поверхности грунта и в его толще, под действием различных факторов. При этом была выявлена четкая связь между показателями зообентоса и содержанием загрязняющих веществ в придонных слоях воды и донных отложениях. Под влиянием загрязнения происходят структурные перестройки донных сообществ и снижение видового разнообразия.

### **1. Модуль когнитивного анализа**

При разработке модуля когнитивного анализа были решены вопросы, связанные как со сбором, объединением различных типов данных, так и с организацией подсистемы поддержки принятия решений. В состав системы поддержки принятия решений входит модуль когнитивного моделирования сложных систем [3, 5, 14], который включает в себя программы по моделированию когнитивной карты, анализу ее свойств, сценарному моделированию, а также модуль преобразования данных.

Программный модуль преобразования данных мониторинга [6, 7] природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели [13, 14] экосистемы служит для автоматизированного

сбора данных от различных источников, в том числе данных метеорологических измерений, данных о состоянии макрозообентоса, данных гидрологических исследований, и является составной частью модуля когнитивного анализа.

Программный модуль позволяет осуществлять экспорт и импорт данных для построения карты и проведения моделирования в\из текстового файла в формате CSV (от англ. Comma-Separated Values — значения, разделённые запятыми или точка с запятой — текстовый формат, предназначенный для представления табличных данных.) определенной структуры в формат программы когнитивного анализа для ЭВМ, регистрационный номер № 2018661506 от 07.09.2018.

На рисунке 1 изображен скриншот работы программного модуля преобразования данных - данные когнитивной карты показанной на рисунке 1 в формате CSV.

```

Vertices data
ID;X;Y;Short;Full name;Val;Growth;Color
1631690099115;424;94;U1;Глубинные структурные изменения в гидроэкосистеме;1.0;0.0;0x808080ff
1631690102614;564;250;U2;Внешние факторы;1.0;0.0;0x808080ff
1631690141765;290;270;U3;Антропогенные факторы;1.0;0.0;0x808080ff
1631690196404;402;369;U2.1;Метеорологические (атмосфера);0.30000001192092896;0.0;0x808080ff
1631690227188;573;450;U2.2;Гидрологические (вода);0.30000001192092896;0.0;0x808080ff
1631690244228;730;359;U2.3;Гидробиологические;0.30000001192092896;0.0;0x808080ff
1631691982234;93;426;U3.1;Действия экспертов;0.5;0.0;0x808080ff
1631691994155;281;460;U3.2;Антропогенная активность;0.5;0.0;0x808080ff
1631692023298;207;145;U1.1;В гидроэкосистеме наступает опасное явление;0.5;0.0;0x808080ff
1631692034074;179;51;U1.2;Гидроэкосистема сохраняет равновесие;0.5;0.0;0x808080ff
Edges data
In/Out;U1;U2;U3;U2.1;U2.2;U2.3;U3.1;U3.2;U1.1;U1.2
U1;;;1.0;;;;;0.5;0.5
U2;1.0;;;;;1.0;;;
U3;1.0;;;;;
U2.1;;0.3;;0.8;0.8;;;
U2.2;;0.3;;0.8;;;
U2.3;;0.3;;;;;
U3.1;;;0.5;;;;;0.7;;
U3.2;;;0.5;;;;;
U1.1;;;;;-1.0;;;
U1.2;;;;;1.0;;;

```

Рис. 1. Скриншот работы программного модуля преобразования данных – данные когнитивной карты в формате CSV

## 2. Пример когнитивного анализа

В результате проведенного исследования с учетом анализа данных биологического мониторинга, а также метеорологических и гидрологических параметров, измеряемых на базах ЮНЦ РАН, была построена иерархическая когнитивная карта, позволившая отразить неочевидные взаимосвязи между глубинными структурными изменения в гидроэко-

стеме Понто-Каспийского региона и различными комбинациями основных параметров гидроэкосистемы.

Метеорологические данные собираются с использованием обширного набора сенсорных устройств соответствующими метеорологическими организациями. Среди отечественных организаций можно выделить такие как Интернет Гисметео, Яндекс.Погода, ООО "Расписание Погоды" (rp5.ru), freemeteo.ru, gridforecast.com, aisorimeteo.ru, hmn.ru, а среди зарубежных – OpenWeather, Weatherbit, AccuWeather, worldweatheronline. Доступ к данным эти сервисы предоставляют по сети интернет с помощью собственных программных интерфейсов (API – application programming interface). Либо через сайт напрямую, указав необходимые параметры выборки.

На рисунке 2 изображена когнитивная карта, являющаяся блоком иерархической когнитивной карты водной экосистемы с выделением одного из положительных циклов модели - взаимовлияние действий экспертов и структурных изменений в гидроэкосистеме.

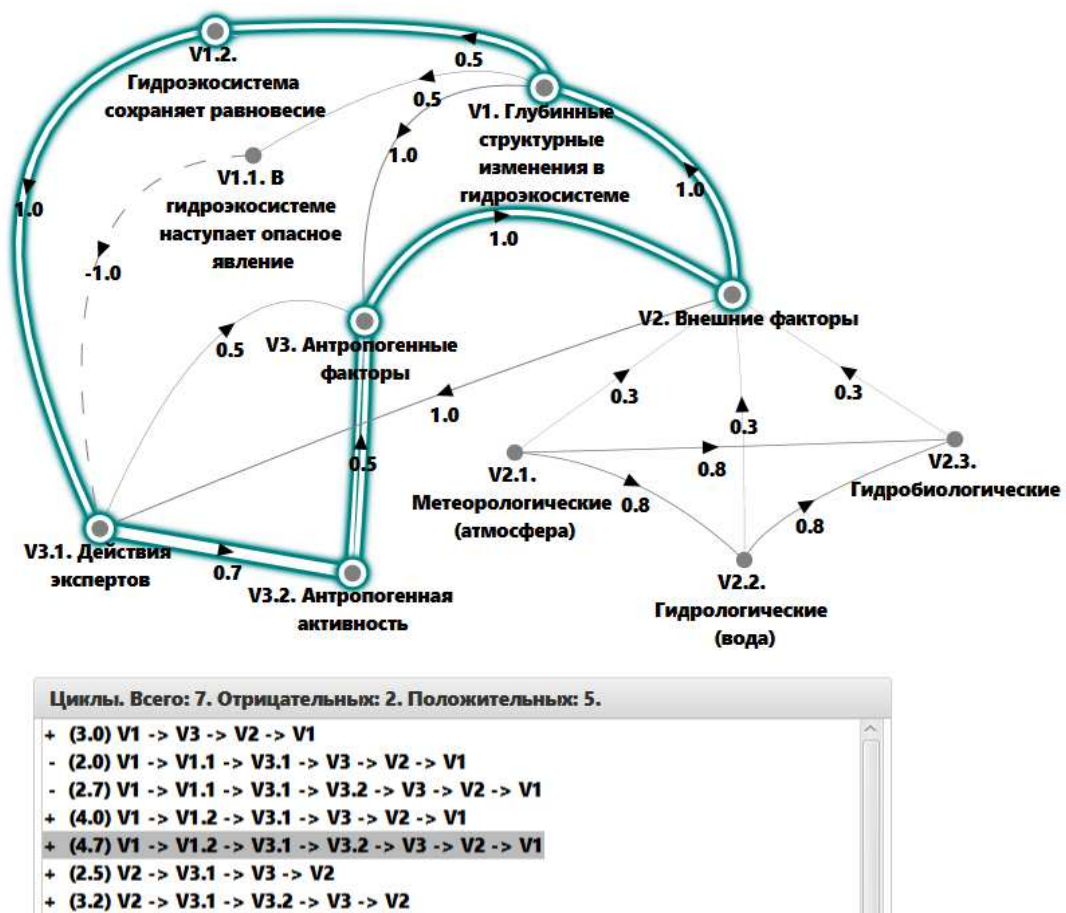


Рис.2. Анализ циклов когнитивной модели с выделением одного из положительных циклов модели - взаимовлияние действий экспертов и структурных изменений в гидроэкосистеме.

На рис. 3 показан пример импульсного сценария №1 влияния антропогенных факторов на изменения видового состава и биоразнообразия бентоса. На рис.4 изображены импульсные процессы, соответствующие сценарию №2, в котором предусмотрена компенсация влияния условий сценария №1 действиями лиц, принимающих решения.

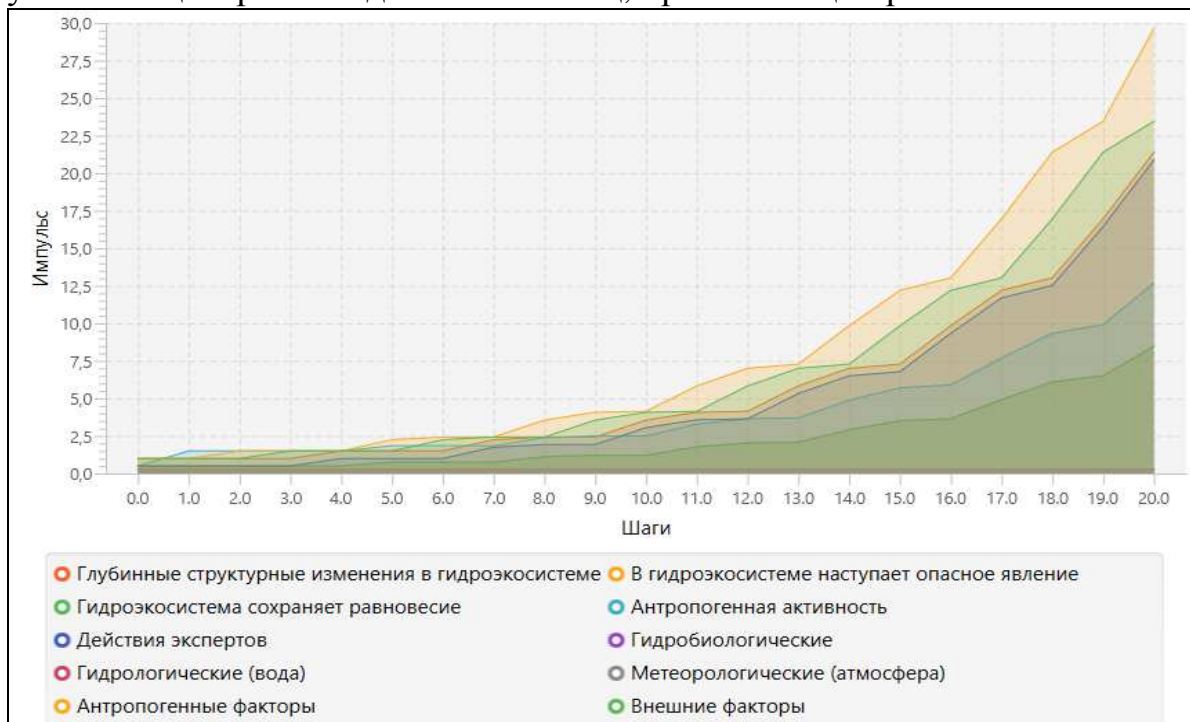


Рис. 3. Сценарий импульсного влияния антропогенных факторов на изменения видового состава и биоразнообразия бентоса, Сценарий №1

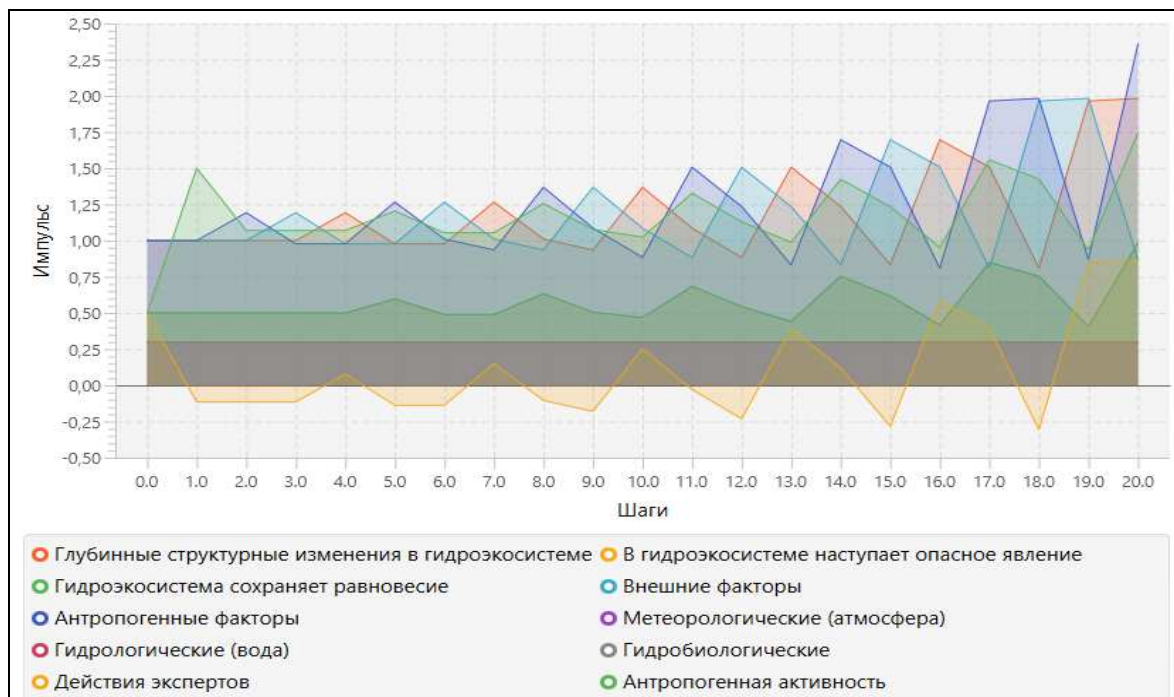


Рис. 4. Влияние антропогенных факторов, компенсируемое действием экспертов, Сценарий №2

При сравнении результатов сценарного моделирования №1 и №2 видим, что нарастающее влияние антропогенный факторов можно в определенной степени компенсировать, характер импульсных процессов изменяется.

### **Заключение**

Водные экосистемы в современных условиях в наибольшей степени испытывают антропогенное воздействие. Особенно острая ситуация наблюдается на урбанизированных территориях, где сообщества многих организмов, в том числе водных и амфибиотических насекомых, могут подвергаться сильному антропогенному прессу, приводящему к изменению условий обитания видового состава, численности, структуры сообществ.

Совокупность данных об особенностях мониторинга биологической системы Понто-Каспийского региона позволяет конкретизировать и адаптировать универсальные методы построения системы мониторинга и прогнозирования опасных процессов на основе цифровых технологий.

Основными преимуществами разработанной когнитивной цифровой технологии является возможность объединения в рамках одной имитационной когнитивной модели различных объектов без их иерархической подчиненности и автоматизированная оценка возможности наступления опасных природных процессов на базе когнитивных карт для описания гидроэкосистем, в том числе Понто-Каспийского региона.

### **Список литературы**

1. (ГРАНТ) Per. № АААА-А18-118060190106-3.
2. Violetta Volkova, Galina Gorelova, Nataliya Pankratova. The development of the cyberphysical system concept on base of the interdisciplinary theories // Proceedings of IEEE Second International Conference on System Analysis & Intelligent Computing conference (SAIC) 05-09 October, 2020 Kyiv, Ukraine. – P. 20-25.
3. Горелова Г.В. Когнитивный подход к имитационному моделированию сложных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. №3 – Таганрог: изд-во ТИ ЮФУ, 2013. – С.239–250.
4. Горелова Г.В., Калиниченко А.И. Инструментарий когнитивного моделирования сложных систем // Сб. научн. трудов XXII Междун. научно-практ. конф. SAEC-2018; 2018, ч. 1. СПб., 2018. С. 399–413.
5. Инновационное развитие социально-экономических систем на основе методологий предвидения и когнитивного моделирования / под ред. Г.В. Гореловой, Н.Д. Панкратовой. – Київ: Наукова думка, 2015. – 464 с.
6. Калиниченко А.И. Преобразование данных мониторинга сложной системы в формат когнитивной имитационной модели. В сборнике: Системный анализ в про-

ектировании и управлении. сборник научных трудов XXIV Международной научной и учебно-практической конференции. В 3 ч. Под общ. ред. Г. В. Гореловой, А. В. Логиновой. Санкт-Петербург, 2020. – С. 46–52.

7. Калиниченко А. И., О программной системе когнитивного моделирования сложных систем как элементе искусственного интеллекта // Сб. научн. трудов XXIII Междун. научно-практ. конф. "Системный анализ в проектировании и управлении" (SAEC-2019), ч.3. – СПбГТУ: Санкт-Петербург, 2019. – С. 471–478.

8. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Бердников С.В., Яицкая Н.А. Природные катастрофы в Азово-Черноморском бассейне в начале XXI века. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН. – 2017. – 160 с.

9. Мельник Э.В., Орда-Жигулина М.В., Орда-Жигулина Д.В., Иванов Д.Я., Родина А.А. Применение технологий цифровой экономики при разработке средств мониторинга и прогнозирования опасных процессов и обеспечения безопасности населения и береговой инфраструктуры. //Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов ("Опасные явления"). – 2019. – С. 289–291.

10. Melnik E.V., Orda-Zhigulina M.V., Orda-Zhigulina D.V., Ivanov D.Y., Rodina A.A. Fog computing in new approach for monitoring of hazardous phenomena //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1333. – №. 7. – С. 072016.

11. Мельник Э. В., Клименко А. Б. Архитектура системы мониторинга опасных явлений на основе анализа информационного пространства сети Интернет. // Закономерности формирования и воздействия морских, атмосферных опасных явлений и катастроф на прибрежную зону РФ в условиях глобальных климатических и индустриальных вызовов ("Опасные явления"). – 2019. – С. 287–289.

12. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, В. Н. Козлов и др. Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 592 с. – Серия: Бакалавр. Академический курс.

13. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661506. Программный модуль преобразования данных мониторинга природных явлений в прибрежных зонах в формат когнитивной имитационной модели экосистемы. Авторы: Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Мельник Э.В. – 17.06.2020.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018661506. Программа для когнитивного моделирования и анализа социально-экономических систем регионального уровня. Авторы: Горелова Г.В., Калиниченко А.И., Кузьминов А.Н. – 07.09.2018



### Секция 3

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ В ПЕРИОД ЦИФРОВИЗАЦИИ

**Председатель – Чудесова Галина Павловна**, д-р экон. наук,  
профессор, член МАН ВШ

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет  
информационных технологий, механики и оптики (ИТМО),

**Ученый секретарь – Кудрявцева Арина Сергеевна**, аспирант  
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

УДК 338.242.2

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-81

**Чудесова Галина Павловна**,  
профессор, д-р экон. наук, профессор

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Россия, Санкт-Петербург, Национальный исследовательский  
университет ИТМО, [tchudesova@yandex.ru](mailto:tchudesova@yandex.ru)

**Аннотация:** В статье рассматривается стремление занять лидирующие позиции в развивающемся мире путем цифровизации бизнеса. Все структурные преобразования нужно осуществлять с учетом понимания того, что цифровизация затрагивает одновременно человеческий, организационный и компьютерный ресурсы. При исследовании объекта в целом инструменты цифровизации помогают найти принципиально новое решение.

**Ключевые слова:** цифровизация, человеческий, организационный, компьютерный ресурсы, система организационного управления.

**Galina P. Chudesova**,  
Professor, Dr. of Economics, Professor

### DIGITALIZATION AS A BASIS FOR TRANSFORMATION OF THE ENTERPRISE ORGANIZATIONAL MANAGEMENT SYSTEM

Russia, St. Petersburg, National Research, Saint Petersburg State University of Information  
Technologies, Mechanics and Optics, [tchudesova@yandex.ru](mailto:tchudesova@yandex.ru)

**Abstract.** The article discusses the desire to take a leading position in the developing world by digitalizing the business. All structural transformations need to be carried out, taking into account the understanding that digitalization affects both human, organizational and computer resources. In the study of the object as a whole, digitalization tools help to find a fundamentally new solution.

**Keywords:** digitalization, human, organizational, computer resources, organizational management system.

## **Введение**

Практическая деятельность создания цифровых организаций в базе новейших информативных технологий уже начинает активно развиваться. Интерес общества подогревается крупными ожиданиями, основанными на практических результатах. Первоначальные операции в осуществлении цифрового бизнеса демонстрируют то, что цифровизация действительно способна предоставить ему значимые конкурентоспособные преимущества.

Цифровизация сопровождается «гонкой научно-технического перевооружения». Фавориты данной гонки четко показывают, что приобретение конкурентоспособных положительных сторон с применения новейших технологий невозможно в отсутствии глубочайшего изменения собственно бизнеса, в том числе его координационного и человеческого ресурса. Преобразование касается не только предпринимательства, но и финансовых и общественных учреждений.

Многочисленные технологические процессы со временем будут стремительно развиваться и совершенствоваться. В данных обстоятельствах многочисленные руководители предприятий пытаются «распробовать» новейшие технологические процессы, в которые входит: приобретение опыта применения технологий, их конкурентные преимущества, направление и масштаб их бизнеса, а так же оценить свои бизнес-риски, связанные с данной трансформацией.

## **1. Развитие систем управления организаций и взаимодополняющие активы**

Всемирные, а также российские лидеры цифровизации наглядно показывают, что она зачастую приводит к глубочайшим изменениям всего бизнеса [8]. Подобное преобразование способно кардинально поменять логику самого бизнеса, равно как и результат, поменять структуру его вещественных и нематериальных активов. По этой причине исследование цифровизации компании требует подробного рассмотрения. Необходимо в каждом элементе бизнеса видеть весь бизнес в целом. Многие аналитики заявляют о взаимодополняющих связях между компонентами стратегии компании и о взаимозависимых видах работы в рамках базовой стратегии. При всех различиях в терминологии разговор сводится к одному – разнообразию взаимодополняющих связей среди практик, а также качественным характеристикам человеческого, организационного и компьютерного ресурсов.

Как в экономике, так и в менеджменте широко распространено понимание значимости взаимодополняющих связей, а также координационных практик в компании, и среди них ИТ и условия человеческого ресурса.

Человеческий ресурс содержит явные и скрытые знания работников, их умение обучаться, мотивирование, язык общения, ценности, а также взаимодоверие. Он формирует неформальную структуру на предприятии, где человеческие взаимоотношения играют главенствующую роль.

Организационный ресурс содержит комбинации и основы организации работы – оргтехпроцедуры, практики принятия решений, распределения и передачи ответственности, бизнес-процессы и принципы, научно-техническое развитие, но кроме того, навыки, что применяются в работе – технологию выполнения функций в системе организационного управления. Данные активы относятся к различным уровням иерархии управления: уровню работников компаний, подразделений, команде внутрифирменных подразделений и компании в целом или к уровню взаимодействия компании с внешними контрагентами.

Компьютерный ресурс содержит информационные концепции – перечень источников, концепции обрабатывания, передачи и сохранения сведений, практики – автоматизированные системы управления, информационно-поисковые системы, интрасети, а также динамику применения данных концепций, и кроме того, информацию, которую создают информационные концепции.

Взаимосвязь между упомянутыми ресурсами выражается в том, что они взаимно дополняют друг друга как пазлы, создавая индивидуальный облик компании. В любой организации содержатся все три категории взаимодополняющих активных ресурсов. Если предприятие давно и стабильно работает на рынке, в таком случае данные активы комплементарны друг к другу [1]. В динамике же все обстоит гораздо сложнее.

Проблема в том, что взаимодополняющие ресурсы проявляет свою мобильность по-разному: каждый имеет конкретный уровень изменчивости либо, или наоборот, стабильности. Вследствие этого ряд активов модифицирует быстрее остальных, и представляет локомотив перемен. Их изменения согласно цепочке взаимодополняющих взаимосвязей, порождают перемены в иных взаимодополняющих активах. Подобным способом, в динамике в организациях содержатся, с одной стороны, наиболее изменяющиеся активы и, с другой, прочие активы, хромающие и запрещающие их (посредством взаимодополняющих связей). Согласно степени приближения постоянно формируется новейшая линия взаимодополняющих связей, отвечающих модифицированным активам, вследствие чего, появляется новейший вид взаимодополняющих активов компании.

В профиле взаимодополняющих активов отображается не только многообразие структур, но также общие направленности их формирова-

ния. Как показывает хроника (на протяжении достаточно длительного периода разнообразные практики с одной из трех компаний) взаимодополняющие активы становятся наиболее мобильными. [1] Динамика изменений данных активов устанавливает не только формирование структур, но также их конкурентоспособные преимущества.

## **2. История развития предприятия и формирования цифровизации**

### **2.1. Изменения человеческого ресурса**

Вплоть до возникновения мануфактурного производства результативность работы и конкурентоспособные преимущества бизнеса складывались не только из количества технологий, но и из разнообразия индивидуального опыта исполнителей, и кроме того, из неформальных взаимоотношений внутри компании. Все требуемые сведения передавались устно и хранились в бумажном виде.

Непосредственно динамика становления человеческого ресурса характеризовала развитие и формирование компании. В дальнейшем общечеловеческий основной ресурс компании становился командным.

В команду преобразований входит немногочисленное, но суперквалифицированное «ядро» цифровых талантов, и нехватка таких специалистов в настоящее время является самой большой проблемой, узким местом в человеческих ресурсах. Нужны люди, способные адаптировать, внедрять, обучать и оптимизировать процессы, построенные на новых технологиях [2].

### **2.2. Изменения организационного ресурса**

С конца девятнадцатого столетия (возникновение мануфактурного производства) происходит замена наиболее подвижной категории взаимодополняющих активов человеческого ресурса на координационный основной ресурс. Возникновение крупносерийного, а также общественного производства привело к появлению новейших структур в управлении компанией. Значительная динамика координационных средств привела к популяризации конвейерного общественного и крупносерийного производства в первой середине двадцатого столетия [6].

Динамика формирования организационных средств была низкой, несмотря на то, что возникли канцелярские технологические процессы делопроизводства, направленные на сокращение бумажного документооборота.

### **2.3. Изменения компьютерного ресурса**

В завершении двадцатого столетия широкое применение предприятиями цифровых компьютеров с целью автоматизации конкретных функций и бизнес-процессов стало основой интенсивного увеличения другой категории взаимодополняющих активов – компьютерного ресур-

са. Быстрый рост данных, с каким встретились компании, – это результат значительной динамики компьютерного ресурса. Он ускорил автоматизацию бизнес-процессов предприятий, а затем – появление цифровых товаров.

На сегодняшний день динамика изменений компьютерного ресурса никак не снижается, что также способствует переходу «в цифру» бизнес-процессов компаний, в том числе и процедур формирования взаимоотношений, в которые они вступают. Это представляет основу для рассмотрения цифровой системы как системы, в которой наиболее изменяющимся комплексом активов считается компьютерный ресурс.

Подобным способом можно выделить основные определения, на которых основывается развитие темы. Под цифровизацией компании будем подразумевать такую ее модификацию, в которой локомотивом перемен являются взаимодополняющие активы компьютерного ресурса.

Другим компонентом, который рассматривается в этой теме, является цифровая организация, под которой подразумевается система, в которой наиболее изменяющимися и взаимодополняющими активами компании считаются два актива – организационный и компьютерный ресурсы, использующие широкий спектр киберфизических систем и прорывных технологий (большие данные, искусственный интеллект, технологии VR /AR реальности, интернет вещей и пр.) в соответствии с цифровизацией определенных функций.

Кроме изменчивости, имеется также иная оценка взаимодополняющих активов. При исследовании данной темы стало очевидно, что взаимодополняющие активы становятся соответствующими цели компании. Обратное является исключением. Координация работы в компании может быть реализована разными способами.

Основная значимость того или иного способа координации заключается в том, что он приводит к конкретным стабильным структурам предприятий. Каждый способ координации в соответствии с укрупненной функцией должен основываться на одном либо нескольких взаимодополняющих активах. Стабильный вид всех без исключения взаимодополняющих активов также должен быть полностью сформирован. Чтобы быть сравнимыми, они должны выполняться подобно (т.е. по одной методике), ведь важность, того или иного действия представляется одной единицей – функциональным звеном. К примеру, В обычных мануфактурах «ключевыми» взаимодополняющими активами считаются преданность персонала и внешних контрагентов (доля человеческого ресурса).

В организациях, механистических мануфактурах, «ключевыми» активами считаются принципы и бизнес-процессы (доля координационного ресурса).

Особенность системы управления предприятием, сформированной на основе ИТ-технологий, заключается в разделении организационной составляющей и автоматизированной. Они взаимно дополняют друг друга, но не замещают. Высшей точкой их совместной деятельности является интрасеть, где содержание составляет технологию организационного управления, а техническое обеспечение остается за АСУ (ИПС и т.п. системами).

В совокупном случае «ключевые» взаимодополняющие активы также являются более изменяющимися. Их взаимосоответствие в эпоху цифровизации – это объект последующих изучений. Но можно допустить, что стабильность компании предельно проста и связана непосредственно со стабильностью «ключевых» взаимодополняющих активов. По этой причине исследование взаимодополняющих активов компании (обнаружение состава практик и качеств их взаимосвязей) также является доминантой и считается важным индикатором ее диагностики, моделирования стабильности и планирования перемен.

Способ взаимодополняющих активов посредством обнаружения взаимосвязей среди разных практик компании предоставляет отличные ориентиры для поиска элементов воздействия новейших информационных технологий на вероятные конкурентоспособные преимущества и бизнес-риски компании.

Ориентация компании на максимальную мобильность компьютерных средств неминуемо приведет к перестройке взаимодополняющих связей между активами, а также самих активов. Это также приводит к наибольшему преобразованию бизнеса, какой допускает цифровизация компании.

### **3. Основные проблемы изучения цифровой организации**

На сегодня в организациях имеются десятки научно-технических ИТ-методов, применяемых на разных ступенях управления, от электронной почты до киберденег. В крупном скачке к современному бизнесу огромное число взаимозависимых концепций определяет присутствие большого количества преград на этом пути.

#### **1. Трудность**

В процессе новейших промышленных изменений большая часть предприятий вводит новые необходимые технологические процессы. Любое отделение может применять разнообразные внешние концепции с целью рассмотрения, управления программами, прототипирования, и кроме того, использовать любые числовые приборы собственной сферы.

Такая ситуация порождает существенные трудности. Большое число концепций наслаивается друг на друга, произвольно понижая эффективность работы в целом. Наблюдается также переход между концеп-

циями с целью более быстрого выполнения единичных бизнес-процессов, что приводит к перегрузке работников.

## 2. Введение цифровых технологий — вопрос цифровых изменений

Применение цифровых приборов означает приспособление работников к новейшим технологиям. Данная цель цифровых изменений акцентировать внимание на общечеловеческих условиях трудных координационно-промышленных концепций. Эффективное цифровое преобразование потребует усилий, чтобы установить общий навык, который можно применять для решения подобных проблем в любых ситуациях

Решение вкладывать в новейшие технологии не принимается просто. Изучив собственные данные, Вы можете принять решение, что это оптимальный процесс с целью формирования вашего бизнеса, что он увеличивает эффективность работы сотрудников, а также содействует удержанию покупателей. В отсутствие принятия данной концепции, а также при недостатке мастерства работников вы никак не можете полагаться на максимизацию возможности собственных цифровых активов.

## 3. Цивилизованные изменения

Цифровая трансформация — это не просто оцифровывание бумаг. Цель цифровой трансформации изначально состоит в следующем: для того чтобы поменять образ собственного существования и деятельности, нужно сделать его цифровым. Работники, которые привыкли расходовать основное время на прямое взаимодействие с покупателями, сейчас будут расходовать его на работу с персональным компьютером и применять прочие методы коммуникаций, которые главным образом изменяют цивилизацию трудовой зоны: общая деятельность, обслуживание, ясность. Наличие при этом природного человеческого отрицания изменений считается реальным психологическим барьером, к которому нужно серьезно относиться.

Вопрос цифровой трансформации в цивилизованном мире взаимоотношений состоит в переосмыслении собственной значимости. Тот, кто просто занимался вводом данных, в новых условиях способен быть наиболее значимым в данной области специалистом.

## 4. Скорость

Единственное требование, предъявляемое цифровой трансформацией, — это идти в ногу с новыми технологиями. Однако у этой формулы существует противоположная сторона — сохранять внутрифирменные традиции, какие существуют в компании. На сегодняшний день возникли принципиально новые или новейшие трудности, связанные с применением искусственного интеллекта, машинным обучением и прочими инновационными направлениями развития ИТ. Данные установки должны формулироваться в самом начале цифровых преобразований.

Необходимо прогнозировать возникновение новейших ролей в рамках грядущей цифровой автоматизации, и понять, в каком месте технологические процессы расширяют функцию, а не просто ее замещают. Для сокращения производственных площадей (рабочих зон), новейшие приборы должны привлекать людей и стимулировать применение ими цифровых технологий.

#### 5. Конкуренция

При достижении проблемой определенного уровня согласно условиям цифровой трансформации любой контрагент способен создать и предложить выгоду. Необходимо генерировать большое число инициатив, не сосредотачиваясь априори на чем-то уже известном и не распыляя средства компании. Цель заключается в подборе тех идей, которые действительно можно осуществить. Нужно помнить, что цифровая трансформация может обеспечить преимущество в соревновании, но никак не в спринте, то есть не за короткое время.

Рассматривая топовые отрасли научно-технического развития, нужно определить, какие из них будут иметь наибольшее значение для бизнеса компании в ближайшее время. Постоянно следует быть в тренде новейших технологий и определенных перемен в потребностях покупателей.

Многочисленные фирмы отсрочивают корректировку собственных концепций защиты своего бизнеса вплоть до того времени, пока не будет поздно. Это означает то, что в первую очередь фирмы должны выявить и устранить эти имеющиеся уязвимые места.

#### 6. Защищенность

Чтобы цифровая трансформация проходила успешно, необходимо сосредоточить внимание на защищенности компании. В контенте цифрового общества коллективных сетей прошлого бизнеса не существует. В процессе решения проблемы защищенности должны быть рассмотрены все без исключения дополнения.

Согласно сведениям выборочного опроса, проделанного 451 Research по заказу CenturyLink Inc., главный интерес должен быть сосредоточен на повышении адаптивности бизнеса к внешним вызовам, совершенствовании управляемости рисками и повышении эластичности научно-технической активности.

### **4. Цифровая организация в настоящее время**

Цифровая организация – это не только количество новых технологических процессов, но и новая организация бизнеса. Цифровизация привела к возникновению новых и изменению прежних практик управления. Изучив большое число теоретических и практических исследова-



ний по построения элементов цифровой организации, можно отметить ряд их характерных свойств.

Свойства компании полностью отображают административные практики организационного ресурса:

1) Цифровизация продуктов.

Все, без исключения, продукты переходят из материальной формы в цифровую. Присутствие материальной модели продукта не просто исчезает, применение продукта делается неосуществимым в отсутствии его цифрового понятия. Подобное понимание настоящего предмета приобрело наименование «цифровой двойник». К примеру, в машиностроении важность приобретает демонстрация не непосредственно материального результата, не документов, а цифровой модели продукта. Электронная модель продукта обогащается большим количеством услуг, которые также становятся цифровыми продуктами.

2) Цифровизация бизнес-процессов.

Вероятность применения «цифрового двойника» сложного оснащения в сочетании с постоянным мониторингом абсолютно всех его компонентов и действий привело к возникновению и созданию новых бизнес-процессов - цифровых. Они ориентируют компанию не только на глубочайшую цифровизацию абсолютно всех внутрифирменных функций или оргпроцедур их выполнения [4], но также на выстраивание близких партнерских взаимоотношений абсолютно со всеми ее контрагентами, участвующими в реализации успешных проектов. Важным компонентом подобного углубленного партнерства считается формирование единого встроенного информационного и коммуникационного ресурса в виде новой технологии организационного управления, разработанной с использованием киберфизических систем. Присутствие большого числа ежедневных взаимодействий участников процедуры может способствовать перемещению (в разряд цифровых) услуг, предоставляемых сторонними организациями (консультации специалистов, аутсорсинг, справки, заказы, предписания, состязания и пр.).

1) Цифровое управление созданием ценностей предприятием

Предпринимательство цифровой компании практикуется и включается в кооперационную сеть абсолютно со всеми своими контрагентами и покупателями. В этой сети предприятие встраивается в рыночные процедуры формирования ценностей. В данном случае следует руководствоваться приоритетным прибыльным бизнесом не только самой компании, но и всех участников процедуры формирования ценностей. [1] Приведем в качестве образца цепочку формирования ценности в машиностроении, где все начинается с управления фирмой, далее идет подрядчик, после него экспериментально-конструкторское бюро, изготови-

тели комплектующих элементов, после чего массовое производство, а после этого – покупатели и послепродажный сервис.

Любое предприятие уникально и индивидуально развивается. Оно вступает в большое число взаимоотношений и по этой причине обязано согласовывать не только собственную операционную работу, но и свои взаимодействия абсолютно со всеми участниками любой процедуры.

В последнее время многие фирмы стали формировать бизнес-модели, в которых ее контрагенты имеют все возможности стремительно формировать собственные процедуры, привлекать любых новых участников. При этом специалисты фирмы приобретают навыки управления этими процедурами.

### **5. В чем разница между автоматизацией и цифровизацией?**

Цифровые компании не возникают на пустом месте, им предшествует значительная история их автоматизации. Тут одновременно проявляются несколько проблем: чем отличается автоматизация работы компании от ее цифровизации [3]. Возникают ли у компании какие-то новые свойства с применением новейших IT-технологий либо это просто количественные изменения.

На первом витке автоматизации создаются автоматизированные линии, участки, цеха, системы управления бизнесом, информационно-поисковые системы, автоматизированные системы управления, интрасети и пр.

На втором витке автоматизации в бизнесе — цифровизации в информационных концепциях используются данные, обрисовывающие реальные предметы, которые все без исключения являются «цифровыми двойниками» настоящих предметов. По какой причине невозможно охарактеризовать бизнес-модель как цифровую, если в ней применяются информационные концепции управления взаимоотношениями с покупателями и/или поставщиками (CRM/ SRM), к тому же совместно с концепциями планирования ресурсов компании (ERP)? Новый виток автоматизирования потребует значительной переподготовки персонала и формирования его мотивации, потребует перемен в системе организационного управления, ее координационной структуре и бизнес-процедурах.

Если автоматизирование бизнеса формировало роль и место информации в компании, и только отчасти отражало состояние действительности, то цифровизация создает конструкцию, в которой информационная система обязана быть «цифровым двойником» реальной действительности. Отображение действительности соответствует ситуации общества, которая заключается в информационных концепциях и оказывается схожей с действительностью.

На сегодняшний день только отдельные компании могут сказать, что сведения в их информационных концепциях отображают объемную и яркую событиями ситуацию в фирме, а также абсолютное понимание компанией реальных условий.

Автоматизирование промышленности в России было проведено в минувшие 1960-ые годы путем внедрения разнообразных АСУ, которые практически фиксировали существующее положение в системе управления предприятием, но никак не анализировали его и не изменяли. В цифровых организациях существующие несоответствия должны кардинально уменьшиться, что приведет к качественным переменам в управлении и в координационном ресурсе.

Цифровизация со временем «втягивает» (создает условия) в собственную информационную систему не только реальную действительность, в которой существует человек, но и самого человека. Данная ситуация не только служит формированию интеллектуальных роботов для предприятия, но также служит цифровому «протезированию» его организационных и интеллектуальных возможностей. Необходимо отметить, что цифровизация «замахнулась» также на человеческий основной ресурс компании, и что, вероятно, станет причиной качественных перемен не только в культуре управления, но также в культуре человека в целом.

Таким образом, в цифровой компании основной ресурс становится локомотивом перемен, из-за которого начинают меняться также все без исключения другие взаимодополняющие активы. Все это приведет к практически кардинальному изменению денежных средств. Похоже, наступил период быстрого накопления цифровых изменений и обработки больших объемов информации, миниатюризации приборов, высоких скоростей их мобильности. Рост числа участников информационного обмена, а также их деятельность приводят к высококачественным принципиальным переменам в системе организационного управления, ее структуре и бизнесе компаний.

Главы множества фирм глубоко осознали, что цифровизация – это никак не возможность, в которой можно спрятаться и пересидеть. Принципиальное отличие четвертой промышленной революции от всех предыдущих заключается в скорости распространения технологий и всеобъемлющем характере их применения [7].

Как все предшествующие научно-технические революции, которые приводили к развитию новейшей действительности, современная цифровизация формирует эту новейшую действительность. Качественный и количественный рост характерных свойств цифровой компании подтверждают наличие признаков новейшей действительности. Безусловно, любой управляющий желает отыскать собственный подход в данной но-

вейшей действительности. Вопрос в том, чтобы увидеть эти перспективные изменения, учитывая, что сейчас еще только становятся заметными некоторые очертания будущих перемен. Однако таких признаков до сих пор весьма мало, для того чтобы управляющий имел возможность сформировать вразумительную стратегию изменения собственного бизнеса. Он вынужден следовать «на ощупь», способом проб и ошибок.

На этом пути настоящая практическая деятельность цифровой трансформации очень повлияла на академическое представление о реальных переменных в финансовых, административных и общественных сферах. Этим наукам еще предстоит показать себя перед руководителями-практиками, оказав им всю возможную поддержку в поиске путей цифровой трансформации и бизнеса компании.

Ближе всего к цифровой трансформации подошли ИТ-направленные компании и компании, оказывающие услуги. Оказалось, что им легче в целом работать с «цифровыми двойниками» реальной действительности.

Все больше к цифровой трансформации приходят ресурсоемкие бизнесы с огромным числом вещественных активов, применяющие различные виды киберфизических систем, создающие коллаборативные пространства, использующие облачные, 3D/nD – технологии и др. интеллектуальные киберресурсы.

### **Заключение**

Стремление занять лидирующие позиции в высокотехнологичном и развивающемся мире основывается на цифровизации бизнеса. Ее основная сущность – не столько в количестве внедренных новейших информационных технологий, сколько в количестве цифровых преобразований бизнеса. Все структурные преобразования нужно осуществлять с учетом понимания того, что цифровизация затрагивает, в основном, технологические преобразования, то есть те, которые отвечают на вопрос — как? Однако рассматривая объект в целом можно найти принципиально новое решение. Задача специалиста не пропустить такую возможность. Такая задача по плечу только специалистам высочайшей квалификации в области Индустрии 4D. Изменения в системе организационного управления во взаимосвязи с введением информационных технологий совершались и ранее. Ранее при обстоятельствах автоматизации (информатизации) преобразование означало переход бизнеса от одного устойчивого ресурса в другое более прочное положение. Что касается цифровых изменений, то они запускают постоянную процедуру перемен бизнеса, в котором его устойчивость и стабильность станет все больше размываться, поэтому компании станут все без исключения нестабильными.

Понятия, способы и инструменты менеджмента должны быть рассмотрены в соответствии с новейшими реалиями. Цифровая трансформация касается не только промышленных компаний, но также всех без исключения социальных учреждений.

### Список литературы

1. Ананьин В.И. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность. // Ананьин В.И., Зимин К.В., Лугачев М.И., Гимранов Р.Д., Скрипкин К.Г. // Бизнес-информатика. 2018. № 2 (44). С. 45–54. Сайт журнала: <http://bijournal.hse.ru>
2. Аренков И.А., Смирнов С.А., Шарафутдинов Д.Р., Ябурова Д.В Трансформация системы управления предприятием при переходе к цифровой экономике // Креативная экономика. – 2018. – Том 19. – № 5. – электронный доступ: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-sistemy-upravleniya-predpriyatiem-pri-perehode-k-tsifrovoy-ekonomike>.
3. Волошина В. Революция в мозгах, или чем цифровизация отличается от автоматизации. – М.: Альманах «Управление производством», 2018. Электронный доступ: <http://www.up-pro.ru/library/strategy/tendencii/cyfra-avtomat.html>.
4. Гаврилюк Е.С., Боркова Е.А., Бурцев Д.С., Чудесова Г.П., Казанская Н.Н. Преобразование системы организационного управления наукоемким предприятием в условиях цифровой трансформации: Краткий курс лекций. Учебное пособие. – СПб.: Издательство Университета ИТМО, 2020. – 137 с.
5. Кешелава А.В., Хаев И.Л. Цифровые инструменты цифровой экономики: базовые вопросы и определения. – М.: Интегра, 2019. Электронная ссылка: <http://integral-russia.ru/2019/09/10/tsifrovye-instrumenty-tsifrovoy-ekonomiki-bazovye-voprosy-i-opredeleniya>.
6. Попов И.В., Киселева М.М., Толочко И.А. Влияние цифровых технологий на бизнес-процессы предприятия. // УЭПС: Управление, экономика, политика, социология. 2019, № 1/9. Электронный доступ: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsifrovyyh-tehnologiy-na-biznes-protsessy-predpriyatiya/viewer>.
7. Сафрончук М.В. Влияние цифровой трансформации на бизнес // Цифровая экономика № 2, том 3, 2018. С. 38-44. Электронный ресурс: [mgimo.ru](http://mgimo.ru) // [vliyanie-tsifrovoy-transformatsii-na-biznes-i-delovuyu-sredu.pdf](https://vliyanie-tsifrovoy-transformatsii-na-biznes-i-delovuyu-sredu.pdf).

УДК 338.24

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-82

*Герасимов Борис Никифорович,*  
д-р экон. наук, профессор кафедры менеджмента

### ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Россия, Самара, Самарский университет государственного управления  
«Международный институт рынка», [boris0945@mail.ru](mailto:boris0945@mail.ru)

**Аннотация.** Приведены состав и содержание модели реформирования деятельности существующих систем управления организациями, которые являются ключевым структурными единицами в социальных и экономических средах. Представлены

материалы для дополнения недостающих элементов атрибутов структурными единицами в рамках подсистемы управления персоналом организации предназначены для последующего вывода на новый уровень аттестацию специалистов организации.

**Ключевые слова:** организация, управление персоналом, атрибуты, аттестация, проблемы, предложения.

***Boris N. Gerasimov,***

Doctor of economic sciences, professor of management

## EVALUATING THE IMPLEMENTATION OF AN ORGANIZATION'S STRATEGY

Russia, Samara, Samara state University of management  
«International market Institute»

**Abstract.** The composition and content of the model of reforming the activities of existing sub-processes of the organization, which are the key structural units of object management systems in social and economic environments, are described. The presented research materials, identification and completion of the missing elements of the attributes of the key subprocess of managing the assessment of specialists within the framework of the personnel management process of a basic organization for the subsequent output to a new level of the quality of testing of specialists and their effective use in the organization's activities.

**Keywords:** organization, personnel management, attributes of the subprocess, reform model, certification, problems, proposals.

Непрерывные изменения внешних и внутренних условий развития операционной и управленческой деятельности приводят к появлению противоречий и барьеров в функционировании систем управления различными типами *экономических систем*. Для противодействия существующим вызовам необходимо исследование экономических систем типа «организация» является выявление трудностей, патологий и точек развития, в также выработка и проведение изменений для обеспечения их успешного функционирования и продвижения в рыночной среде [1].

Соответственно составные части системы управления организацией (СУО) – подсистемы и функционально-управляющие блоки (ФУБ), составляющие подсистему, ориентированы на различные показатели функционирования и развития, но при этом реализуют единую стратегию экономической системы для достижения её целей и миссии [3]. ФУБ – это некоторая часть подсистемы, выделенная определенным образом в рамках СУО, обладающая основными системными и функциональными свойствами, имеющая право на существование [9, 10].

**К основным атрибутам** ФУБ в рамках организации относятся вход (назначение); основные преобразования (основные этапы); выход

(результаты); ресурсы (материальные, информационные, методические, трудовые, технические, правовые), критерии качества и эффективности. Более подробно состав и содержание основных атрибутов нормативного ФУБ управления организации было рассмотрено в работе [8]. На атрибуты ФУБ организации оказывают влияние различные факторы внешней среды. Для понимания структуры и взаимодействия атрибутов нормативного ФУБ и основных факторов внешней среды была разработана модель, которая представлена на рис. 1.

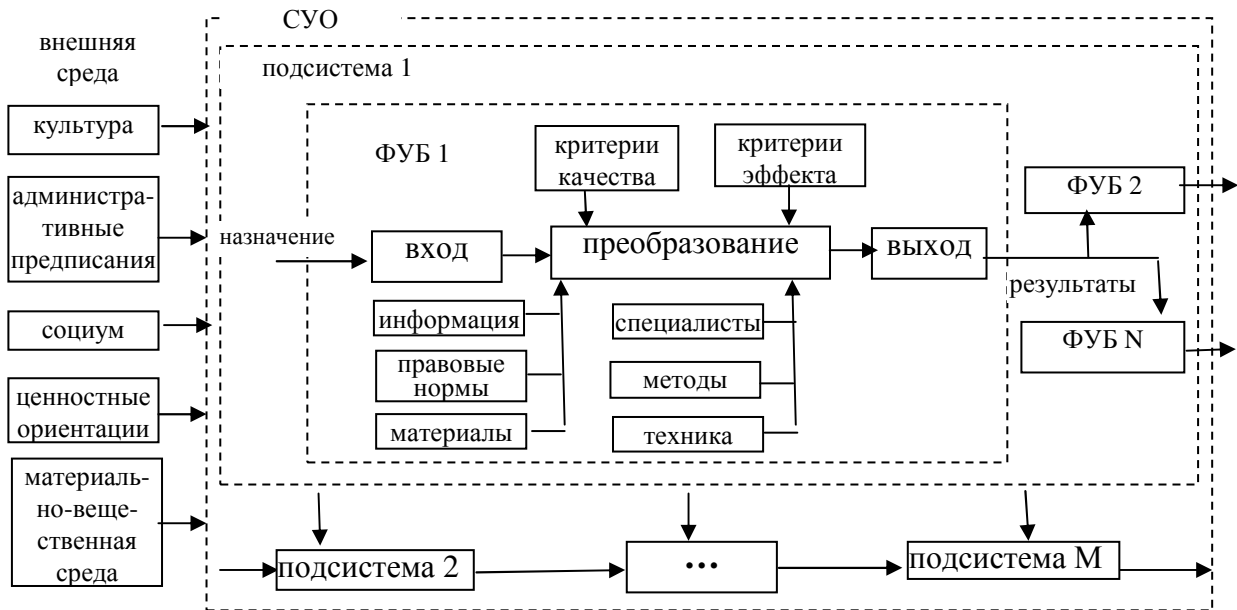


Рис. 1. Модель взаимодействия атрибутов ФУБ СУО и внешней среды

Назначение и содержание атрибутов внешней среды, а также взаимодействие с другими ФУБ в рамках одного процесса, а также отношения с ФУБ других процессов экономической системы устанавливается, если необходимо, по известным теоретическим и методологическим источникам [4], а также известными технологическими инструментами.

Исследование и представление данной концепции процессного управления позволило выделить, описать и начать использование данные атрибуты для построения и реформирования состава, содержания и структуры отдельных ФУБ, а также для развития различных сфер практической деятельности в рамках экономических систем, так и для модельного применения в образовательном процессе для подготовки и переподготовки управленцев различного направления и уровня.

Определение состава атрибутов ФУБ управления позволило определить единицы их измерения, а также их ориентировочный диапазон и количественные характеристики для последующего практического использования при формировании нормативного представления составных

компонентов функциональной деятельности [6].

Для демонстрации использования модели реформирования выберем одна из важнейших структурных частей процесса управления персоналом организации – ФУБ управления управление оценкой специалистов.

*Управление оценкой специалистов* - деятельность по установлению количественных и качественных параметров знаний, профессиональных умений и навыков, личностных качеств и деятельности специалиста, а также документальное и правовое подтверждение этих параметров [14].

Рассмотрим содержательные характеристики атрибутов выбранного ФУБ, которые необходимы для формирования его **нормативного состояния**. Нормативное содержание всех атрибутов данного ФУБ необходимо для сравнения с ним фактического содержания состояния подобного ФУБ в выбранной организации.

Содержание этих параметров нужно для понимания современного уровня реализации данного ФУБ, к которому нужно стремиться любой современной организации [7]. Содержание нормативного ФУБ необходимо для поиска противоречий, и трудностей в его реализации в организации, а также для формулирования проблем. Использование литературных источников и проведение эмпирических исследований ФУБ управления оценкой специалистов позволило сформировать нормативное содержание атрибутов данного ФУБ, который представлен на табл. 2.

Полнота содержания атрибутов нормативного ФУБ отражает авторское понимание их состава и содержания и может изменяться при дальнейшем использовании этих материалов на практике [5].

Представленные комментарии помогут более подробно и качественно рассмотреть их содержание для успешной разработки улучшения технологии реализации ФУБ управления оценкой специалистов, формулирования проблем и определения предложений в дальнейшем.

В качестве базовой организации для исследования был выбран отель «Lotte», который был открыт в 2017 г. и является одним из самых современных существующих отелей Поволжья. Особенно много внимания в ней уделяется процессу управления персоналом и ФУБ управления профессионализмом специалистов. Рассмотрим подробнее состояние ключевые атрибуты в выбранной организации, которые представлены в табл. 3.

По материалам проведенного исследования базовой организации приводятся основные аргументы, которые определяют необходимость улучшения деятельности ключевых атрибутов выбранного ФУБ для повышения качества его функционирования за счет адекватного определения и последующего повышения компетентности специалистов.



Таблица 2.

**Содержание параметров нормативного состояния атрибутов ФУБ управления оценкой специалистов**

Наименование атрибута	Характеристика
1. Вход	Потребность в определении характеристик, аттестуемых для установления их потенциала и возможностей (результативности) их деятельности в организации
2. Преобразования	1. Формирование плана аттестации на год другой период времени 2. Определение критериев (качества, эффективности) по профессиям 3. Определение графика прохождения аттестации специалистов 4. Подготовка к аттестации) 5. Проведение испытаний аттестуемым 6. Проведение работы комиссии 7. Объявление результатов работы комиссии 8. Оформление деятельности аттестационной комиссии 9. Занесение информации по аттестуемым в базу данных 10. Передача информации по аттестуемым в отдел кадров
3. Выход	установление соответствия занимаемой должности, необходимость повышения квалификация или компетенций дифференциация заработной платы и премий определение их возможностей карьерного роста удовлетворение потребности в информации
4. Материальные ресурсы	расходные материалы и запчасти для оборудования, бумага, канцтовары
5. Информационные ресурсы	протоколы, тесты, анкеты, экспертные и опросные листы, результаты деятельности работников по периодам времени
6. Методические ресурсы	должностные инструкции, технологии решения задач, перечень квалификаций и компетенций, база данных аттестаций сотрудников
7. Трудовые ресурсы	менеджеры по персоналу, руководители подразделений, представители профсоюза, консультанты, наставники, эксперты, операторы
8. Технические ресурсы	компьютер, ксерокс, средства связи и регистрации, видео- и фотоаппаратура
9. Правовые ресурсы	перечень профессий, положение об аттестации, распоряжение о проведении аттестации, постановление, контракт, договор, регламенты.
10. критерии качества	полнота, достоверность, лаконичность, корректность, адекватность деятельности инструкциям, своевременность выполнения
11. критерии эффективности	выполнение планов, профессиональный потенциал, соответствие занимаемой должности, производительность труда

Таблица 3.

**Содержание атрибутов существующего ФУБ управления оценкой специалистов  
«Lotte»**

Наименование атрибута	Характеристика
1. Вход	Потребность в определении характеристик специалистов для установления их соответствия занимаемой должности
2. Преобразования	1. Составление графика выполнения аттестации в течение квартала) 2. Определение графика прохождения аттестации специалистов 3. Подготовка к аттестации 4. Проведение работы комиссии 5. Объявление результатов работы комиссии 6. Оформление деятельности аттестационной комиссии 7. Передача документации по аттестуемым в отдел кадров
3. Выход	установление соответствия занимаемой должности, дифференциация заработной платы и премий
4. Материальные ресурсы	расходные материалы, бумага, канцтовары
5. Информационные ресурсы	протоколы, тесты, анкеты, экспертные листы
6. Методические ресурсы	должностные инструкции, инструкции и технологии решения задач и заданий
7. Трудовые ресурсы	менеджеры по персоналу, руководители подразделений
8. Технические ресурсы	компьютер, ксерокс, средства связи и регистрации
9. Правовые ресурсы	перечень профессий, положение об аттестации, распоряжение о проведении аттестации
10. Критерии качества	полнота, ясность, достоверность, конкретность
11. Критерии эффективности	выполнение плановых заданий, соответствие критериям занимаемой должности

Информация об уровне профессионализма специалистов, также наличие противоречий и трудностей, возникающих при выполнении должностных обязанностей, необходимы при определении кандидатов при постановке специалистов в резерв на более высокую должность, использование того или иного специалиста при временном замещении на смежной должности, определении уровня и тематики курсов повышения квалификации, а также при определении кандидатур для участия в программах карьерного роста.

Формулирование противоречий и трудностей в деятельности позволяет сконцентрироваться на конкретных атрибутах ФУБ, понимания их содержания в деятельности специалистов, при взаимодействии сотрудников в коллективе, а также для выстраивания отношений с клиентами. Исследуются причины их возникновения, а также прогнозируются ожи-

даемые последствия, если ничего не предпринимать. Для поиска и формулирования проблем необходимо использовать, в основном, ресурсные атрибуты, преобразования, критерии качества и эффективности [11].

Фрагмент результатов исследования проблем в рамках ФУБ управления оценкой специалистов «Lotte» представлен в табл. 4.

Таблица 4.

**Проблемы, выявленные в ФУБ «Lotte» (фрагмент)**

Наименование атрибута ФУБа	Наименование проблемы	Причина возникновения	Ожидаемые последствия
4.2. информационные ресурсы	Информация об аттестации специалистов не накапливается	Отсутствие базы данных за время работы специалистов	Отсутствие данных о динамике развития специалистов
4.3. методические ресурсы	Оценка личностных качеств специалистов, а не профессиональных	Отсутствие профессиональных тестов и показателей, профессиональных экспертов	2.1 Сотрудники остаются без профессионального развития
4.4. трудовые ресурсы	Не используется информация о профессиональной деятельности специалистов	Не предусмотрена подача в комиссию справки о деятельности специалиста	Неполнота данных о деятельности специалистов

Для исследования состояния выбранного ФУБ в выбранной организации необходим взгляд различных категорий экспертов, которые способны оценить уровень параметров каждого атрибута с разных профессиональных позиций [2]. Для каждой проблемы следует указывать несколько причин возникновения и ожидаемых последствий.

По результатам исследования делаются выводы о важности работы по установлению и формулированию проблем и их характеристик в ФУБ управления оценкой специалистов организации [12]. Указывается также необходимость определения предложений по устранению противоречий и трудностей в деятельности специалистов.

Рекомендуется использовать для предложений следующие атрибуты: все виды ресурсов, критерии и преобразования, так именно от них зависят конечные результаты деятельности выбранного ФУБ. характеристики предложений используются управленческие и другие инструменты их устранения (методы, модели, механизмы, технологии, ресурсы т.д.) [13]. Фрагмент представления предложений по развитию атрибутов ФУБ управления оценкой специалистов «Lotte» приведен в табл. 5.

Разработка предложений и их характеристик в заданном ФУБ организации необходима для понимания средств реализации и прогнозирования ожидаемых результатов использования методологических и технологических инструментов на практике.

**Предложения по развитию атрибутов ФУБ управления оценкой специалистов  
«Lotte» (фрагмент)**

Наименование атрибута ФУБ	Наименование предложения	Средства реализации	Ожидаемые результаты
4.2. Информационные ресурсы	Ведение базы данных обо всех результатах аттестации специалистов, в т.ч. за прошлые годы	Приобретение программного обеспечения Обучение пользователей базы данных Внесение результатов аттестации в базу данных	Появление полной картины о результатах аттестации специалистов за время деятельности в данной организации
4.3. Методические	Разработка программы аттестации профессиональной деятельности специалистов	Приобретение профессиональных тестов. Обучение пользователей работе с профессиональными тестами при аттестации специалистов	Формирование оценок о профессиональной деятельности специалистов в процессе аттестации
4.4. Трудовые ресурсы	Разработка отчета о деятельности специалистов по периодам времени	Введение положения об отчетности специалистов по периодам времени и представление её на аттестацию	Возможность оценки вклада специалистов в деятельность организации

**Список литературы**

1. Адизес И.К. Управляя изменениями. Как эффективно управлять изменениями в обществе, бизнесе и личной жизни / пер. с англ. – М.: Манн, Иванов и Фербер. 2014. – 368 с.

2. Гейн К., Сарсон Т. Структурный системный анализ: средства и методы / пер. с англ. – М.: Эйтэкс, 1993. Ч. 1. – 186 с. Ч. 2. – 214 с.

3. Герасимов Б.Н. Исследование и определение направления развития стратегии деятельности организации // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2021. – №1. – С. 81–95.

4. Герасимов Б.Н. Методологические инструменты науки управления в социальных и экономических средах // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2020. – №4. – С. 4–17.

5. Герасимов Б.Н. Построение систем управления организациями на основе типовых методологических подходов // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2019. – №3. – С. 121-131.

6. Герасимов Б.Н. Исследование и развитие функционального подхода в процессах управления экономическими системами / Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2019. – №4. – С. 4–14.

7. Герасимов Б.Н., Герасимов К.Б. Теория управления: онтология, структура, содержание // Проблемы теории и практики управления. – 2021. – №5. – С. 130–144.

8. Герасимов Б.Н., Герасимов К.Б. Методологические атрибуты управления // Онтология проектирования. – 2020. – Т. 10. – №3(37). – С.296–306.

9. Герасимов Б.Н., Герасимов К.Б. Практика управления: онтология, структура, содержание // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2021. – №2. – С. 4–15.

10. Желтенков А.В. Самоорганизующаяся система управления: организация и методология создания. – М.: ГУУ, 2001. – 120 с.

11. Карпенко Г.Г. К вопросу о методологии науки управления // Terra Economicus. – 2009. – Т.7. – №1-2. – С. 25–30.
12. Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления / пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер. 2020. – 396 с.
13. Пригожин А.И. Методы развития организаций. – М.: МЦФЭР, 2003. – 864 с.
14. Ackoff R.L. A theory of practice in the social systems sciences // Systems Research. – 1988. – № 5(3). – P. 241–246.

УДК 338

doi:doi:10.18720/SPBPU/2/id21-83

*Чечурина Майя Николаевна,*  
профессор, д-р экон. наук,  
профессор

## **СТРАТЕГИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

Россия, г. Мурманск, ФГАОУ ВО «Мурманский государственный  
технический университет»,  
maya1946g@mail.ru

*Аннотация.* С целью выработки стратегии повышения уровня инновационного потенциала компании, характеризующего возможность его инновационного развития, предлагается рассчитывать уровень инновационного потенциала в условиях цифровой экономики путем введения интегрального показателя, учитывающего группу факторов внутренней среды предприятия - производственно-технических ресурсов, уровня инновационного развития, обеспеченности информационными ресурсами, и внешней среды: конкурентоспособности предприятия на рынке и участия в реализации принципа «тройной спирали» - партнерства государства, науки и бизнеса.

*Ключевые слова:* инновационный потенциал, стратегия, интегральный показатель, цифровая экономика.

*Maya N. Chechurina,*  
Professor, Doctor of Economic Science, Professor

## **STRATEGY OF INTENSIFYING OF INNOVATIVE POTENTIAL OF THE ENTERPRISE IN THE CONTEXT OF DIGITAL ECONOMY**

Russia, Murmansk, Murmansk State Technical University,  
maya1946g@mail.ru

*Abstract.* With the purpose of creation of the strategy of intensifying of innovative potential of the enterprise that characterizes the possibility of innovative development of the

aforementioned enterprise, it is submitted to calculate the level of the innovative potential in the context of digital economy on the basis of introduction of the integrated index which includes the group of elements such as factors of internal environment of the enterprise namely production technology resources, the level of innovative development, availability of informational resources and factors of external environment namely competitiveness of the enterprise on the market and participation in realization of the principle of «triple helix»-the partnership of the state, science and business.

**Keywords:** innovative potential, strategy, integral indicator, digital economy.

## **Введение**

Переход любой страны (региона или предприятия) к инновационному типу развития предполагает активное использование накопленного инновационного потенциала. В России имеется огромный инновационный потенциал в виде фундаментальных научных разработок как результатов интеллектуальной деятельности (РИД), необходимый для перехода на инновационный тип развития. Однако фактические показатели инновационной активности, то есть коммерциализации РИД – введение данных новшеств в хозяйственный оборот в качестве нового продукта, услуги или новой технологии с целью удовлетворения спроса на рынке и извлечения прибыли, остаются низкими [3].

Инновационная активность и развитие НИОКР на отечественных предприятиях резко отстают от среднемировых показателей. Удельный вес инновационно активных предприятий в России в последние годы находится на уровне 8–9%, в то время как в странах ОЭСР этот показатель составляет около 50%, в странах Восточной Европы он также значительно выше: в Румынии — 28%, Словении — 32%, Польше — 38%. Невысокая инновационная активность российских промышленных предприятий не приводит к структурным сдвигам в экономике. Лидерами по уровню инновационной активности остаются машиностроение, химическая и нефтехимическая промышленность. Это вполне объяснимо: именно в этих секторах (наряду с отраслями нефтяной, черной и цветной металлургии) доминируют финансово-промышленные группы, которые одними из первых начали ориентироваться на инновационное развитие, поскольку вышли на мировой рынок.

## **1. Постановка задачи**

Разработка стратегии инновационного развития компании связана с проблемой определения уровня ее инновационного потенциала. Необходимо отметить, что инновационный потенциал является базовым элементом механизма реализации инновационной стратегии предприятия, ее целей и задач. От состояния инновационного потенциала зависят управленческие решения по выбору и реализации инновационных стратегий, вследствие чего необходима его комплексная оценка.

Инновационный потенциал, в общем случае, представляет собой условия, при которых успешно реализуется инновационная деятельность компании.

С одной стороны, компания с высоким инновационным потенциалом – компания, находящаяся в развитом информационном пространстве, обладающая патентами, исследовательскими разработками, изобретениями, новыми идеями, новыми технологиями, неосвоенными потребностями и т.д.

С другой стороны, этот инновационный потенциал должен реализовываться инновационной деятельностью компании, которая характеризуется активной стратегией производства и продвижения на рынок инновационных продуктов, услуг и технологий.

Именно поэтому необходим интегральный показатель, определяющий уровень инновационного потенциала компании, учитывающий как одну, так и другую сторону. В статье [4] авторами был разработан такой интегральный показатель, отражающий уровень инновационного потенциала предприятия в условиях цифровой экономики. Достоинством этого показателя является возможность расчета составляющих его факторов, в отличие от других работ, где авторы предлагают определение показателя инновационного потенциала, в основном, на основании экспертных оценок [1, 2].

В целом, предложенный интегральный показатель, определяющий уровень инновационного потенциала компании, включает следующие группы факторов:

1. Производственно-технические ресурсы, необходимые для инновационной деятельности (P1): обеспеченность интеллектуальной собственностью (P11), доля затрат (по времени либо по оплате) на исследования и разработки (P12), освоение новой техники и технологий (P13), освоение производства новой продукции (P14).

2. Уровень инновационного развития организации (P2): доля работников, занятых исследованиями и разработками (P21), доля затрат на обучение персонала в общем объеме производственных затрат (P22), рентабельность инноваций (P23), инновационная активность (P24).

3. Обеспеченность информационными ресурсами (P3): обеспеченность ПК (P31), обеспеченность ПО (P32), относительная степень оцифровки бизнес-процессов организации (P33).

4. Факторы внешней среды (P4): конкурентоспособность организации (P41), участие организации в реализации «принципа тройной спирали»: взаимодействия государства, науки и бизнеса, либо государственно-частного партнерства (принцип «двойной спирали» – взаимодействие государства и бизнеса (P42).

Общий интегральный показатель потенциала рассчитывается как сумма групп показателей всех его составляющих

Так как каждый показатель рассчитывается как относительная доля максимально возможного значения, то числовое значение каждого показателя колеблется от 0 до 1, что позволяет вычислить уровень инновационного потенциала объекта.

Всего 13 показателей, таким образом, интегральный показатель уровня инновационного потенциала может принимать значения от 0 до 13.

Определение уровня инновационного потенциала компании дает возможность выработать соответствующие рекомендации по повышению инновационного потенциала предприятия.

## **2. Разработка стратегии.**

Алгоритм разработки стратегии повышения инновационного потенциала компании выглядит следующим образом:

1. Расчетным путем определяется значение каждого из факторов группы показателей и определяется значение интегрального показателя данной компании  $K_{\text{интк}}$ .

2. Очевидно, что  $K_{\text{инт}}$  принимает значения от 0 до 13. Выделим четыре степени значения уровня инновационного потенциала: очень низкий (0-2), низкий (2-6), средний (6-10), высокий (10-13). Определяем, к какой группе относится полученное значение.

3. Проанализировать значение всех показателей и выделить те из них, которые имеют значение 0,5 и менее. Именно эти показатели оказали влияние на пониженный уровень инновационного потенциала компании.

4. Запланировать мероприятия по повышению уровня инновационного потенциала для соответствующих показателей.

Покажем разработку стратегии повышения инновационного потенциала на примере одной из компаний Мурманской области.

Компания «Инфо-Норд», франчайзи фирмы «1С», занимается разработкой программного обеспечения с целью автоматизации бизнес-процессов различных организаций. Компания ведет разработку и внедрение на платформе «1С: Предприятие 8», имеет опыт создания сайтов и порталов с применением решений «1С-Битрикс» и обслуживания баз данных на PostgreSQL, ведет консультационную деятельность. Имеется интеллектуальная собственность в виде разработанных программных продуктов. Заказчиками и потребителями услуг компании являются организации из самых разнообразных отраслей, среди которых рыболовство и рыбообработка, транспорт и логистика, здравоохранение, энергетика, ЖКХ, судостроение и судоремонт. Компания сотрудничает с предприятиями государственного сектора.



Расчет уровня инновационного потенциала организации.

1. Производственно-технические ресурсы, необходимые для инновационной деятельности

$$P1 = P11 + P12 + P13 + P14 = (1 + 0,5 + 0,3 + 0,5) = 2,3.$$

2. Уровень инновационного развития организации

$$P2 = P21 + P22 + P23 + P24 = (0,4 + 0,1 + 0,25 + 0,5) = 1,25.$$

3. Обеспеченность информационными ресурсами

$$P3 = P31 + P32 + P33 = (1 + 1 + 0,8) = 2,8.$$

4. Факторы внешней среды  $P4 = P41 + P42 = (0,1 + 0,4) = 0,5.$

5. Интегральный показатель уровня инновационного потенциала компании  $K_{инт} = 2,3 + 1,25 + 2,8 + 0,5 = 6,85.$

Согласно ранее введенной шкале компания имеет средний уровень инновационного потенциала.

Анализ показывает, что в первой группе недостаточный уровень показателя освоения новой техники и технологий и производства новой продукции. Вторая группа факторов, относящихся к инновационному развитию организации, имеет весьма низкий показатель.

В этом случае, стратегия повышения инновационного потенциала должна быть направлена на:

- использование прогрессивных цифровых технологий;
- формирование компетенций у сотрудников в области цифровизации;
- развитие механизма «открытых инноваций»;
- сотрудничество со структурами высшего образования и научными организациями.

### **Заключение.**

Таким образом, в связи с тем, что разработка стратегии инновационного развития компании связана с проблемой определения уровня ее инновационного потенциала и повышения его в случае недостаточного значения, предложено использовать интегральный показатель для расчета, и строить стратегию относительно повышения тех факторов, показатели которых имеют низкий уровень оценки.

### **Список литературы**

1. Горбунов В.Л., Матвеев П.Г., Методика оценки инновационного потенциала предприятия [Текст] / В.Л. Горбунов, П.Г. Матвеев // Инновации. 2002. №8. С. 67-69.
2. Захарова Е.В., Митякова О.И. Оценка инновационного потенциала предприятия с учетом цифровизации экономики // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Том 10. – № 3. – С. 1653-1666. – doi: 10.18334/vines.10.3.110601.
3. Майкова С.Э., Головушкин И.А. Коммерциализация результатов научно-исследовательской деятельности как основной фактор инновационного развития национального исследовательского университета // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. 2012. №4 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kommertsializatsiya-rezultatov-nauchno-issledovatel'skoy>

deyatelnosti-kak-osnovnoy-faktor-innovatsionnogo-razvitiya-natsionalnogo (дата обращения: 21.03.2021).

4. Чечурина М.Н., Гринь А.А., Круглов Н.В. Показатели инновационного потенциала предприятия в условиях развития цифровой экономики. Enterprise innovative potential assessing indicator elaboration in view of the digital economy development (p 16–24) Proceedings of the International Conference “Process Management and Scientific Developments” (Birmingham, United Kingdom, July 21, 2021). Part 2, DOI 10.34660/INF.2021.46.87.002.

УДК 330.46

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-84

*Жуковская Лидия Владиславна,*

вед. науч. сотр., д-р экон. наук, канд. физ.-мат. наук.

## **СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРАВОВОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ МАКРОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

Россия, Москва, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный экономико-математический институт Российской академии наук (ЦЭМИ РАН), zhukovskaylv@mail.ru

*Аннотация.* В работе рассматриваются проблемы сбалансированности экономической, правовой и социальной макросистем [1]. Цель исследования – получить ответ на вопрос «Позволяет ли существующая экономическая модель, ставка в которой делается на рынок, развивать науку, образование, культуру, здравоохранение систему социальной защиты и поддержки населения и пр., т.е. отрасли социальной сферы, в частности, социальную сферу в целом, и как эта модель соотносится с правовой доктриной о том, что Россия – это социальное государство, деятельность которого направлена на обеспечение благополучия его граждан?».

*Ключевые слова:* макросистема, стратегические решения, сбалансированность, равновесие по Бержу, Золотое правило нравственности, равновесие по Нэшу, экономическая доктрина.

*Lidiya V. Zhukovskaya,*

Doctor of Economics Sciences,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences

## **THE BALANCEDNESS OF ECONOMIC, LEGAL AND SOCIAL MACROSYSTEMS BASED ON MODELLING DECISION PROCESSES**

Russian, Moscow, Central Economics and Mathematics Institute Russian Academy of Sciences, zhukovskaylv@mail.ru

*Abstract.* Does the existing market-oriented economic model develop science, education, culture, health care, the population’s social security and support, and other social

branches, particularly the entire social sphere? How does this model correlate with the legal doctrine that Russia is a social state ensuring the well-being of its citizens? These questions have been answered by studying the interaction of the economic, legal, and social macrosystems [1].

**Keywords:** macrosystem, strategic decisions, balancedness, Berge equilibrium, the Golden Rule of ethics, Nash equilibrium, economic doctrine.

## **Введение**

Особенностью состояния современной общественной системы является использование при принятии стратегических решений «неолиберальной» экономической доктрины, которая с применением инструментов и механизмов национальной правовой системы, формирует правила построения и поведения экономической и социальной сфер в целом и взаимодействия их структурных элементов в частности. Для целей настоящей работы рассматривается сложная общественная формация, включающая в себя функциональное взаимодействие основных ее макроструктур – экономической, правовой и социальной, каждая из которых выполняет определенные функции и в процессе их взаимодействия придает новые системные качества. При взаимодействии макросистем возникает проблема несогласованности действий как управляемых, так и управляющих рассматриваемых систем, то есть, возникает проблема несбалансированности.

Разработка механизма реализации идеи сбалансированности рассматриваемых макросистем может заключаться в построении и обосновании равновесных моделей, использующих идеи социального государства, как основы взаимодействия и взаимовлияния макросистем, которые базируются на концепции равновесия по Бержу, раскрывающее смысл Золотого правила нравственности [2]: «Как Вы хотите, чтобы с Вами поступали люди, поступайте и Вы с ними», в отличие от равновесия по Нэшу – отношений, основанных на принципах эгоистичной рациональности в комплексной метаструктуре, состоящей из трех макросистем: экономической, правовой и социальной.

### **1. Анализ взаимодействия экономической, правовой и социальной макросистем**

На содержательном уровне модель взаимодействия трех рассматриваемых систем выглядит следующим образом [2,3,4]: особенностью экономики, как макросистемы может являться тот факт, что ее состояние и функционирование определяется, воздействием как объективных, так и субъективных факторов. Одним из инструментов этого воздействия является ее регулирование посредством национального законодательства, что проявляется в установлении определенного порядка экономических отношений, а также в различных экономических критериях и показате-

лях (налоговые ставки, сборы, тарифы, пошлины, цены на отдельные категории товаров и пр.). С другой стороны, право, как система фиксирует сложившиеся экономические отношения, определяется существующей экономической моделью и, соответственно, структурой национальной экономической системы. Экономические отношения в определенном смысле отражаются в правовых отношениях, наполняя их экономическим содержанием. При этом доходы, которые формируются в экономике, в том числе, с применением инструментов налогового, таможенного и пр. законодательств, перераспределяются в социальную сферу, представляющую собой отдельную национальную отрасль права. «Общим знаменателем», объединяющим три рассматриваемые системы, является население.

Необходимо отметить, что в экономической системе модель, ориентированная на рынок и получение максимальной прибыли, соответствует интересам субъектов хозяйственной деятельности, тогда как перенос существующей рыночной модели в структуру социальной сферы приводит к возникновению ряда интегральных проблем: проблемы несбалансированности в действиях трех рассматриваемых систем и разрушения отраслей социальной сферы вследствие изменения экономической и правовой национальных систем. Следствием указанного является нарастающая бедность населения во всех формах ее проявления: «зоны бедности», «бедность работающего населения», «устойчивая бедность».

## **2. Сбалансированность макросистем с использованием альтернативной экономической доктрины**

Переходя к формальному обоснованию механизма взаимодействия экономической, правовой и социальной макросистем можно сделать предположение о том, что все участники, экономических, правовых и социальных отношений «склоняются» к определённым равновесным ситуациям. Согласованность или сбалансированность интересов, возможностей и действий трех макросистем означает ситуацию равновесия.

Математическим отражением нелиберальной экономической доктрины является равновесие по Нэшу, его также называют «эгоистическим равновесием», потому, что каждая из управляющих систем в трех рассматриваемых системах действует в собственных интересах и сепаративно достигает своих целей, решая индивидуальные задачи, т.е. реализует свои стратегии для улучшения качества своего собственного функционирования.

Иными словами, ситуация равновесия заключается в том, что каждая из систем не может улучшить качество своего функционирования, изменив индивидуальную стратегию, если другие участники не меняют своих стратегий. Одним из свойств множества равновесий по Нэшу яв-

ляется внутренняя неустойчивость, что приводит к возникновению проблемы несбалансированности макросистем. Так, предположим, что, например, правовая система реализует собственную цель и стратегию, не ориентируясь при этом на функционирование остальных двух систем и тогда причиной общей системной несбалансированности может быть:

- в экономической системе: факт нарастания плотности права вокруг деятельности экономических субъектов приводит к зарегулированности их деятельности и, как следствие, негативно отражается на их доходах и, соответственно, на состоянии социальной сферы (т.к. доходы, которые формируются в экономике через инструменты и механизмы права, перераспределяются в социальную сферу);

- в социальной сфере: нарастание плотности права, становится одной из причин, почему, например, услуги здравоохранения требуемого качества, образования, культуры и спорта, и пр. становятся недоступными для большинства категорий населения.

Далее регулятор применяет, например, «правовую гильотину» с целью сбалансировать деятельность макросистем, а при построении формальной модели получается новое равновесное решение, и оно может не быть лучше предыдущего.

Для решения вышеуказанных проблем предлагается новый механизм реализации идеи сбалансированности экономической, социальной и правовой макросистем, который основывается на **концепции равновесия по Бержу и раскрывающий смысл Золотого правила нравственности** «Как Вы хотите, чтобы с Вами поступали, так поступайте и Вы», в позитивном его толковании [6]. Синтез методологии системного анализа и теоретико-игрового подхода раскрывает на содержательном уровне определение равновесия по Бержу [1,6], оно означает такую ситуацию, отклонение от которой противоречит основам философско-нравственного принципа Золотого правила, определяющего в поведение и взаимоотношения трех макросистем. Другими словами, на макроуровне, деятельность каждой из систем направлена на улучшение качества функционирования двух других, а отклонение от ситуации равновесия невозможно из-за философско-нравственных принципов. То есть, при указанном подходе, нравственность и человечность должны определять основу и культуру принятия стратегических решений и это необходимая предпосылка и конечная цель для развития, как управляющих, так и управляемых систем.

Использование новых равновесных по Бержу моделей [1-5] ориентировано на реализацию идеи социального государства, что, в свою очередь, может способствовать развитию науки, образования, системы социальной поддержки и защиты населения и пр., т.е. развитию отраслей

социальной сферы в долгосрочном периоде. При этом модель взаимодействия трех систем строится на основе философско-нравственного концепта и в качестве новой доктрины принятия стратегических решений предлагается Золотое правило нравственности.

Рассмотрим модель сбалансированности трех макросистем на основе концепции равновесия по Бержу. Фактор воздействия на экономику национальной правовой системы проявляется в установлении определенного порядка экономических отношений, а также в различных экономических критериях и показателях. Национальное право, как система, фиксирует сложившиеся экономические отношения, будет определяться новой нравственной экономической доктриной, ставка в которой делается на рост благополучия населения и определяется структурой национальной экономической макросистемы. Экономические отношения отражаются в правовых отношениях, наполняя их реальным экономическим содержанием. Доходы, которые формируются в экономике, перераспределяются в социальную сферу, сформированную с использованием нового социального законодательства. При этом в инфраструктуре социальной сферы исключаются процессы приватизации, равно как и цена на социальные продукты (товары и услуги) формируется не на основе рыночных законов, а с использованием философско-нравственного концепта. Доказательные конструкции приведены в [1].

### **Заключение**

Использование Золотого правила нравственности в качестве основы новой экономической доктрины позволит заменить принятую в России неолиберальную концепцию, направив процесс принятия стратегических решений в социальной сфере «на широкий спектр интересов большинства россиян и страны в целом, на уменьшение ставшего уже недопустимо высоким и социально опасным уровня дифференциации доходов различных групп населения, на снижение бедности и безработицы путем развития производственного потенциала и заметного увеличения оплаты труда наемных работников и, как следствие, уменьшение количества россиян с доходами ниже адекватного реальным условиям определяемого прожиточного минимума, на уменьшение фактически высокой платности образования, здравоохранения...» [7, с. 262]. В реальной общественной формации, состоящей из трех рассматриваемых макросистем, скорее всего, возможно использование гибридных подходов, например в экономической системе – эгоистического равновесия, а в социальной – нравственного.

### **Список литературы**

1. Жуковская Л.В. Сбалансированность социальной, экономической и правовой макросистем на основе моделирования процессов принятия решений: автореф. дис.

докт. экон. наук. – М., 2021, 47 с.

2. Жуковская Л.В. Регулирование сложных социально-экономических систем на разных уровнях иерархии в условиях неопределенности / Л. В. Жуковская // Труды ИСА РАН. — 2018. — Т. 68. — Вып. 4. — С. 17–25. — DOI: 10.14357/20790279180402.

3. Жуковская Л.В. Системный анализ и теоретико-игровой инструментарий взаимодействия экономической, правовой и социальной национальных макросистем / Л. В. Жуковская // Актуальные проблемы экономики и права. — 2019. — Т. 13. — № 3. — DOI: 10.21202/1993-047X.13.2019.3.1287-1300.

4. Жуковская Л.В. Социальный и формальный механизмы реализации идеи сбалансированности экономической, правовой и социальной макросистем / Л. В. Жуковская // Труды ИСА РАН. — 2019. — Т. 69. — Вып. 3. — С. 28–42. — DOI: 10.14357 / 20790279190303.

5. Жуковская Л.В. Экономико-математическое моделирование как инструмент перехода к новой экономической доктрине / Л. В. Жуковская // Вестник ЦЭМИ. — 2019. — Вып. 4. — DOI: 10.33276/S0000158-6-1.

6. Гусейнов А.А. Жуковский В.И., Кудрявцев К.Н. Математические основы Золотого правила нравственности: Теория нового альтруистического уравнивания конфликтов в противоположность «эгоистичному» равновесию по Нэшу. — М.: Лепан, 2016. — 280 с.

7. Лившиц В.Н. Бедность и неравенство денежных доходов населения в России и за рубежом: системный анализ некоторых важных фрагментов проблемы : монография. — М.: Институт экономики РАН, 2018. 292 с.

УДК 65

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-85

*Халиулин Равиль Афтахович*<sup>1</sup>,

аспирант;

*Кудрявцева Светлана Сергеевна*<sup>2</sup>,

профессор, д-р экон. наук, доцент

## **МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ИХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ**

<sup>1,2</sup> Россия, Казань, Казанский национальный исследовательский технологический университет, <sup>1</sup> e-mail rawil-mary@mail.ru,  
<sup>2</sup> e-mail sveta516@yandex.ru

**Аннотация.** В статье предложена методика и алгоритм классификации отраслей промышленности для оценки их инновационных процессов на основе показателей входа и выхода инновационной системы. На первом шаге исследования с использованием модуля Basic Statistic представлена дескриптивная статистика по моделируемым индикаторам. На втором шаге моделирования применен Data Mining – General Classification Tress – Standard C&RT, позволяющий классифицировать отрасли экономики по параметрам входа и выхода инновационной системы. Моделирование проведено на примере обрабатывающей промышленности.

Предложенный инструментарий может быть использован на предприятиях и в профильных министерствах и ведомствах при проведении бенчмаркинга и разработке стратегий и программ инновационного развития отраслей и субъектов хозяйствования.

**Ключевые слова:** отрасль промышленности, классификация, инновации, инновационный процесс, системный подход, затраты на инновации, регламенты, стандарты.

*Ravil A. Khaliulin*<sup>1</sup>,

Graduate student;

*Svetlana S. Kudryavtseva*<sup>2</sup>,

Professor, Doctor of Economics, Associate Professor

## TECHNIQUE FOR CLASSIFICATION OF INDUSTRY INDUSTRIES AS A METHOD FOR EVALUATING THEIR INNOVATIVE PROCESSES

<sup>1,2</sup> Russia, Kazan, Kazan National Research Technological University,

<sup>1</sup> e-mail rawil-mary@mail.ru.

<sup>2</sup> e-mail sveta516@yandex.ru

**Abstract.** The article proposes a methodology and an algorithm for the classification of industries to assess their innovation processes based on the input and output indicators of the innovation system. At the first stage of the study, using the Basic Statistic module, descriptive statistics on the simulated indicators are presented. At the second step of modeling, Data Mining - General Classification Tress - Standard C&RT was applied, which allows to classify sectors of the economy according to the parameters of input and output of the innovation system. Modeling is carried out on the example of the manufacturing industry. The proposed toolkit can be used at enterprises and in relevant ministries and departments when conducting benchmarking and developing strategies and programs for the innovative development of industries and business entities.

**Keywords:** industry, classification, innovation, innovation process, systems approach, costs of innovation, requirements, standards.

### **Введение**

Развитие индустрии 4.0 ставит в необходимость разработки новых методических решений по оценке производственных, технико-технологических и инновационных процессов на различных уровнях управления производственными системами. Подтверждение данного положения находим в таких направлениях исследований, влияние четвертой промышленной революции на экономическое развитие [2], оптимизация структур управления производством [3], инновационные технологии в развитии промышленности [8], интеллектуальное обеспечение экономического роста при достижении устойчивого развития промышленности [5], ресурсоэффективность и ресурсосбережение в производст-



ве [1], открытые инновации в промышленных компаниях [6], конкурентоспособность промышленных предприятий в индустрии 4.0 [4] и другие.

В этой связи разработка методики классификации отраслей промышленности как способа оценки их инновационных процессов видится как актуальная и востребованная для субъектов хозяйствования и органов государственной власти, ответственных за реализация промышленной, научно-технической и инновационной политики.

## **1. Постановка задачи**

### **1.1. Описание предметной области**

Анализ инновационных процессов секторов экономики и отдельных промышленных предприятий можно проводить, опираясь на информационную базу по статистике инноваций, которая отвечает требованиям российских и международных стандартов сбора и мониторинга статистической информации. В целях нашего исследования предлагается оценивать инновационные процессы с позиции системного подхода, и использовать показатели входа и выхода для инновационной системы промышленных предприятий. В качестве показателей входа могут быть применены индикаторы затрат на инновационную деятельность – доля затрат на инновации в стоимостной величине отгруженной инновационной продукции ( $X_1$ ), доля инвестиционных вложений на развитие производства в общей величине инвестиций ( $X_2$ ); показателей выхода - степень влияния результатов инновационной деятельности на соответствие требованиям регламентов и стандартов в промышленности ( $X_3$ ): категориальная переменная – высокая, средняя, слабая; доля инновационных товаров в величине отгруженной промышленной продукции ( $X_4$ ) (рис. 1).



Рис. 1. Системный подход к анализу инновационной деятельности промышленности [предложено авторами]

### **1.2. Определение проблемы**

Промышленные предприятия и отраслевые органы государственной власти при разработке стратегий и программ инновационной и производственной деятельности остро испытывают потребность в системных методиках классификации секторов экономики и промышленных предприятий по затратам и результатам инновационных процессов для их

обобщения, бенчмаркинга и созданию действенных механизмов по управлению инновационной системой промышленности. В этой связи предлагается представить классификационный алгоритм для отраслей экономики, позволяющий проводить их сопоставительную оценку и который может быть использован как прогностический инструмент для оценки инновационной деятельности.

## 2. Моделирование системы

### 2.1. Обоснование выбора языка моделирования

В качестве инструмента для моделирования предложено использовать аналитический пакет Statistica. На первом шаге исследования с использованием модуля Basic Statistic представлена дескриптивная статистика по моделируемым индикаторам. На втором шаге моделирования применен Data Mining – General Classification Tress – Standard C&RT, позволяющий классифицировать отрасли экономики по параметрам входа и выхода инновационной системы. Моделирование проведено на примере обрабатывающей промышленности. Для построения моделей использовалась статистическая база по инновациям, опубликованная на сайте Росстата [7].

### 2.2. Построение модели

Результаты Basic Statistic сведены в таблицу 1. Данные таблицы 1 позволяют заметить, что отраслях с высокой степенью влияния результатов инновационной деятельности на соответствие требованиям регламентов и стандартов в промышленности отмечается высокое значение параметров входа и выхода инновационной системы промышленности.

*Таблица 1*

**Дескриптивная статистика параметров входа и выхода модели инновационной системы промышленности, % [рассчитано авторами]**

Показатель (среднее значение)	Влияния результатов инновационной деятельности на соответствие требованиям регламентов и стандартов в промышленности		
	высокое	среднее	слабое
доля затрат на инновации в стоимостной величине отгруженной инновационной продукции (X1)	2,9	1,6	1,1
доля инвестиционных вложений на развитие производства в общей величине инвестиций (X2)	16,9	16,8	12,5
доля инновационных товаров в величине отгруженной промышленной продукции (X4)	11,1	6,7	4,4

По результатам использования методики General Classification Tress – Standard C&RT был получен следующий алгоритм классификации от-

раслей промышленности в зависимости от параметров входа и выхода инновационной системы (рис. 2).

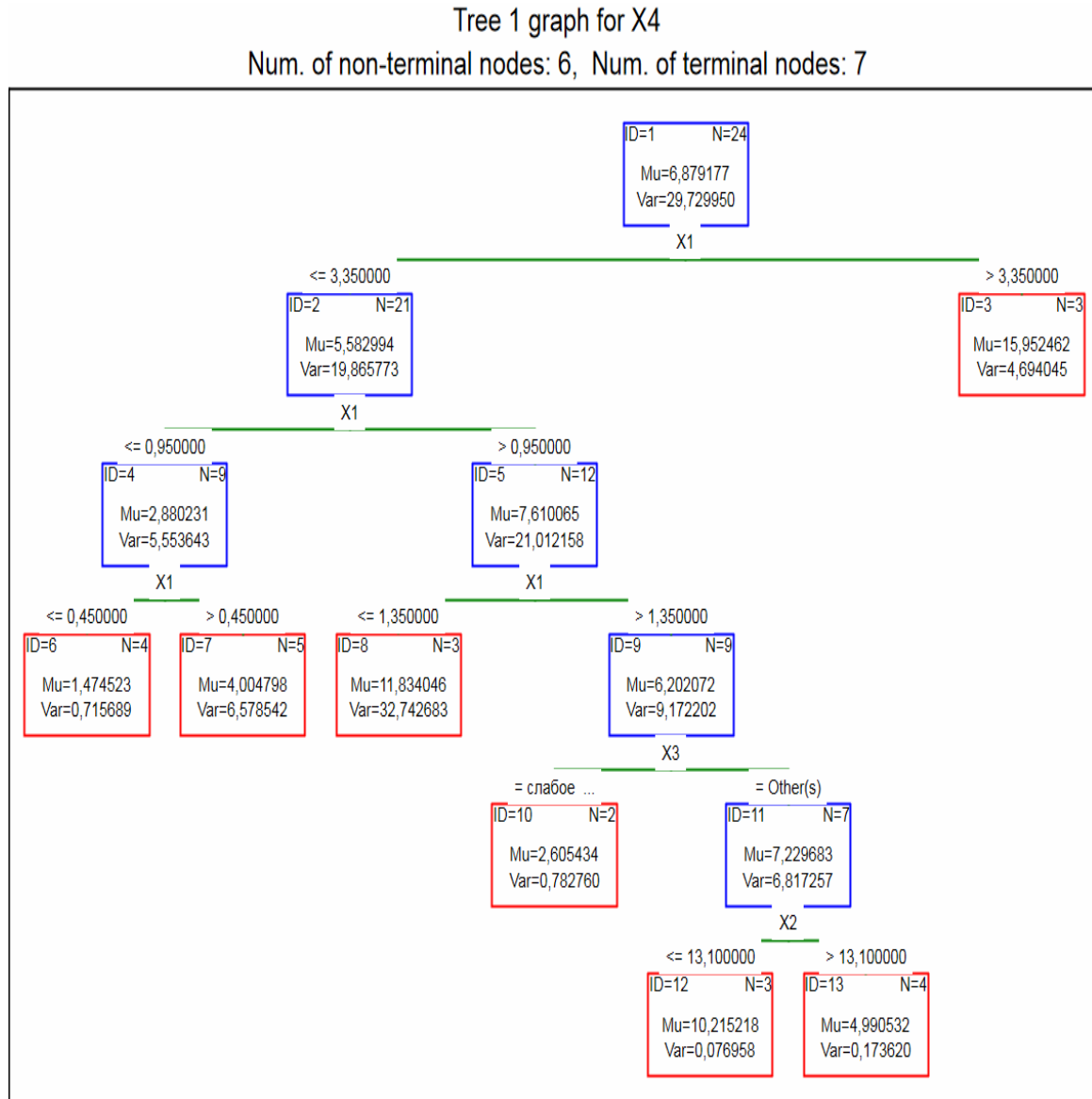


Рис. 2. Алгоритм классификации отраслей промышленности в зависимости от параметров входа и выхода инновационной системы [рассчитано авторами]

В основе построения классификации находится показатель входа инновационной системы – доля затрат на инновации в стоимостной величине отгруженной инновационной продукции: если его значение менее, чем 3,5%, то отрасль относится ко второй ветви классификации, в противном случае – к третьей. Из 24 отраслей обрабатывающей промышленности 21 была отнесена ко второй ветви классификации, и только три отрасли – к третьей, что позволяет говорить о низком уровне вложений в инновационную деятельность.

Вторая ветвь алгоритма классификации далее делится на основе доли затрат на инновации в стоимостной величине отгруженной инновационной продукции и в последующих ветвях классификации на основе показателей степени влияния результатов инновационной деятельности на соответствие требованиям регламентов и стандартов в промышленности и доли инвестиционных вложений на развитие производства в общей величине инвестиций (X2).

В таблице 2 представлены исходные и предсказанные значения для доли отгруженной инновационной продукции по отраслям обрабатывающей промышленности, полученные на основе алгоритма классификации, а также их отнесение к терминальным вершинам дерева классификации. Как можно видеть по данным таблицы 2, наибольшее отклонение между фактическими и расчетными значениями отмечается для производства пищевых продуктов, пластмассовых изделий и автотранспортных средств. По остальным отраслям обрабатывающей промышленности отклонения были незначительными, что позволяет сделать вывод о возможности применения разработанного алгоритма классификации в практических целях.

Таблица 2

**Прогнозное и предсказанное значение для доли отгруженной инновационной продукции по отраслям обрабатывающей промышленности, %  
[рассчитано авторами]**

Отрасль обрабатывающей промышленности	Исходное значение для X4	Предсказанное значение для X4	Вершина в алгоритме классификации
производство пищевых продуктов	5,7	11,8	8
производство напитков	2,4	1,5	6
производство табачных изделий	0,6	4,0	7
производство текстильных изделий	3,5	2,6	10
производство одежды	0,3	1,5	6
производство кожи и изделий из кожи	2,1	1,5	6
обработка древесины	1,7	2,6	10
производство	4,3	5,0	13
полиграфическая деятельность	8,1	4,0	7
производство нефтепродуктов	5,1	5,0	13
производство химических веществ	5,5	5,0	13
производство лекарственных средств	9,9	10,2	12
производство резиновых и пластмассовых изделий	10,3	11,8	8

Продолжение табл. 2.

Отрасль обрабатывающей промышленности	Исходное значение для X4	Предсказанное значение для X4	Вершина в алгоритме классификации
производство прочей неметаллической минеральной продукции	4,0	4,0	7
производство металлургическое	5,0	5,0	13
производство готовых металлических изделий	13,0	16,0	3
производство компьютеров	16,6	16,0	3
производство электрического оборудования	10,1	10,2	12
производство машин и оборудования	10,6	10,2	12
производство автотранспортных средств	19,5	11,8	8
производство прочих транспортных средств и оборудования	18,2	16,0	3
производство мебели	1,1	1,5	6
производство прочих готовых изделий	2,2	4,0	7
ремонт и монтаж машин и оборудования	5,1	4,0	7

### Заключение

В настоящей статье на основе дерева классификации были разработана методика и алгоритм классификации отраслей промышленности для оценки их инновационных процессов на основе показателей входа и выхода инновационной системы. Предложенный инструментарий может быть использован на предприятиях и в профильных министерствах и ведомствах при проведении бенчмаркинга и разработке стратегий и программ инновационного развития отраслей и субъектов хозяйствования.

### Список литературы

1. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Shinkevich M.V., Salimianova I.G., Ishmuradova I.I. Improving the efficiency of production process organization in the resource saving system of petrochemical enterprises // International Journal of Energy Economics and Policy. – 2019. – Т. 9. – № 4. – С. 233-239.
2. Айвазова М.А. Индустрия 4.0: влияние на экономическое развитие // Вестник науки. – 2021. – Т. 3. – № 1 (34). – С. 61-63.
3. Барсегян Н.В., Шинкевич А.И. Оптимизация организационной структуры управления предприятием с применением теории массового обслуживания // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 9. – С. 9-15.
4. Гётц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики // Форсайт. – 2020. – Т. 14. – № 4. – С. 61-78.
5. Кудрявцева С.С. Трансформация интеллектуальных ресурсов в капитал при формировании нового качества экономического роста: диссертация на соискание

ученой степени кандидата экономических наук / Самарский государственный экономический университет. – Казань, 2010. – 172 с.

6. Плещенко В.И. Роль и место процесса закупок в функционировании модели открытых инноваций промышленной компании // Экономика в промышленности. – 2018. – Т. 11. – № 4. – С. 387-393.

7. Росстат [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>.

8. Сергеев А.А. Влияние инновационных технологий на развитие промышленности // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2020. – Т. 2. – № 5 (101). – С. 31-36.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-86

*Толочко Иван Андреевич,*  
Аспирант 3 года обучения,  
Заместитель генерального директора –  
финансовый директор АО ПКБ «РИО»

## **СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, [toloch1989@mail.ru](mailto:toloch1989@mail.ru)

*Аннотация.* В статье определены основные классы цифровых систем, формирующих цифровую экосистему предприятия, лежащие в основе цифровой трансформации предприятий оборонно-промышленного комплекса (далее ОПК), рассмотрены основные тенденции в развитии технологий в области цифровой трансформации, а также существующие подходы к оценке цифровой зрелости, выделены ключевые принципы построения модели оценки цифровой зрелости.

*Ключевые слова:* системный анализ, цифровизация, цифровая трансформация, промышленное предприятие, управление, цифровая зрелость, когнитивные технологии, промышленность.

*Ivan A. Tolochko ,*  
Graduate student,  
Deputy General Director-Financial Director of JSC PKB "RIO"

## **SYSTEMATIZATION OF APPROACHES TO ASSESSING THE DIGITAL VISIBILITY OF ENTERPRISES**

Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University of Economics,  
[toloch1989@mail.ru](mailto:toloch1989@mail.ru)

*Abstract.* The article defines the main classes of digital systems that form the digital ecosystem of the enterprise, underlying the digital transformation of enterprises of the

military-industrial complex (hereinafter referred to as the defense industry), considers the main trends in the development of technologies in the field of digital transformation, as well as existing approaches to assessing digital maturity, highlights the key principles of building a model for assessing digital maturity.

**Keywords:** system analysis, digitalization, digital transformation, industrial enterprise, management, digital maturity, cognitive technologies, industry.

## **Введение**

Актуальность такой проблемы как оценка цифровой зрелости предприятий обусловлена активным процессом цифровой трансформации как отдельных предприятий, так и отрасли в целом. Сквозной характер применяемых информационно-коммуникационных технологий требует системного подхода в построении модели оценки цифровой зрелости.

## **2. Оценка цифровой зрелости предприятия**

При формировании оценки цифровой зрелости предприятий автором предлагается использовать следующие технологические тренды, выделенные компанией Gartner [1]:

- 1) Технологии, повышающие адаптацию предприятия к изменениям во внешней среде;
- 2) Технологии, направленные на повышение мобильности сотрудников;
- 3) технологии, направленные на повышение кибербезопасности;
- 4) технологи, направленные на совместное накопление и использование опыта в кооперации предприятий участников вертикальной интеграции;
- 5) технологии в области искусственного интеллекта.

Масштабность применяемых цифровых технологий в промышленности требует выделения тех типов интеллектуальных систем, которые формируют ядро цифровой зрелости предприятия.

К таким системам следует относить системы класса ERP (Enterprise Resource Planning), CAD (Computer-aided design), PDM (Product Data Management), ECM (Enterprise content management), BI (Business intelligence), DSS (Decision support system).

Важными в области исследования проблемы оценки цифровой зрелости следует считать работу Т.А. Гилевы [2], методику, предложенную Центром перспективных управленческих решений (ЦПУР) [3], а также матрицу оценки, предложенную Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [4].

Рассмотренные подходы основаны на следующих ключевых принципах формирования модели оценки цифровой зрелости:

- 1) определение границ оценки в части выявления основных направлений цифровой трансформации, учитывающих отраслевые особенности;
- 2) формирование исчерпывающего перечня критериев оценки каждого из направлений цифровой трансформации;
- 3) разработка системы интерпретации результатов оценки.

В качестве наиболее распространенных направлений оценки в различных моделях цифровой зрелости следует выделить такие как: стратегия, операционные процессы, сложившаяся цифровая культура, применяемые цифровые технологии.

### **3. Роль цифровой трансформации и адаптивного управления в оценке цифровой зрелости предприятия**

Повышение рискозащищенности и эффективности управления в ходе проводимой цифровой трансформации отраслей промышленности возможно за счет интеграции механизма адаптивного управления с цифровыми технологиями. Механизм адаптивного управления, предлагаемый Б.Л. Кукором [5], рассматривается автором, с позиций кибернетического подхода (наличие объекта, субъекта и их взаимодействия, атрибутивного и реляционного концептов для анализа отношений в системе), и направлен на решение задач адаптивного управления в том числе для подготовки должного уровня цифровой зрелости. Целью цифровой трансформации социальной экономической системы (СЭС) является повышение ее эффективности за счет внедрения современных цифровых технологий, а ее реализация требует формирования обобщенной модели предметной области.

Рассматривая интеграционные возможности механизма адаптивного управления и современных цифровых технологий, следует отметить важность сквозного характера таких решений в управлении социальной экономической системы (СЭС), включая предприятия, а также необходимость исследования взаимодействия системы субъекта, объекта управления и их цифровых двойников как неотъемлемого элемента сквозных технологий управления для повышения уровня цифровой зрелости предприятия.

Под сквозными технологиями управления автор понимает совокупность современных инструментов и методов управления направленных на усиление адаптационных способностей СЭС на всех уровнях управления к изменяющимся характеристикам структуры внутренней среды и условиям внешней среды СЭС.

Интеграция в проектировании систем является ключевой концепцией системного анализа применительно к предприятиям. Она позволяет



достичь компромисса между функциональными требованиями системы с ее непосредственно связанными подсистемами. Возможность интеграции подразумевает совместимость проектируемых подсистем. Системный анализ позволяет определить, вносит ли каждая подсистема необходимый вклад для удовлетворения общесистемных (общепроизводственных) требований.

Зависимость подсистем более высокого порядка от подсистем более низкого порядка в части вводных данных соответствует приведенному С. Оптнером описанию системы вооружения. Подсистемы низшего порядка, в свою очередь, зависят от еще более простых, более фундаментальных подсистем в части предоставления вводных данных. Объект и субъект управления рассматриваемые в виде систем представляет собой совокупность тесно (или слабо) связанных подсистем. Указанные подсистемы представляют собой системы с «черным ящиком», преобразователем в которых выступает человек или интеллектуальная система в сочетании с машинами. Размер предприятия, его производительность, а также другие факторы будут определять точное соотношение лиц, принимающих решение, ширины и глубины охвата процессов интеллектуальной системой и машин. Зависимость от человека и интеллектуальных систем, позволяет отнести производственное предприятие системам неструктурированного типа.

#### **4. Прикладные аспекты применения теории ситуационного и адаптивного управления**

Разрабатывая теорию ситуационного управления Д.А. Пospelova для экономических систем, Кукор Б.Л. представляет целый ряд работ по теории адаптивного управления и в своей статье выделяет 3 класса проблемных ситуаций на предприятии [5]. 1 класс в объекте управления - отклонение реального режима действия системы от намеченного. Выход - стратегическое планирование разрешения проблемы. 2 класс - как правило, вызваны конфликтными ситуациями в субъект-объектных взаимодействиях, разногласия между партнерами о целях и интересах. Выход - стратегическая координация для разрешения ситуации. 3 класс - недочеты в коммуникациях и в подчинении управляющей структуры предприятия. Выход - стратегическая организация для разрешения возникшей угрозы. Кроме того, теория адаптивного управления связывает понятие проблемная ситуация с нарушением гомеокинетического равновесия и указывает на возможные угрозы причины его возникновения. Тогда риск – это наиболее близкая и вероятная угроза возникновения проблемных ситуаций.

Основной состав концептуального каркаса теории адаптивного управления Б.Л. Кукора следующий [5]: модель объекта и субъекта; де-

рево целей объекта и субъекта, их альтернативные сетевые графики и дискретно-ситуационная сеть и т.д. Разработка и актуализация матрицы рисков и угроз, ранжирование рисков. Разработка системы показателей (включая финансовые и экономические) и норм в рамках фреймов для последующего включения в бюджет/финансовый план. Подготовка сценариев управленческих воздействий по реализации стратегии функционирования. Далее представим отдельные элементы концептуального каркаса и для того, чтобы структурировать элементы сложной экономической системы на предприятии, которые находятся в разных звеньях управления и определить их взаимосвязи с помощью четырех главных функций управления (планирование, организация, координация, контроль) важно применять ЛЛМ в виде модели объекта предприятия и дискретно-ситуационной сети (ДДС) по проблемным ситуациям (ПС) [5]. Предприятие АО ПКБ «Связь», которое будет анализироваться в исследовании, входит в состав холдинга, относящегося к промышленному сектору, поэтому, будет целесообразным рассмотреть возможные рискозащищенные технологии, применяемые на предприятиях приборостроения. При помощи ситуационного подхода и ЛЛМ, а также рискозащищенного подхода к управлению предприятием, сформируем модель СЭС с участием рассматриваемого объекта АО ПКБ «Связь» и отразим на рисунке 1.

Семантическая модель социально-экономической системы (СЭС) - это представление о структуре системы управления, ее составе и связях между системой управления и предприятиями для анализа взаимодействия, измерения интенсивности потоков (информационных, финансовых, материальных и др.) и служит для установления границ для распознавания риска, между элементарными объектами, ресурсными комплексами, внешней средой.

Диагностика и анализ взаимосвязей элементарных объектов в модели объекта управления позволяют сформировать систему потребностей и возможностей, и, описав их соответствующими показателями, определить расхождение между желаемыми и действительными значениями этих показателей (разность между потребностями и возможностями), т.е. установить «дефициты и потенциалы», имеющиеся в системе. Сопоставляя в динамике уровень указанных в таблице потребностей и возможностей можно диагностировать причины нарушения гомеокINETического равновесия в сложной экономической системе предприятия. Эти параметры, в результате совокупного действия, гарантируют реализацию потенциала предприятия, а соответствие возможностей потребностям позволяет сократить уровень возможного появления рисков и угроз.

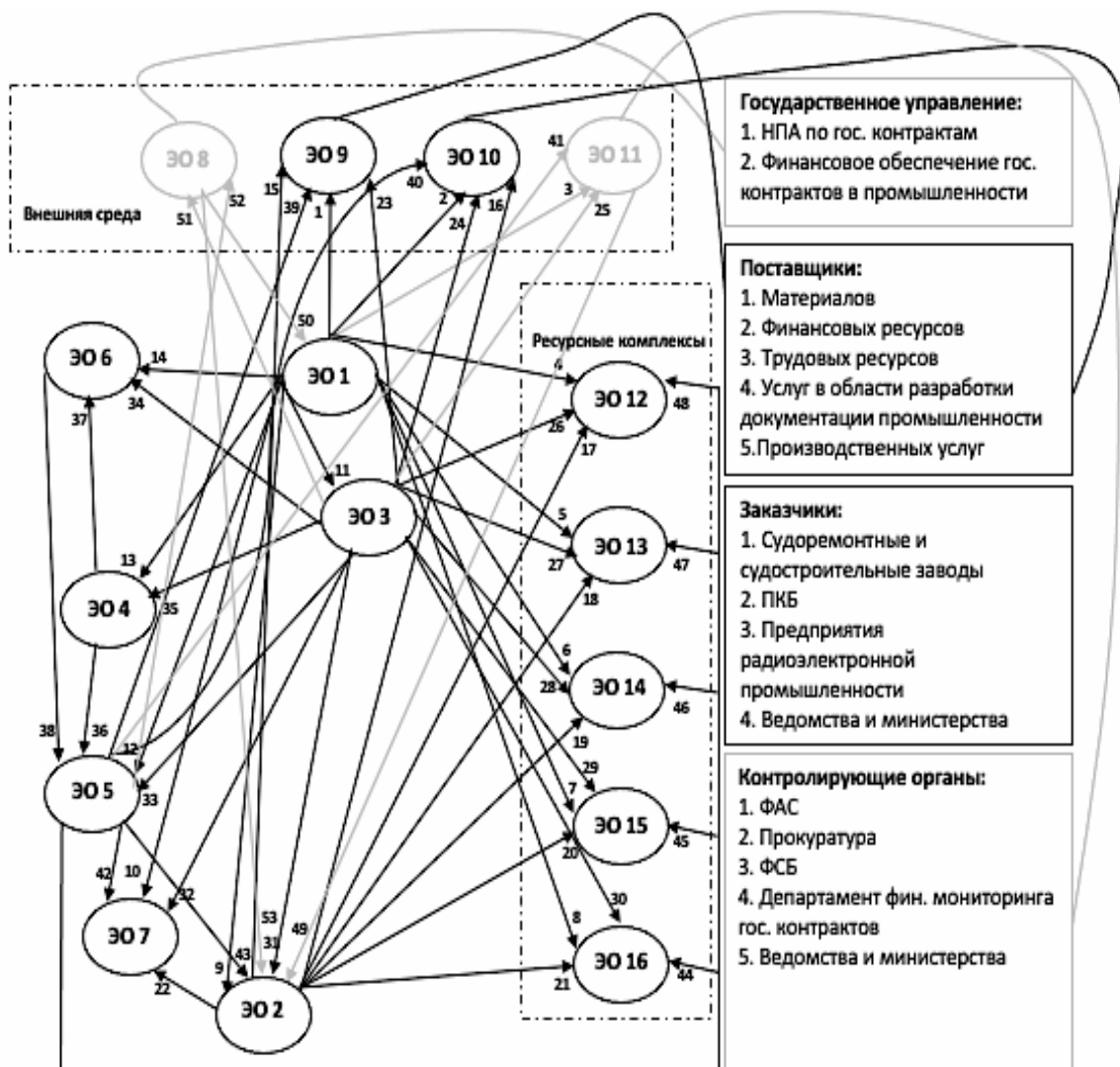


Рис. 1. Семантическая модель СЭС и анализ причинно-следственных связей.  
 Обозначения: ЭО 1 – модель субъекта, ЭО 2 – модель объекта, ЭО 3 – дерево целей объекта, ЭО 4 – дерево целей субъекта, ЭО 5 – альтернативно-сетевой график объекта, ЭО 6 – альтернативно-сетевой график субъекта, ЭО 7 – дискретно-ситуационная сеть, ЭО 8 – государственное регулирование, ЭО 9 – поставщики, ЭО 10 – заказчики, ЭО 11 – контролирующие органы, ЭО 12 – финансы, ЭО 13 – основные фонды предприятия, ЭО 14 – материалы, ЭО 15 – продукция, ЭО 16 – нематериальные активы; НПА – нормативно-правовые акты, гос. – государственный, ФАС – федеральная антимонопольная служба, ФСБ – федеральная служба безопасности, фин. – финансовый.  
 Источник: составлено автором

При их несовпадении на предприятии АО ПКБ «Связь» могут возникнуть ПС, риски и угрозы, следовательно, необходимо рассмотреть и сформировать их по трем классам. Классы ПС следует рассматривать во взаимосвязи, так как ПС 1 класса могут возникать на основании внешнего влияния системы, так и на основании наличия в системе ПС 1 класса и ПС 2 класса. Совокупность перечисленных ПС и взаимосвязь между ни-

ми формирует ЛЛМ, ее можно представить в дальнейшем как фрагмент дискретно-ситуационной сети (ДДС).

Теперь следует дать характеристику каждой ПС в соответствии с вытекающими из нее рисками и угрозами.

ПС 1. «Наличие законодательных ограничений в части привлечения заемных средств»: риск (1) - отсутствие достаточной суммы финансовых ресурсов для финансирования заказов.

ПС 2. «Неразработанность или же отсутствие плана финансового обеспечения закупок и развития производства»: риски (2) недочеты в планировании и прогнозировании условий финансирования для заказов; (3) просчеты в смете финансирования закупок; (4) недостаток финансовых ресурсов для реализации закупок по заказам.

ПС 3. «Диспропорция финансирования заказов основными заказчиками (неритмичность цикла финансирования)»: риски (5) - уклонение от договорных сроков и своевременной оплаты работ соисполнителей в указанные контрактом сроки; (6) уклонение от договорных сроков и своевременной оплаты поставщикам в указанные договором сроки; (7) несоблюдение сроков предоставленных авансов работ соисполнителей; (8) юридические и финансовые штрафы из-за нарушений сроков и условий по контракту.

ПС 4. «Отсутствие развития программы достижения стратегических целей»: риски (9) наличие просчетов в долгосрочном финансовом планировании.

ПС 5. «Высокий уровень зависимости от долгосрочных проектов по государственным оборонным заказам»: (10) наличие риска отсутствия заказов и простоя; (11) риск завершения деятельности организации из-за влияния внешних факторов (например - изменения в сфере политики государства в части государственных оборонных заказов).

ПС 6. «Отсутствие развитой системы управления риском и системы поддержки принятия управленческих решений в части рисков»: (12) потери и увеличение дополнительных расходов из-за ликвидаций последствий риска; (13) риск принятия неверного решения при ПС.

ПС 7. «Отсутствие автоматизированной системы контроля за внутренними процессами»: риски (14) неэффективное использование финансовых ресурсов; (15) срыв обязательств по контракту; (16) большое количество бумажной работы; (17) увеличения времени (запаздывания) принятия решения со стороны ЛПР.

ПС 8. «Недостаток единой стратегии реагирования на образование ПС, рисков угроз»: (18) недостаток финансовых ресурсов в случае непредвиденных обстоятельств; (19) риск принятия неверного решения при отдельных ПС; (20) нарастание количества всевозможных угроз из-за отсутствия системы быстрого реагирования.

ПС 9. «Нарушение сроков оплаты заказов по контракту»: (21) финансовые и юридические пени и штрафы в соответствии с контрактом; (22) отсутствие финансовых ресурсов для погашения долга в отношении соисполнителей и поставщиков;

ПС 10. «Завышение уровня цен по контракту во стороны соисполнителей»: (23) возникновение сложностей при переводе приближенных цен в окончательные; (24) потери из-за необоснованных расходов.

ПС 11. «Несогласие заказчика брать на себя ответственность по затратам на перевод цен по договору из приближенных в окончательные»: (25) увеличение сроков подписания актов, выходящие за рамки обозначенного регламента; (26) замедление процесса перевода цен из приближенных в окончательные.

ПС 12. «Отказ соисполнителей выполнять заказ согласно принятым нормативам»: (27) убыток в связи с увеличением цен контрактов и необоснованных расходов.

ПС 13. «Задержка автоматизации процессов по части управления и распознавания рисков»: (28) отсутствие контроля и координации управляющих воздействия на образовавшуюся угрозу; (29) нехватка прозрачности информации о наличии рисков и угроз внутри организации; (30) большие непредвиденные расходы из-за затянувшейся реакции на идентификацию риска.

ПС 14. «Нехватка автоматизированного контроля системы управления предприятием и документооборота»: (31) потеря некоторой документации; (32) увеличение количества времени на все проводимые предприятием работы.

ПС 15. «Отсутствие необходимого уровня защиты базы данных предприятия»: (33) утечка внутренних баз данных; (34) риск возникновения киберугроз и кибератак; (35) утечка секретной конфиденциальной информации.

Таким образом, следует оценить и проанализировать взаимосвязи и взаимозависимости между ПС при помощи матрицы на рисунке 10, которая характеризует их уровень связи по рангу от 0 до 5 (0- маленькая связь, 5 - сильная связь) — это необходимо для последующего формирования фрагмента ДДС.

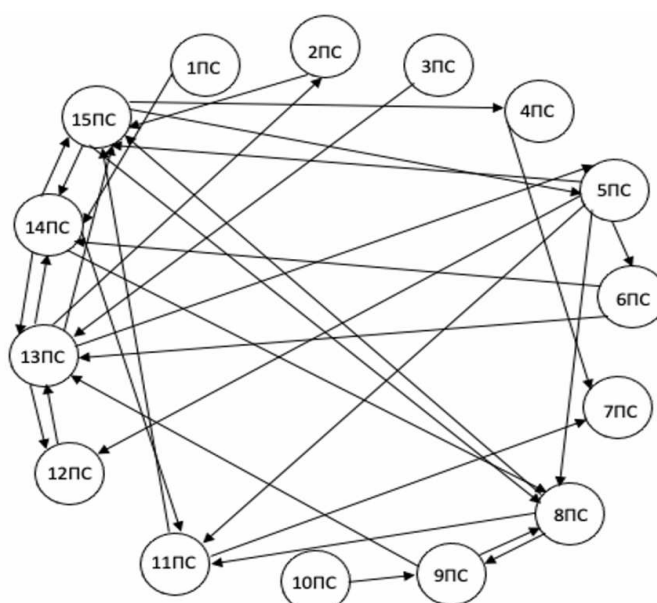
Из представленной таблицы 2 видно, что наиболее значимыми по весу ПС являются проблемы, входящие в 3 класс: (ПС 13) задержка автоматизации распознавания рисков; (ПС14) нехватка автоматизированного контроля системы управления предприятием; (ПС15) отсутствие необходимой защиты базы данных предприятия. На основе проведенного анализа составим фрагмент ДСС на рисунке 2, которая показывает взаимосвязи и взаимозависимости имеющие силу равную 5.

Таблица 2.

Матрица взаимосвязей и взаимозависимостей между ПС у АО ПКБ «Связь»

№	1ПС	2ПС	3ПС	4ПС	5ПС	...	13П С	14П С	15П С	Сумма причин
1ПС	X	1	2	1	2	...	4	4	2	29
2ПС	1	X	2	3	3	...	5	4	4	33
3ПС	1	2	X	4	3	...	3	4	5	37
4ПС	3	1	2	X	4	...	3	4	2	32
5ПС	2	2	3	4	X	...	5	2	5	40
6ПС	2	1	3	3	5	...	4	4	3	37
7ПС	1	4	3	5	2	...	4	3	4	44
8ПС	1	2	4	4	5	...	2	5	5	44
9ПС	3	2	3	4	2	...	4	3	4	45
10П С	4	2	3	4	1	...	4	3	2	37
11П С	2	3	4	1	5	...	4	5	4	47
12П С	2	3	3	4	5	...	5	4	3	44
13П С	4	4	5	3	2	...	X	5	3	53
14П С	5	4	4	3	4	...	5	X	5	55
15П С	4	5	3	4	5	...	5	5	X	52
	35	36	44	47	48	...	57	55	51	это

Источник: составлено автором



ПС – проблемная ситуация

Рис. 2. Фрагмент ДДС по ПС у АО ПКБ «Связь». Название проблемных ситуаций из предыдущей таблицы 2. Источник: составлено авторами

Рискозащищенность предприятия, с точки зрения экономики, должна поддерживаться в равновесии всеми звеньями и подструктурами

управления с помощью установления функций целеполагания во взаимодействии всех решающих центрах и на всех звеньях управления на основе фреймового представления знаний о проблемных ситуациях. Таким образом, сам процесс целеполагания неразрывно связывается с предприятием приборостроения и имеет логико-лингвистическую модель дискретно-ситуационной сети проблемных ситуаций и их решений, отражающую семь этапов: постановка цели - целевые нормативы - функции управления ситуационного подхода - перераспределение ресурсов - ответственность - логический вывод – контроль [19].

### **Результаты и выводы**

Таким образом, экономическая безопасность системы управления предприятием зависит от уровня рискозащищенности системы стратегического планирования предприятия. Исследование модели объекта управления на основе рискозащищенных технологий и анализа потоков в модели для предприятия дает возможность предложить методологию и различные управленческие механизмы принятия решений по управлению рисками с помощью внедрения когнитивных методов обработки информации (логико-лингвистическое моделирование), данные методы позволяют проводить оценку и антиципацию возникновения проблемных ситуаций.

Таким образом научным результатом является представленная методология распознавания рисков в процессе управления предприятием на основе логико-лингвистического моделирования в рамках ситуационного подхода (рискозащищенная технология управления). На основе применения рискозащищенных технологий управления построена модель объекта, в ее рамках сформированы элементарные объекты, проанализированы потоки между ними. С точки зрения теории систем, в данном подходе учитываются изменчивость свойств самих элементарных объектов и их характеристик, а также изменчивость взаимосвязей и взаимозависимостей с учетом воздействия внешней и внутренней среды. Практическим результатом является апробация предложенной модели для предприятия АО ПКБ «Связь», в результате его были выявлены превалирующие риски и угрозы. Следует отметить, что процесс цифровой трансформации неразрывно связан с уровнем цифровой зрелости предприятия, который предполагает достижение необходимой формализации бизнес-процессов, достаточной квалификации работников и наличия, соответствующего методического, информационного, аналитического и организационного обеспечения указанного процесса.

За основу, при построении модели цифровой зрелости предприятия, автором предлагается использовать методику ЦПУР с включением в направления оценки информационных систем, формирующих ядро цифровой зрелости предприятия, и мероприятий направленных на применение основных технологических трендов.

### Список литературы

1. Peter H. Gartner's Top Nine Strategic Tech Trends For 2021 // Forbes. 2020. URL: <https://www.forbes.com/sites/peterhigh/2020/10/26/gartners-top-nine-strategic-tech-trends-for-2021/?sh=2b6f720021f6> (дата обращения: 10.07.2021).
2. Гилева Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика., № 1 (27), 2019. С. 38-52.
3. Методология оценки цифровой зрелости организации [Электронный ресурс] // Центр перспективных управленческих решений: [сайт]. [2020]. URL: <https://cpur.ru/wp-content/uploads/2020/10/Metodologiya-oczenki-czifrovoj-zrelosti-organizaczii.pdf> (дата обращения: 01.07.2021).
4. Матрица оценки «цифровой» зрелости государственных и муниципальных услуг [Электронный ресурс] // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации: [сайт]. URL: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/matritsa-otsenki-tsifrovoj-zrelosti.pdf> (дата обращения: 01.07.2021).
5. Кукор Б.Л., Клименков Г.В. Адаптивное управление промышленным комплексом региона: теория, методология, практика. Екатеринбург - С.Петербург: ФГБУН Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, 2017. - 306 с.

УДК 004.853

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-87

*Калугян Каринэ Хачересовна*<sup>1</sup>,

доцент, канд. экон. наук, доцент;

*Владимиров Александр Андреевич*<sup>2</sup>,  
инженер-программист 4-й категории;

*Рындин Денис Николаевич*<sup>2</sup>,  
инженер-программист 4-й категории;

*Мазур Карина Алексеевна*<sup>1</sup>,

магистрант

## РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ НЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

<sup>1</sup>Россия, г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», [kalugyan@yandex.ru](mailto:kalugyan@yandex.ru),  
[karrileks@gmail.com](mailto:karrileks@gmail.com)

<sup>2</sup>Россия, г. Ростов-на-Дону, ФГАНУ НИИ «Спецвузавтоматика»,  
[garvild-1996@mail.ru](mailto:garvild-1996@mail.ru), [ryndin.denis@mail.ru](mailto:ryndin.denis@mail.ru)

**Аннотация.** Целью работы является поиск, анализ и разработка способов сбора и обработки (верификации и обогащения) информации о деятельности социально-ориентированных некоммерческих организаций по всей России из частично формализованных открытых источников данных, доступных в сети Интернет и



предоставляемых официальными государственными и некоммерческими организациями с последующей разработкой веб-портала «Цифровая платформа содействия развитию социально-ориентированных некоммерческих организаций «Атлас НКО»», обеспечивающего свободный пользовательский доступ к накопленной информации.

**Ключевые слова:** некоммерческие организации, цифровая платформа, сбор информации, исследование данных, оценка данных, верификация данных, учёт деятельности.

***Karine Kh. Kalugyan***<sup>1</sup>,

Associate Professor, PhD in Economics, Associate Professor;

***Alexandr A. Vladimirov***<sup>2</sup>,

software engineer of the 4th category;

***Denis N. Ryndin***<sup>2</sup>,

software engineer of the 4th category;

***Karina A. Mazur***<sup>1</sup>,

Master Student

## **DESIGNING OF A DIGITAL PLATFORM FOR PROMOTING THE DEVELOPMENT OF SOCIALLY-ORIENTED NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS**

<sup>1</sup>Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics (RSUE),  
kalugyan@yandex.ru, karrileks@gmail.com

<sup>2</sup> Russia, Rostov-on-Don, Research Institute «Specvuzavtomatika»,  
garvild-1996@mail.ru, ryndin.denis@mail.ru

**Abstract.** The purpose of the work is to search, analyze and develop ways to collect and process (verify and enrich) information about the activities of socially oriented non-governmental organizations of Russia from partially formalized open data sources available on the Internet and provided by official state and non-governmental organizations, followed by the development of the web portal "Digital platform for promoting the development of socially oriented non-governmental organizations", providing free user access to the accumulated information.

**Keywords:** non-governmental organizations, digital platform, information collection, data research, data evaluation, data verification, activity accounting.

### **Введение**

Значительным барьером для развития некоммерческого сектора экономики является слабая осведомленность о его структуре, формах деятельности и механизмах регулирования как для самого общества, так и для представителей традиционного бизнеса [7-8]. Это положение усугубляется еще рядом причин:

- разрозненность источников информации о некоммерческих организациях (НКО), большой объем и сложность обработки информации, финансовые барьеры для получения достоверной информации;

- сложность принятия управленческих решений о финансировании, взаимодействии и вовлечении НКО в социальные преобразования из-за отсутствия достоверных и оперативных данных для оценки их благонадежности;

- большое количество случаев мошенничества в сфере благотворительной деятельности, фиктивных сборов пожертвований и пр.

Для решения вышеуказанных проблем было принято решение, создать эталонный реестр социально-ориентированных некоммерческих организаций (СО НКО) в виде цифровой онлайн-платформы, в которой пользователь сможет в полной мере и на безвозмездной основе найти необходимую информацию о деятельности всех СО НКО.

### **1. Постановка задачи**

Цель разработки – научить модель компенсировать недостающую информацию, используя методы машинного обучения, и создать эталонный открытый и доступный бесплатно реестр СО НКО, содержащий исчерпывающую информацию о деятельности всех СО НКО в стране.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- исследованы наборы открытых данных о СО НКО, разработаны алгоритмы и способы их сбора и обработки;

- разработано специальное программное обеспечение для веб-портала «Цифровая платформа содействия развитию социально-ориентированных некоммерческих организаций «Атлас НКО»»;

- разработана специальная программная система учёта деятельности НКО.

Исследование наборов данных и разработка алгоритмов проводилась с целью объединения (группировки) в одном месте разрозненных данных о деятельности НКО, повышения их ценности с помощью верификации и взаимного обогащения, а также формирования аналитических выводов об эффективности деятельности СО НКО.

Создание программной системы мониторинга и учета деятельности некоммерческих организаций обусловлено необходимостью систематического сбора, обработки (верификации и взаимного обогащения) и управления данными о деятельности СО НКО, помощью в построении аналитических выводов о деятельности некоммерческих организаций и формированием в будущем рэнкинга социально-ориентированных некоммерческих организаций.

Веб-портал предназначен для обеспечения интерактивного открытого доступа к данным о деятельности НКО для пользователей с помощью стандартных протоколов сети Интернет, вовлечения руководителей СО НКО, высшего руководства субъектов и муниципалитетов, ресурс-

ных центров, частных компаний и организаций в процессы повышения прозрачности деятельности некоммерческого сектора Российской Федерации.

## 2. Реализация

Обеспечение работы веб-портала «Цифровая платформа содействия развитию социально-ориентированных некоммерческих организаций «Атлас НКО»» осуществляется с помощью разработанных подсистем:

- подсистема сбора информации из открытых и частично формализованных источников данных в сети Интернет, принадлежащих государственным и некоммерческим негосударственным организациям, предназначенная для автоматического обновления и добавления информации с определенной периодичностью о некоммерческих организациях. Получение данных осуществляется с ресурсов: ungo.minjust.ru, rosstat.gov.ru, nko.economy.gov.ru или аналогичных, содержащих необходимую информацию. Для полученных данных выполняется преобразование, и они сохраняются в формате JSON. Подсистема состоит из роботов-краулеров, созданных на высокоуровневом языке Python с использованием библиотек BeautifulSoup и Selenium [1];
- подсистема-хранилище (рисунок 1) выполняет роль хранения, версионирования и обработки накапливаемых данных о деятельности СО НКО, состоящая из обработчиков, созданных на высокоуровневом языке Python и кластера ElasticStack. ElasticStack выбран в связи с необходимостью вести полнотекстовый поиск по большому корпусу текстов;
- подсистема обработки пользовательских запросов предназначена для анализа, конвертирования с последующей трассировкой пользовательских запросов и ответов от базы данных. Система состоит из веб-сервера Nginx и программного интерфейса, разработанного на высокоуровневом языке Python с помощью фреймворка Django и технологии передачи состояний REST. Выдача данных осуществляется с помощью моделей Django. Передача данных осуществляется в формате JSON или HTML. Для взаимодействия с программным интерфейсом используются кросс-доменные запросы (CORS);
- подсистема пользовательского интерфейса обеспечивает интерактивный доступ к данным посредством выдачи пользовательских веб-страниц. Подсистема основана на технологии Server Side Rendering с использованием высокоуровневого языка программирования JavaScript и фреймворков Next.js, Bootstrap. Взаимодействие с бэкендом осуществляется с помощью REST-запросов (GET, POST), необходимые данные передаются в качестве параметров запроса.

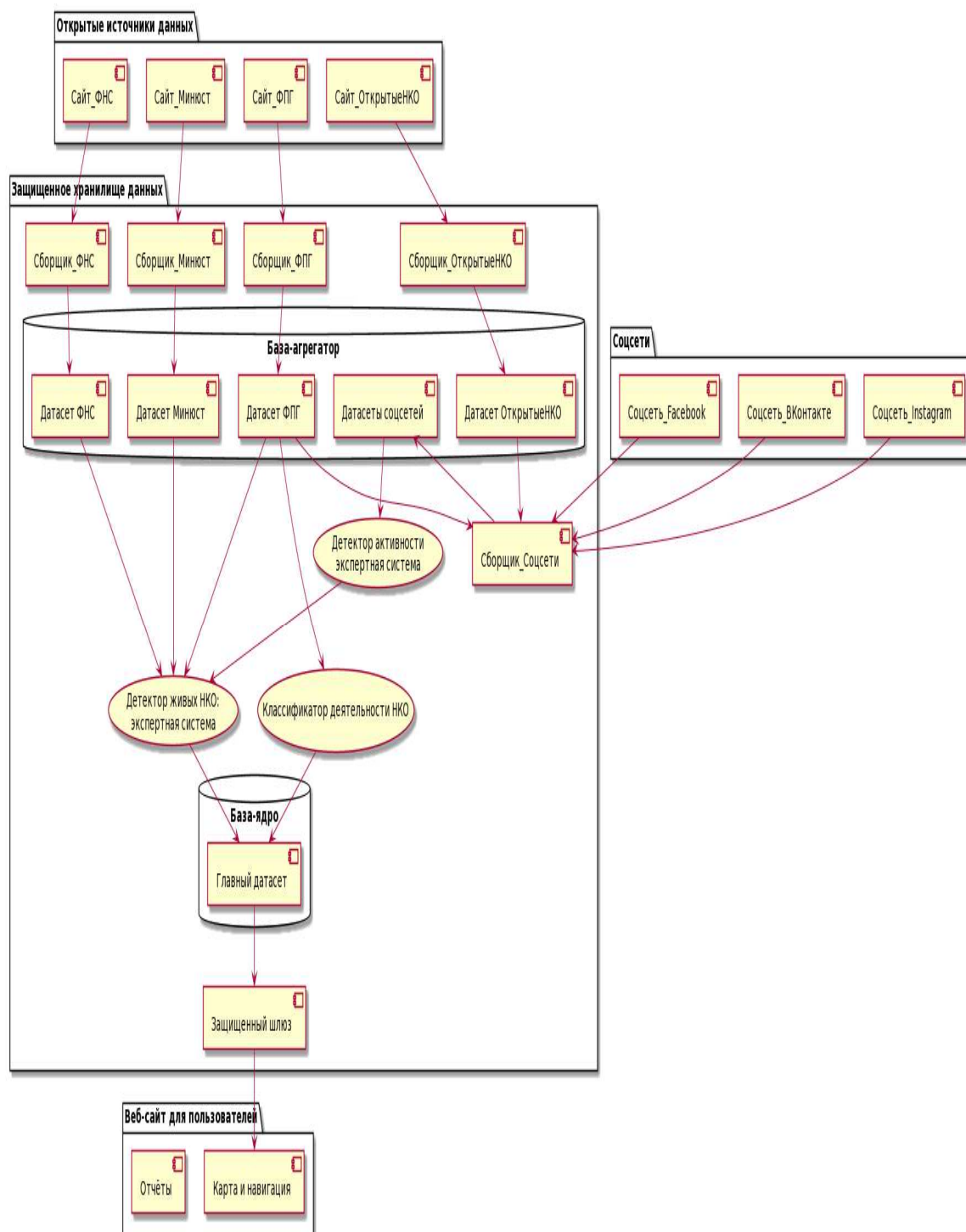


Рис. 1. Схема конвейера обработки и верификации данных

## Результаты

В результате анализа доступных наборов данных был обнаружен ряд проблем для полной и валидной выдачи информации о НКО, а именно: частично отсутствующая информация по некоторым организациям, наличие полных дубликатов записей, дублирование по ОГРН организации, в то время как остальные данные по ней различны.

Оценка полноты доступных наборов данных для анализа деятельности некоммерческих организаций показала, что необходимую информацию содержат Фонд президентских грантов и финансовая отчетность. Министерство юстиции предоставляет общую информацию о зарегистрированных НКО и служит источником, показывающим статистическое распределение организаций по регионам и организационно правовым формам. Но при взаимном обогащении этих данных становится возможным построить информационный портрет о большинстве социально-ориентированных некоммерческих организациях и сделать оценку их репутации.

На сегодняшний момент состав цифрового интеллектуального агрегатора всех доступных открытых данных о деятельности СО НКО – «Атлас НКО» включает в себя:

- роботов-краулеров, которые собирают из источников данных информацию в автоматическом режиме [2-6];
  - конвейер данных, который обрабатывает собранные данные и создает на их основе эталонный датасет по СО НКО;
  - поисковую систему по получившемуся эталонному датасету (рисунок 2) и интерактивную карту (рисунок 3);
- «Атлас НКО» развернут вместе с хранилищем данных на базе ЦОД, принадлежащем АНО Центр инноваций социальной сферы.

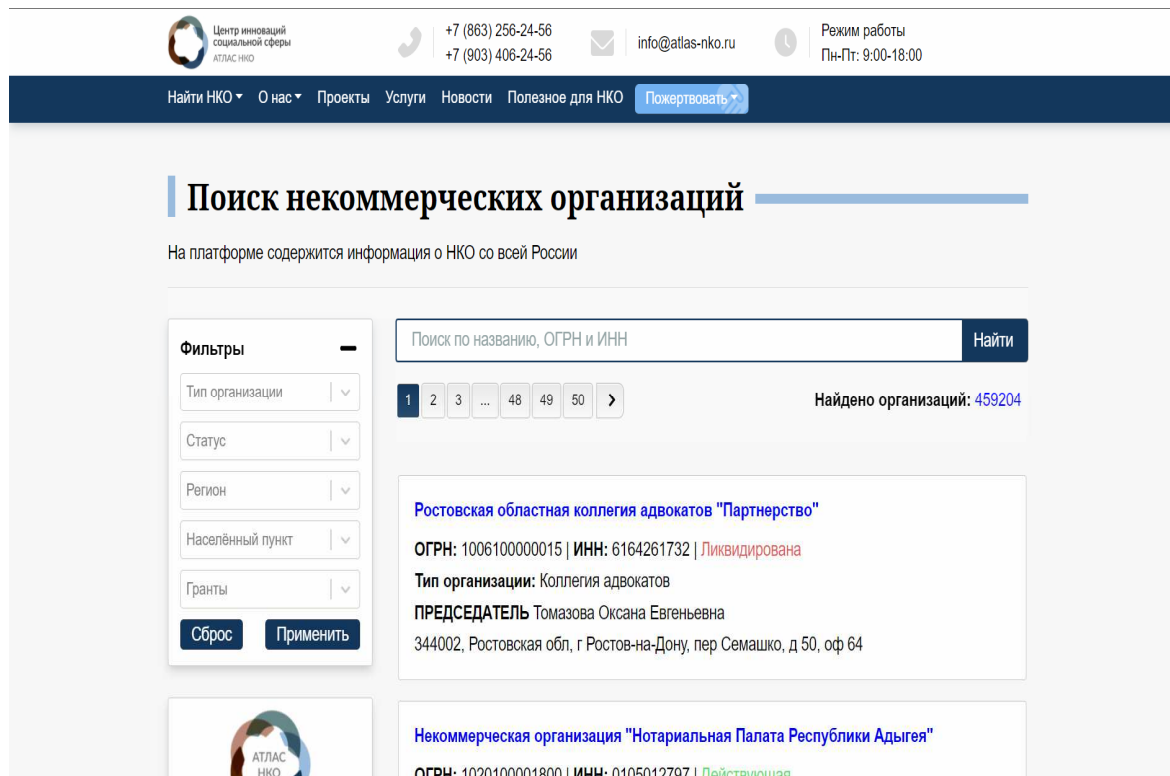


Рис. 2. Поисковая система цифровой платформы «Атлас НКО»

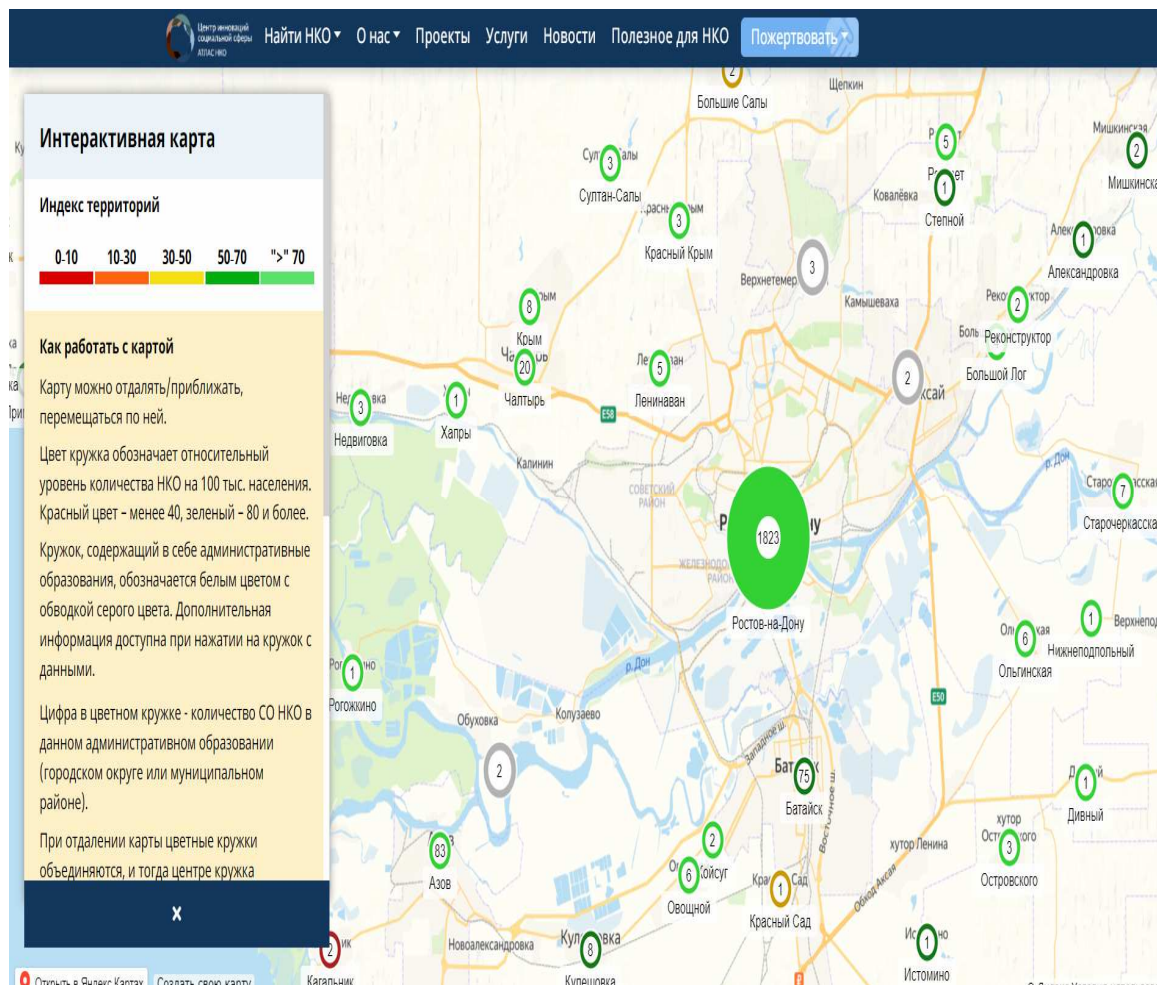


Рис. 3. Поисковая система цифровой платформы «Атлас НКО»

### Заключение

В рамках проекта проведено исследование структуры социально-ориентированных некоммерческих организаций, сформирован верифицированный набор данных, разработана цифровая платформа учёта деятельности некоммерческих организаций. Совокупность алгоритмов позволяет оценить статистическую информацию о количестве некоммерческих организаций в округе, регионе, городе, а также по направлениям их экономической деятельности, участие НКО в конкурсах на предоставление субсидий, движение денежных средств НКО. Таким образом, на основе представленных на платформе данных можно составить мнение об активности той или иной НКО и принять решение о ее благонадежности.

В настоящий момент на цифровой платформе представлены данные о более чем 459 тыс. некоммерческих организациях России [9] с возможностью поиска, сравнительного анализа и визуализации информации.

### Список литературы

1. Митчелл Р. Скрапинг веб-сайтов с помощью Python. – Москва: ДМК Пресс, 2016. – 272 с.
2. Портал государственных услуг // Министерство юстиции Российской Федерации. – URL: <http://unro.minjust.ru/NKO.aspx>.
3. Предоставление данных бухгалтерской отчетности по запросам пользователей – Система исполнения услуг и межведомственного взаимодействия // Предоставление данных бухгалтерской отчетности по запросам пользователей. – URL: [https://www.gks.ru/accounting\\_report](https://www.gks.ru/accounting_report).
4. Предоставление сведений из ЕГРЮЛ/ЕГРИП в электронном виде // Федеральная Налоговая Служба. – URL: <https://egrul.nalog.ru/index.html>.
5. Ресурс БФО // Государственный Информационный Ресурс Бухгалтерской (Финансовой) Отчетности. – URL: <https://bo.nalog.ru>.
6. Сёмин П.О. Big Data и интеллектуальная собственность: системное исследование скрейпинга в рамках общей методологии интернет-права // Журнал Суда по интеллектуальным правам; под ред. Е.А. Ястребова, В.А. Корнеев. – 2020 г. – № 3 (29). – с. 60-76.
7. Система поддержки СО НКО // Система поддержки социально-ориентированных некоммерческих организаций. – URL: <http://nko.economy.gov.ru/>.
8. Система раскрытия информации о некоммерческих организациях. – URL: <https://openngo.ru/opendata/>.
9. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/opendata?division>.

УДК 336.6

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-88

*Качалов Роман Михайлович*<sup>1</sup>,  
заведующий лабораторией,  
доктор экономических наук, профессор;  
*Слепцова Юлия Анатольевна*<sup>2</sup>,  
ведущий научный сотрудник,  
кандидат экономических наук, доцент

## КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ РИСКА И ПРОЦЕССЫ ГЕЙМИФИКАЦИИ

<sup>1,2</sup> РФ, Москва, Центральный экономико-математический институт РАН,  
<sup>1</sup> [kachalov1ya@yandex.ru](mailto:kachalov1ya@yandex.ru)  
<sup>2</sup> [julia\\_sleptsova@mail.ru](mailto:julia_sleptsova@mail.ru)

*Аннотация.* В статье исследуется влияние процессов геймификации на повышение качества управления уровнем риска. С использованием системной экономической теории и операциональной теории управления уровнем риска предложена классификация этапов внедрения процессов геймификации: интенционального, экспектационного, когнитивного и функционального. В рамках указанных этапов осуществляются процессы выбора цели, сбора информации,

оценки прогнозирования изменений деятельности как отдельного подразделения, так и предприятия в целом, а также процессы выполнения принятых решений.

**Ключевые слова:** управление рисками, факторы риска, процесс геймификации, качество управления.

**Roman M. Kachalov**<sup>1</sup>,

Head of laboratory,

Doctor of Economics, Professor

**Yulia A. Sleptsova**<sup>2</sup>,

Leading researcher,

PhD (Economics), Associate professor

## THE QUALITY OF RISK MANAGEMENT AND GAMIFICATION PROCESSES

<sup>1,2</sup> RF, Moscow, Central Institute for Economics and Mathematics of the Russian Academy of Sciences,

<sup>1</sup> kachalov1ya@yandex.ru

<sup>2</sup> julia\_sleptsova@mail.ru

**Abstract.** The paper examines the influence of gamification processes on improving the quality of risk management. Using the system economic theory and the operational theory of risk management, a classification of the stages of the introduction of gamification processes is proposed: intentional, expectational, cognitive and functional. Within the framework of these stages, the processes of selecting a goal, collecting information, evaluating forecasting changes in the activities of both an individual division and the enterprise as a whole, as well as the processes of implementing decisions are carried out.

**Keywords:** risk management, risk factors, gamification process, quality of enterprise management.

### Введение

В настоящее время существенно изменилось представление о роли информационных технологий в процессах управления уровнем риска. Новые технологии также способствовали появлению новых бизнес-моделей и моделей социального взаимодействия (Ibarra, Ganzarain, Igartua, 2018). Предприятиям и организациям требуются квалифицированные и гибкие специалисты, обладающие навыками работы в команде, и способные находить решения в новых для предприятия ситуациях (Martinaitis, 2014). В то же время, сотрудники ожидают от своего работодателя, кроме вознаграждения за вложенный труд, еще и нематериальных стимулов, например, причастности к масштабной цели, безопасности и удовлетворения потребности в самореализации. Такими нематериальными стимулами могут быть призы и награды, полученные в процессе геймификации некоторых технологических и бизнес-процессов, в том числе процессов, связанных с управлением уровнем риска.



Под геймификацией понимается использование игровых технологий для неигровых процессов для повышения их результативности. Появление такого направления прикладной деятельности непосредственно связано с возросшей популярностью игр, в том числе компьютерных игр, а также с присущими ему возможностями мотивировать действия участников и решать проблемы в самых разнообразных областях формирования знаний и в деятельности предприятий. Методы геймификации достаточно давно успешно применяются в маркетинговых программах и мобильных приложениях для мотивации, вовлечения и удержания клиентов (Zichermann, Cunningham, 2011).

Цель настоящего исследования уточнить влияние внедрения процессов геймификации на повышение качества управления уровнем риска предприятия.

## **1. Постановка задачи**

### **1.1. Описание предметной области**

Под геймификацией понимается использование игровых технологий для неигровых процессов для повышения их результативности. Появление такого направления прикладной деятельности непосредственно связано с возросшей популярностью игр, в том числе компьютерных игр, а также с присущими ему возможностями мотивировать действия участников и решать проблемы в самых разнообразных областях формирования знаний и в деятельности предприятий. Методы геймификации достаточно давно успешно применяются в маркетинговых программах и мобильных приложениях для мотивации, вовлечения и удержания клиентов (Zichermann, Cunningham, 2011).

### **1.2. Определение проблемы**

Цель настоящего исследования уточнить влияние внедрения процессов геймификации на повышение качества управления уровнем риска предприятия, основываясь на операциональной теории управления уровнем риска и системной экономической теории.

## **2. Этапы внедрения процессов геймификации**

На этапе разработки вариантов мотивационных программ для сотрудников руководство предприятия редко располагает достаточной информацией, для того чтобы точно сформулировать, оценить и сравнить предлагаемые или возможные альтернативные варианты. Успешно реализованную мотивационную программу для персонала предприятия можно рассматривать как антирисковое управленческое решение, так как повышая вовлеченность сотрудников в решение проблем, возникающих при осуществлении технологических и бизнес-процессов, увеличивается вероятность достижения целей деятельности предприятия в

целом. Согласно системной экономической теории в структуре предприятия можно выделить четыре трансграничные подсистемы (интенциональную, экспектационную, когнитивную и функциональную), отражающие четыре стороны жизнедеятельности таких систем: плановую, прогнозную, информационную и операционную (Клейнер, Рыбачук, Ушаков, 2018). Нетрудно заметить, что выделенные подсистемы являются также последовательными составными частями – этапами процесса управления предприятием. При этом продолжительность каждого этапа и его вклад в итоговый и достигаемый результат могут оказаться различными.

При проектировании запуска процесса геймификации необходимо задействовать все четыре трансграничные подсистемы.

Рассмотрим далее содержание каждого этапа в управлении процессом геймификации. Надо заметить, что на практике объем работ и, соответственно, «мощность» каждого выделенного этапа могут существенно различаться, кроме того, и границы между этапами удастся провести весьма приблизительно.

Первым в процессе внедрения будет этап *интенциональный*, фиксирующий цели процесса геймификации. На этом этапе именно субъект управления формулирует цели – в данном случае это могут быть: повышение производительности труда, обучение новым методам производства, привлечение новых клиентов и т.п. То есть, не только конкретизируется желаемый результат процесса геймификации (задается желательное значение целевого показателя), но и формализуется то, что не устраивает субъект управления в сложившихся обстоятельствах (низкая производительность труда, невысокие темпы освоения новых технологий и т.д.).

Следующий, *экспектационный* этап в процессе внедрения геймификации состоит в определении состава целевой аудитории - кто из сотрудников будет вовлечен в процесс. Геймификация использует игровые коды и другие элементы, обычно встречающиеся в играх, чтобы сделать процессы более привлекательными. Такие элементы, как награды, признание и конкуренция среди сотрудников, если игра индивидуальная, и команд, если - коллективная, добавляются к процессам. Процессы геймификации иногда путают с деловыми играми, которые можно рассматривать, как специфический тренинг, предлагаемый в форме игры или симулятора, который создается для удовлетворения конкретных потребностей подразделения или предприятия в целом (Laamarti и др., 2014).

Деловые игры можно рассматривать как проекты, которые включают в себя задачи, нацеленные как на реальные, так и на нереальные сценарии, которые направлены на улучшение производительности и когнитивных способностей игрока (Shi, Shih, 2015). Такие игры используются

в корпоративном обучении, государственном управлении и т.д. Деловые игры могут содержать значительное количество преимуществ, например, ответственность за успех в соответствии с действиями участников, большую вовлеченность и возможность допустить ошибку, как элемент обучения (Papanastasiou и др., 2017).

Далее процесс внедрения процесса геймификации переходит в *когнитивный* этап. Именно на этом этапе субъект управления выбирает игровой сюжет. Выполнение этого этапа, в частности, подразумевает сбор информации, необходимой для решения поставленной управленческой задачи: о целевой группе, о приобретенных навыках, квалификации и компетенциях персонала, об условиях их работы и т.п., а также о примерах принятия подобных решений в предыдущей деятельности предприятия, на конкурирующих предприятиях либо в мировой практике.

Игровое моделирование может рассматриваться как еще один метод который позволяет обучать реальным действиям и процессам в безопасной среде, так как в некоторых областях деятельности, например, в энергетике, логистике или авиастроении, проблемы безопасности и высокие затраты не позволяют проводить обучение на реально действующих установках (Almeida, F., Simoes, J., 2019). Другие новые технологии индустрии 4.0, такие как робототехника, дополненная реальность и интернет вещей, по-видимому, обладают огромным потенциалом в процессах геймификации для повышения качества управления уровнем риска. Однако их внедрение на предприятиях все еще носит единичный характер, причинами может быть недостаточная зрелость этих технологий, высокая технологическая сложность, потребность в специальных знаниях.

Следует заметить, что некоторые исследования в этой области исходят из того, что на этом этапе приходится решать достаточно широкий круг управленческих задач. Например, это задачи внедрения процесса геймификации в условиях неопределенности и риска; что вынуждает субъект управления принимать во внимание связанные с этими условиями дополнительные факторы (личностные оценки персонала, состояние экономической среды, факторы риска, характеристики неопределенности, информационные и поведенческие ограничения), поскольку они могут повлиять на результат внедрения процесса геймификации. В пределах *когнитивного* этапа эта информация после критического осмысления, удаления лишнего, ранжирования данных на главные и второстепенные и т.п. – преобразуется в знания. В частности, в этот период могут проявить себя отдельные факторы риска, которые не были своевременно обнаружены (Качалов, 2012, Качалов, Слепцова, 2021).

На *функциональном* этапе запускается процесс геймификации и осуществляется обратная связь. Ответственным исполнителем этого эта-

па будет являться субъект управления, который отвечает за действия, необходимые для выполнения управляющей системой своего функционального назначения. Для этого субъект управления должен располагать подробными и точными сведениями, сформированными на предыдущих этапах, о том: кто вовлечен в процесс (конкретные сотрудники), в чем состоит сюжет, какая информация принимается во внимание, каковы сопутствующие обстоятельства (то есть, как, когда, где).

В процессе геймификации обычно субъектом управления становится руководитель подразделения, специалист отдела по работе с персоналом или приглашенный консультант, который запускает процесс геймификации и распределяет роли между игроками-исполнителями, обеспечивая их ресурсами, и контролирует соблюдение правил.

### **Заключение**

В заключение можно резюмировать, что деловые игры и процессы геймификации, инструменты индустрии 4.0, такие как платформы моделирования, видеоконференции, интернет вещей и технологий виртуальной реальности уже внедряются в деятельность предприятий. Некоторые проблемы и трудности в принятии такого инструмента, как геймификация обусловлены необходимостью упрощения реальных процессов, которые связаны с ситуациями риска в деятельности предприятий, трудностями интегрирования геймификации в систему управления риском и ограниченностью возможностей этого инструмента в реагировании на новые, неизвестные факторы риска из внешней среды. Несмотря на возможную в процессе геймификации реализацию факторов риска, как прогнозируемых, так и непредвиденных, нельзя не признать, что процессы геймификации открывают широкие возможности для мотивации и вовлеченности сотрудников и могут сыграть существенную роль в повышении качества управления предприятием.

### **Список литературы**

1. Качалов Р.М. Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения. – СПб: Нестор-История, 2012. – 288 с.

2. Качалов, Р.М., Слепцова, Ю.А. (2021). Концептуальная модель процесса управления устойчивым развитием предприятия // *Journal of Economic Regulation* (Вопросы регулирования экономики), 2021. – Том 12 (номер 2). – С. 68–84 DOI: 10.17835/2078-5429.2021.12.2.068-084

3. Клейнер Г.Б., Рыбачук М.А., Ушаков Д.В. (2018) Психологические факторы экономического поведения: системный взгляд // *Terra Economicus*. - 2018. - Том 16. - № 1, 20–36.

4. Almeida, F., Simoes, J. (2019). The role of serious games, gamification and Industry 4.0 tools in the Education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120–136. DOI: <https://doi.org/10.30935/cet.554469>.

5.Ibarra, D., Ganzarain, J., Igartua, J. (2018). Business model innovation through Industry 4.0: A review. *Procedia Manufacturing*, 22, 4–10.

6.Laamarti, F., Eid, M., Saddik, A. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, Article ID 358152, 1–15.

7.Martinaitis, Z. (2014). Measuring skills in Europe. *European Journal of Training and Development*, 38(3), 198–210.

8.Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M. (2017). Serious games in K-12 education: Benefits and impacts on students with attention, memory and developmental disabilities. *Program*, 51(4), 424–440.

9.Shi, Y., Shih, J. (2015). Game factors and game-based learning design model. *International Journal of Computer Games Technology*, Article ID 549684, 1–11.

10.Zichermann, G., Cunningham, C. (2011). *Gamification by design. Implementing game mechanics in Web and mobile apps*. Sebastopol, California: O'Reilly.

УДК 658.5:004

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-89

**Форманюк Иван Владимирович<sup>1</sup>**,

аспирант,

**Черненькая Людмила Васильевна<sup>2</sup>**,

профессор, д-р техн. наук, профессор

## **РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИТ-ИЗМЕНЕНИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА**

<sup>1,2</sup>Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

<sup>1</sup>formanyuk.iv@edu.spbstu.ru

<sup>2</sup>ludmila@qmd.spbstu.ru

**Аннотация.** В статье на примере организации банковского сектора показаны основные проблемы организации в процессе управления изменениями в условиях постоянного изменения окружающей среды. В результате анализа проблем был актуализирован процесс управления изменениями, внесены изменения в информационную систему автоматизации процесса, проведено обучение сотрудников. Показана необходимость постоянного совершенствования процесса для обеспечения адаптивного корпоративного управления.

**Ключевые слова:** управление изменениями, координация, производственные команды, процессный подход, изменения, моделирование процесса, информационные системы.

**Ivan V. Formanyuk<sup>1</sup>**,

postgraduate student;

**Liudmila V. Chernenkaya<sup>2</sup>**,

Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor

# IMPROVEMENT OF PROCESS MANAGEMENT OF IT CHANGE IN THE BANKING SECTOR ORGANIZATION

<sup>1,2</sup> Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, <sup>1</sup>formanyuk.iv@edu.spbstu.ru,  
<sup>2</sup>ludmila@qmd.spbstu.ru

**Abstract.** This article presents the main problems of the organization in the process management of IT-change in case changing environment. It presents on the example of the banking sector organization. As a result of the analysis of problems, the process management of IT-change was updated, changes were made to the information system for automating the process, and employees were trained. The actualization shows the need for continuous improvement of the process to ensure adaptive corporate governance.

**Keywords:** management IT-change, coordination, production teams, process approach, changes, process modeling, information systems.

## Введение

На текущий момент цифровая трансформация является неотъемлемой частью повышения эффективности производственных процессов организации, стремящихся к устойчивому развитию и повышению своей конкурентоспособности. Обязательным этапом любой трансформации является изменение через развитие. Организации должны не только быть готовыми к изменениям окружающей среды, но и к новым вызовам и будущим изменениям. При повышении сложности информационных систем растет сложность организации процесса управления изменениями в информационных технологиях (ИТ), следовательно, повышается ценность эффективного управления. Разовые изменения можно проводить в рамках проекта, но при систематической повторяющейся деятельности требуется четкая регламентация деятельности, а, значит, внедрение процесса управления изменениями в ИТ [1].

## 1. Характеристика проблематики

В ходе исследования была выбрана организация банковского сектора, систематически проводящая изменения банковских информационных систем. В ходе роста организации повышаются потребности заказчиков, что требует от банка, как минимум, сохранения прежнего уровня сервиса, а в случае ограниченности ресурсов и давлении конкурентов, накладывает дополнительные ограничения и сложности.

Любое изменение порождает неопределенность, что непосредственно влияет на риски организации. При росте культуры управления изменениями в банке необходимо повышать вовлеченность персонала в управление рисками. Частые изменения нарушают устойчивое развитие организации. При развитии проектного и процессного подхода сотруд-

ники не всегда понимают свою роль в процессе изменений информационных систем, а также усложняется ресурсное планирование. При превалировании функционального подхода в организации определены ответственные за информационные системы, отвечающие за изменения систем. Однако в современных реалиях заказчики (бизнес-подразделения банка) ожидают получать качественный сервис, который затрагивает более одной информационной системы [2].

При росте банка выявляются сложности в организации рабочего процесса и появляется необходимость в координации и синхронизации производственных команд. Чтобы получить необходимый результат бизнес-подразделения организации должны контролировать этапы проведения изменений и понимать не только методологию процесса управления изменениями, но и принципы работы каждой производственной команды, зоны их ответственности. Кроме того, фактические сроки реализации изменений значительно превышают заявленные.

Зарегистрировать изменение может только специально обученный представитель бизнеса, обладающий уникальными компетенциями специалиста ИТ, аналитика и понимающий специфику бизнеса.

В условиях неопределенности трудозатрат на реализацию изменений все изменения приоритизируются, исходя из плановой экономической выгоды. Также требуется оценка фактического экономического эффекта от внедренного изменения, понимание зон ответственности персонала при реализации изменений и формирование производственных команд с учетом уникальных компетенций.

Таким образом необходимо актуализировать процесс управления изменениями в ИТ, благодаря которому будут решены вышеописанные проблемы.

## **2. Решение проблемы**

Авторы [3, 4] указывают на необходимость внедрения информационной системы управления изменениями, за счет которой можно решить большинство вышеперечисленных проблем. Однако внедрение одной информационной системы недостаточно, чтобы организовать командную работу, минимизировать риски и повысить качество оказываемого сервиса. Необходимо повышать уровень вовлеченности персонала в культуру изменений и данная вовлеченность может быть организована через внедренный и регламентированный процесс, включающий не только информационное обеспечение, но и принципы организации и взаимодействия, а также ориентацию на конечный результат.

Существует множество попыток описать идеальный процесс управления изменениями [4-6]. В результате анализа, а также с учетом принципов работы в банке можно сделать вывод, что наиболее близкая мето-

методология для понимания сотрудниками описана в библиотеке передового опыта в области управления ИТ – ITIL (Information Technology Infrastructure Library).

Согласно данной методологии описан процесс управления изменениями в ИТ. Пример данной модели изображен на рисунке 1.



Рис. 1. Процесс управления изменениями

В ходе этапа «Регистрация и анализ изменений» осуществляется регистрация запроса на изменение в информационной системе банка, проводится анализ полноты данных, анализ возможности и необходимости реализации изменений. По результатам анализа изменение классифицируется по типам и маршрутизируется на нужные рабочие группы, выполняющие работы по данному изменению.

Существенное отличие в новой процессной методологии заключается в проведении анализа отдельной производственной командой, не участвующей в реализации изменений, что в итоге повышает качество ресурсного планирования, поскольку аналитики производственных команд не отвлекаются от работы по анализу изменений на начальном этапе. Дополнительным преимуществом является четкое разграничение ответственности, а также снижение зависимости изменений от уникальных компетенций представителей заказчика.

На следующем этапе «Планирование изменений» проводится анализ данных и определяется необходимый состав работ по каждой информационной системе, затрагиваемой изменением. По описанному объему работ упрощается понимание плановых трудозатрат, сроков и стоимости изменений. По факту актуализации процесса координатор изменений собирает планы производственных команд, консолидирует данные и предоставляет заказчику более точную и прозрачную информацию.

В рамках этапа «Оценка изменений» производственные команды совместно с координатором изменения анализируют риски и влияние



изменений, осуществляют приоритезацию, а также определяют маршрут согласования.

В ходе реализации изменений по новой методологии координатор изменений контролирует работы производственных команд, организует встречи по синхронизации и отвечает перед заказчиком за сроки и стоимость изменений.

Важным этапом изменений является этап «Оценка реализации», в ходе которого проводится анализ документации, оценка соответствия запросу и согласование внедрения. В ходе данного согласования снижается количество ошибок изменений в производственной среде, а также ошибок бизнес-требований.

Непрерывное совершенствование процесса невозможно без финального этапа процесса, в рамках которого проводится оценка удовлетворенности заказчиков изменениями, а также расчет фактических затрат и формирование отчетности по факту проведенного изменения.

Необходимым этапом внедрения процесса является его автоматизация в информационной системе, позволяющая упростить формирование отчетности по процессу. Кроме того, настройка прав доступа, а также настройка дополнительных ограничений на внесение изменений в запросы, позволяет снизить риски и предоставлять актуальную информацию владельцу процесса и координатору изменений по процессу прохождения запроса.

### **Заключение**

В ходе исследования была проведена регламентация процесса управления ИТ-изменениями в организации банковского сектора, проведен анализ и осуществлена автоматизация информационной системы управления изменениями в ИТ. Было организовано внедрение процесса и обучение исполнителей процесса.

Обосновано, что для постоянного совершенствования процесса управления ИТ-изменениями необходимо назначение владельца процесса, который на постоянной основе должен проводить анализ процесса и предлагать идеи по его совершенствованию. В итоге постоянное совершенствование процесса позволит повысить гибкость бизнес-модели и одновременно повысит устойчивое развитие организации.

### **Список литературы**

1. Леонова О.В. Предпосылки внедрения процесса управления изменениями на предприятиях с применением новых информационных технологий // Материаловедение. Энергетика. Экономика и бизнес. – 2009. – С. 131-135.

2. Форманюк И.В., Черненькая Л.В. Внедрение процесса управления претензиями по качеству ИТ-услуг // Наука и бизнес: пути развития. №12 (114). – 2020. – С. 120-122.

3. Старкова Н.О. Применение современных подходов к управлению изменениями в информационной системе предприятия / Н.О. Старкова, И.С. Старков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2011. - № 66. - С. 194-205.

4. Старков И.С., Старкова Н.О. Моделирование процесса управления изменениями в информационной системе предприятия // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). Экономика и бизнес. – 2008 – С. 153-157.

5. Гаршина Д. С. Модель управления изменениями / Д. С. Гаршина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 30 (216). — С. 23-28.

6. Ерастова В.П. Процесс управления изменениями в организации // Контентус. Экономика и бизнес – 2019 – С. 22-28.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-90

*Козловская Эра Анатольевна*<sup>1</sup>,  
профессор СПбПУ, д-р экон. наук, профессор;  
*Шарич Эрмин Эмирович*<sup>2</sup>,  
магистрант СПбГУ,  
DOO Energoinvest, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
Business development manager;  
*Яковлева Дарья Дмитриевна*<sup>3</sup>,  
Магистрант СПбГУ,  
Менеджер по финансам АО ПКБ «РИО»

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРИНЯТИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ХЕДЖ-ФОНДЕ

<sup>1</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет  
Петра Великого, eranakoz@mail.ru

<sup>2,3</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный  
университет,

<sup>2</sup> ermin.saric@mail.ru,

<sup>3</sup> dashoo999@gmail.com

**Аннотация.** В статье обоснован системный подход при принятии инвестиционных решений в хедж-фонде и раскрыты условия, особенности и схема построения системы поддержки принятия решений на основе теории принятия решений.

**Ключевые слова:** системный анализ, управление, система принятия поддержки решений.

*Kozlovskaya Era Anatol'evna*<sup>1</sup>,  
Professor, d-r of Economics, Professur;  
*Ermin E. Sharic*<sup>2</sup>,  
Master's student of St. Petersburg State University,  
DOO Energoinvest, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina  
Business development manager;

*Darya D. Yakovleva*<sup>3</sup>,  
Master's student of St. Petersburg State University,  
Finance Manager of JSC PKB RIO

## A SYSTEMATIC APPROACH TO MAKING INVESTMENT DECISIONS IN A HEDGE FUND

<sup>1</sup> Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg University,  
eranakoz@mail.ru

<sup>2,3</sup> Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University,  
<sup>2</sup>, ermin.saric@mail.ru,

<sup>3</sup> dashoo999@gmail.com

**Abstract.** The article substantiates a systematic approach to making investment decisions in a hedge fund and reveals the conditions, features and scheme of building a decision support system based on decision theory.

**Keywords:** system analysis, digitalization, management, decision support system.

### **Введение**

Актуальность применения системного подхода в системах принятия поддержки решений (СППР) продиктовано неупрощаемой сложностью и динамичностью основных характеристик процесса принятия решений в управлении. Ввиду комплексности, сложности взаимосвязей и динамичности процессов в экономических системах, в том числе финансовых, объектом, который и является хедж-фонд, способности отдельного лица или человека, принимающего решения на основе экономической информации, заведомо ограничены природой.

### **1. Области применения системы поддержки принятия решений**

Многие аспекты формулирования и осуществления огромного количества задач управления как многими предприятиями, так и финансовыми институтами являются неформализованными, нематематическими или качественными. Учет качественных же факторов в автоматизированных системах гипертрофирован, то есть сводится к алгоритмизированным процедурам, не учитывающим возможность взаимного влияния и взаимодействия нескольких качественных факторов, которые могут образовывать синергетический эффект на управление предприятием. Более того, традиционные методы планирования не могут дать представление о способах достижения таких слабоформализуемых типов задач, как инновации, интеллектуальная собственность, человеческий капитал и тд. Все это приводит к тому, что современная теория и методы поддержки принятия управленческих решений должны быть основаны на семанти-

ческих и логико-лингвистических моделях для достижения максимального эффекта и скорости реализации целей и задач организации.

Халин В.Г., Чернова Г.В. и Юрков А.В. замечают, что необходимость создания СППР, возникает в том числе «при необходимости оперативного рассмотрения большого числа возможных исходов и сценариев развития ситуации из-за постоянного изменения внешней среды и условий, в которых находится управляемая система» [1]. Следовательно, в рамках структуры управления хедж-фондом, где количество принимаемых решений увеличивается в зависимости от рыночной конъюнктуры и эффективность которых напрямую зависит от влияния внешних факторов. Для решения подобных задач были внедрены системы поддержки принятия решений, которые служат интерактивной поддержкой процесса принятия решений для ЛПР (система обработки информации). Можно выделить следующие области применения СППР:

1) Унификация (упрощения) способа взаимодействия между ЛПР и базами данных (их анализом, обработкой и моделями принятия решений).

2) Решение неструктурированных и слабоформализуемых задач, для которых проблемно определить четкие процедуры и выбрать данные.

Однако, основная цель СППР лежит в плоскости выстраивания эффективного процесса принятия решения, то есть безупречного взаимодействия человека и базой знаний, данных, информационных потоков, а также исключения угрозы фактора человеческой ошибки. В связи с этим важно выделить основные характеристики, которыми должны обладать СППР: генерация огромного количества вариантов решений, даже при условии их неожиданности для лиц, принимающих решения; интерактивная среда взаимодействия моделей решений и человека; адаптивность к изменению во внешней среде и запросам ЛПР моделей СППР.

## **2. Характеристики элементного состава СППР**

Характеристики СППР определяют в свою очередь структуру СППР, которые зачастую имеют модульную структуру, что позволяет включать в состав системы уникальные и новые процедуры через модификацию моделей под актуальные требования. Рассмотрим последовательность процесса принятия решения для раскрытия вопроса об интеграции СППР в систему принятия управленческих решений в хедж-фондах [18].

Этап 1. Аналитическая фаза. На данном этапе ЛПР важно выявить основные цели процесса принятия решения, планируемую глубину анализа элементов решения, подсистемы, необходимые ресурсы для достижения цели, а также слабые или уязвимые места процесса принятия решения.

Этап 2. Подготовительная фаза. На данном этапе менеджеру фонда необходимо сформулировать задачи, решаемые СППР, и их тип. Например, это может быть оптимальность выбора риск-факторов в зависимости от выбранного региона инвестирования или же это может быть выбор самого региона, в который планирует инвестировать фонд [2]. Более того, данный шаг предполагает идентификацию альтернативных путей решения задачи или альтернативных вариантов реализации решения (для выбора оптимального требуется также спецификация критериев)

Этап 3. Фаза обработки данных. После принятия решения и определения задач, необходимо собрать достаточное количество данных для наполнения ими модели, или же данные могут получены экспертными методами. Для фонда это будет извлечение исторических данных по широкому спектру макро- и микро- показателей, в том числе динамика цен на сырьевые активы, соотношения курсов валют, изменения цен на драгоценные металлы, движения процентных ставок, изменения торговых балансов отдельных стран, регуляторные

Этап 4. Фаза реализации. Данный шаг предполагает математическую обработку информации, полученной на предыдущем этапе. Для нахождения оптимального варианта конечного решения может потребоваться несколько итераций.

Этап 5. Фаза контроля. Полученные результаты могут расходиться с видением и ожиданием ЛПР (или же могут его не устраивать с точки зрения достижения поставленных задач), поэтому на данном этапе менеджер фонда способен внести корректировки.

Концептуально общую теоретическую картину процесса принятия решения можно представить в виде следующей системы и ее подсистем (рис. 1).

Однако, важно помнить, что цель применения СППР является нахождение эффективного решения поставленной ЛПР задачи, имеющее количественное представление. Выразить это можно через две группы факторов:

Управляемые факторы или контролируемые факторы (выбираются ЛПР) –  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$

Неуправляемые или неконтролируемые факторы, характеризующие условия, которые неподвластны ЛПР, например, время  $t$  или волатильность цены актива.

Неконтролируемые факторы, в свою очередь, подразделяются на три группы по степени осведомленности о них:

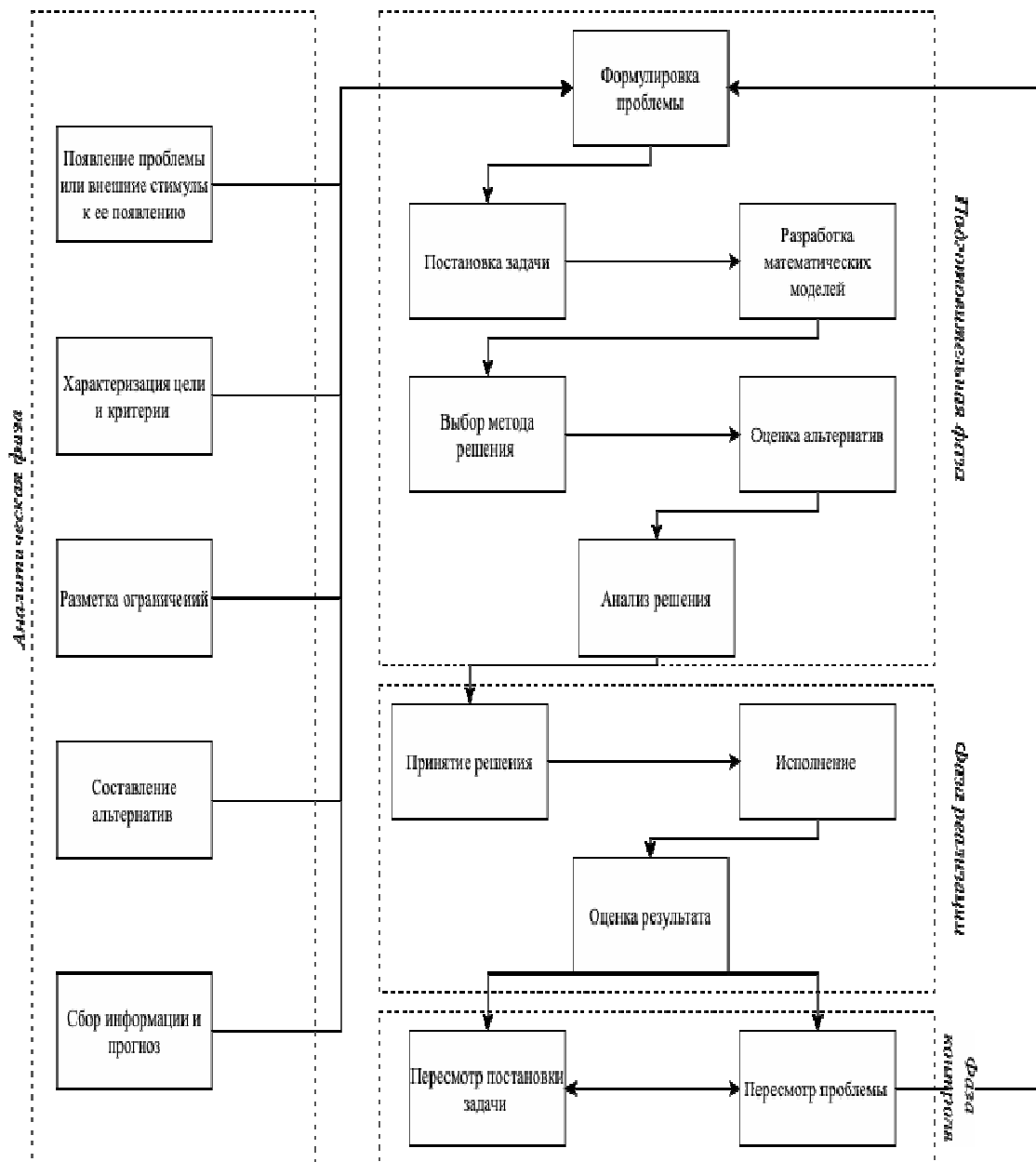


Рис.1. Формализация схемы процесса принятия решений

Детерминированные - фиксированные неслучайные известные значения,  $V_1, V_2, V_3, \dots, V_r$ ;

Стохастические – случайные величины, но с определенными законами распределения  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_q$ ;

Неопределенные – величины, для которых при принятии решения нет известного значения и можно лишь предполагать примерные закона распределения,  $K_1, K_2, K_3, \dots, K_m$ .

Отсюда непосредственно можно вывести критерий оптимальности, представляемый в виде функции:

$F = F(Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n, V_1, V_2, V_3, \dots, V_r, X_1, X_2, X_3, \dots, X_q, K_1, K_2, K_3, \dots, K_m, \delta)$ , где  $\delta$  - прочие неуправляемые факторы.

Контролируемые факторы зачастую имеют естественные ограничения из-за различных причин, в том числе из-за недостаточности ресурсов. Описать эти ограничения можно следующим образом:

$$Constraints = C_i({}_1^q Y, {}_1^p B, {}_1^q Y, {}_1^m K, \delta), \text{ где } i = 1, 2, \dots, l.$$

Ограничения или условия фиксируют и показывают области  $W_{Y1}, W_{Y2}, \dots, W_{Yz}$  пространства, в которых, собственно, и расположены допустимые значения факторов. Задача же принятия решения будет выражаться через нахождение оптимального вектора значений  $Y$ , или то же самое можно записать в виде задачи максимизации или минимизации функции  $F$

$$F = F({}_1^q Y, {}_1^p B, {}_1^q Y, {}_1^m K, \delta) \rightarrow \max(\text{или } \min).$$

Итак, на основании вышеизложенного, авторы считают необходимым детально рассмотреть структуру процесса принятия инвестиционных решений в рамках хедж-фонда с позиции субъектов и объектов управления на основе системного подхода для систему принятия решений (рис.2) [1].

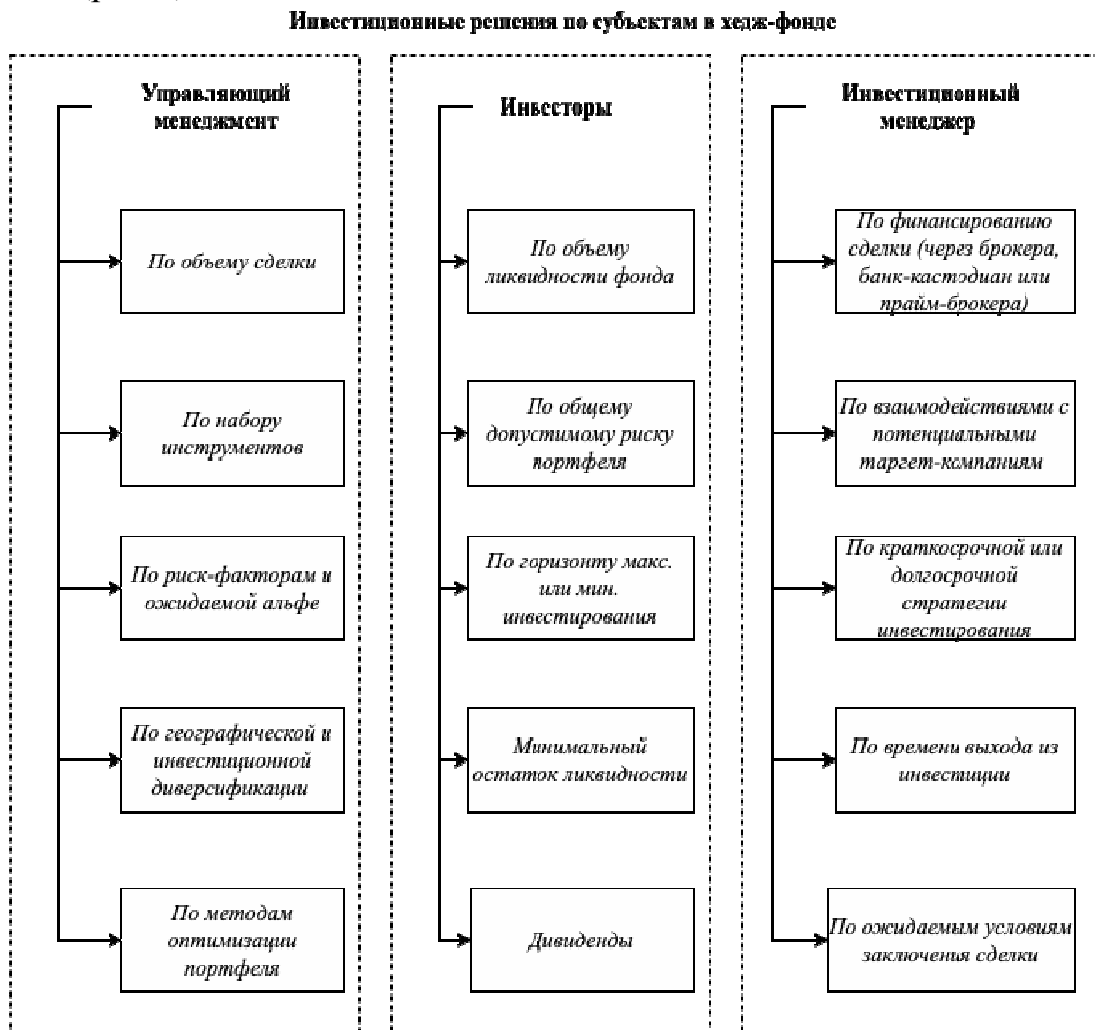


Рис. 2. Типовые инвестиционные решения в фонде по субъектам управления

Источник: составлено авторами

Представленные инвестиционные решения в разрезе субъектов управления можно структурировать по основным функциям управления с целью адаптации и интеграции решений в СППР.

Типовые инвестиционные решения по объекту управления можно структурировать и подразделять на основе большинства характеристик и особенностей инвестиционных стратегий хедж-фонда.

Далее рассмотрим привлекательность инвестирования на примере одной из организаций.

### **Апробация системы показателей потенциала роста организации в соответствии с российскими правилами бухгалтерского учета и отчетности [4, 5]**

I. Для формирования ресурсного потенциала по операционной деятельности будут использованы следующие показатели, доступные для анализа по имеющимся данным финансовой отчетности предприятия:

Показатель фондоотдачи, рассчитываемый как соотношение Выручка/Стоимость ОПФ, в 1-ом периоде составил фондоотдача =  $693203/656677 = 1,056$ , во 2-ом периоде фондоотдача =  $707067/671714 = 1,053$  при его нормирующем значении равным  $1,056/1,053 = 1,003$ .

Показатель материалоотдачи, равный соотношению Выручка/Затраты на материал (Запасы), в 1 периоде материалоотдача равнялась  $693203/365759 = 1,895$ , а во 2-ом периоде материалоотдача равнялась  $707067/318180 = 2,22$ . Ее нормирующее значение - это 0,85.

Соотношение себестоимость/выручка 1-ом периоде равнялось  $648148/693203 = 0,935$ , во 2-ом периоде себестоимость/выручка -  $608078/707067 = 0,86$  при его нормирующем значении 1,087.

Для формирования потенциала роста по операционной деятельности необходимо определить значение интеллектуального коэффициента добавленной стоимости:

$$VAIC = CEE + HCE + SCE,$$

где CEE – добавленная стоимость физического капитала (EVA/Выручка), доли, HCE – добавленная стоимость человеческого капитала (EVA/Затраты на труд, доли), SCE – добавленная стоимость структурного капитала (EVA-затраты на труд)/ EVA, доли.

Значение интеллектуального коэффициента в 1-ом периоде  $VAIC = -0,106 + (-0,088) + 12,324 = 12,130$ , во 2-ом периоде  $VAIC = 0,100 + 0,084 + (-10,859) = -10,674$  при его нормирующем значении эквивалентным - 1,14.

Значение показателя зарплатоотдачи, рассчитываемого как соотношение NOPAT / ФОТ (Фонд оплаты труда) в 1-ом периоде составило зарплатоотдача =  $19953/830280 = 0,024 = 2,4\%$ , во 2-ом периоде зарплатоотдача =  $19953/830280 = 0,024 = 2,4\%$ .



тоотдача =  $77008/840000 = 0,092 = 9,2\%$ , при нормирующем значении равным 0,26.

Показатель рентабельности затрат, определяемый как соотношение  $NOPAT/Себестоимость$  во 1-ом периоде рентабельность затрат =  $19953/648148 = 0,03 = 3,1\%$ , уже во 2-ом периоде рентабельность затрат =  $77008/608078 = 0,12 = 12,7\%$ , ее нормирующее значение равно 0,24.

II. Далее следует провести расчет показателей по инвестиционной деятельности согласно составляющим ресурсного потенциала:

Во-первых, это показатель рентабельность собственного капитала  $ROE = \text{Чистая прибыль}/\text{Стоимость активов}$ , который в 1-ом периоде был равен  $ROE = 19953/656677 = 0,033 = 3,03\%$ , во 2-ом периоде  $ROE = 77008/708134 = 0,1087 = 10,9\%$  при его нормирующем значении, равным 0,278.

Во-вторых, показатель  $ROS = EBIT/Sales$ , который 1-ом периоде  $ROS = 19953 / 609209 = 2,9\%$ , во 2-ом периоде  $ROS = 77008 / 686217 = 11,2\%$ . Его нормирующее значение равняется 0,26.

Далее, коэффициент покрытия инвестиций, рассчитанный как соотношение  $(\text{Собственный капитал} + \text{Долгосрочные обязательства})/\text{Стоимость активов (Балансовая стоимость)}$  1-ом периоде коэффициент покрытия инвестиций =  $(609209 + 153795)/913004 = 1,45$ , во 2-ом периоде Коэффициент покрытия инвестиций =  $(686217 + 71155)/ 824732 = 7,025$  при нормирующем значении равным 0,21.

Для формирования потенциала роста предприятия по инвестиционной деятельности следует вычислить показатель рентабельность инвестированного капитала по формуле:  $ROIC = NOPAT/IC * 100\%$ , т.е. 1-ом периоде  $ROIC = (45055*(1-20\%))/913004=3,95\%$ , во 2-ом периоде  $ROIC = 77008/824732=9,60\%$ , его нормирующее значение 0,411.

Разница между  $(ROIC - WACC)$ , вычисляемая как  $[\frac{EBIT*(1-T)}{IC} \times 100\% - WACC]$  1 периоде составила  $3,95\% - 12,1\% = -8,0\%$ , во 2-ом периоде равна  $9,6\% - 9,4\% = 0,2\%$ . Нормирующее значение разницы  $(ROIC - WACC) = -0,4$ .

Коэффициент реинвестирования, вычисляемый как  $RR = \text{Реинвестированная прибыль}/\text{Чистая прибыль}$ , 1 периоде  $RR = 19953/19953 = 100\%$ , во 2-ом периоде  $RR = 77008/77008 = 100\%$  при его нормирующем значении = 1.

III. Затем следует определить ресурсный потенциал по финансовой деятельности. Для его формирования используем соотношение собственного /заемного капитала, которое 1-ом периоде  $\frac{\text{Собственный капитал}}{\text{Заемный капитал}} = 609209/303795 = 2,01$ , во 2-ом пе-

риоде соотношение = 686217/138515 = 4,95, при его нормирующем значении = 0,41.

Определим для этих же целей значение экономической добавленной стоимости по формуле:  $EVA = NOPAT_t - IC_{t-1} \times$ , т.е. 1-ом периоде  $EVA = 36044 - 12,5\% \times 913004 = -78289$  тыс. руб., во 2-ом периоде  $EVA = 79192 - 1,45\% \times 824732 = 67235$  тыс. руб., и ее нормирующее значение равно 1,164.

Посмотрим динамику средневзвешенной цены на капитал по формуле

$$WACC = r_d \times (1 - T) \times (D/V) + r_e \times (E/V),$$

что 1-ом периоде составило значение  $WACC = 12,52\%$ , во 2-ом периоде  $WACC = 1,45\%$  (Нормирующее значение = 8,63).

Для формирования составляющих потенциала роста по финансовой деятельности, необходимо вычислить сначала значение стоимости предприятия по методу Эдвардса Белла Ольсена на основе чистых активов и сверхприбыли. Величина стоимости предприятия по формуле:

$$V_{EBO} = B_{t-1} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\Delta x_t}{(1+r)^t}$$

$$\Delta x_t = x_t - r \times B_{t-1}$$

$\Delta x_t$  - «сверх прибыль» или сверхдоход, отклонение прибыли от нормы в период  $t$ ;  $B_{t-1}$  – балансовая стоимость чистых активов предприятия;  $r$  - ставка доходности по собственному капиталу у эталонного предприятия.

Так, стоимость предприятия 1-ом периоде  $V_{EBO} = 611070 + (-8,31\% \times -41768)/(1+11,59\%) = 614431$  тыс. руб., во 2-ом периоде  $V_{EBO} = 697609 + (13,11\% \times 80130)/(1 - 1,89\%) = 707056$  при нормирующем значении = 0,87.

Проанализируем уровень средней заработной платы АУП и штатных сотрудников, который 1-ом периоде составил 27980 руб. в мес. и во 2-ом периоде г. Средняя зар/пл = 28920 руб. в мес., нормирующее значение = 0,967.

Рассчитаем коэффициент Бивера как соотношение

$$\frac{\text{Чистая прибыль} + \text{Амортизация}}{\text{Заемные средства}},$$

который 1-ом периоде Коэффициент Бивера =  $(13333+40707)/(153795+1500+328179+1861) = 0,09$  и во 2-ом периоде Коэффициент Бивера =  $(56480+48670)/(71155+67360+353534+1861) = 0,21$ . Нормирующее значение = 0,43

Теперь необходимо найти нормирующие значения, которые выражаются как отношение показателей будущего и базисного годов. Обозначим каждый такой нормирующий показатель  $X_1, X_2, \dots, X_n$  и  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ . Расчет нормирующих показателей в таблице 1:

Далее для расчета интегральных показателей потенциала роста будем использовать метод расстояний:

$$ПР = \sqrt{(1-x_1)^2 + (1-x_2)^2 + (1-x_3)^2 + (1-x_4)^2 + (1-x_5)^2}$$

Первым шагом будет нахождение интегральной оценки ресурсного потенциала, состоящий из показателей операционной, инвестиционной и финансовой составляющих деятельности предприятия.

$$РП = \sqrt{(1-1,003)^2 + (1-0,85)^2 + \dots + (1-0,41)^2} = 7,72$$

Таблица 3.

Сводная таблица нормированных показателей измерения потенциала организации  
Источник [4, 5]

Показатель	Ресурсный потенциал	Показатель	Потенциал роста
Операционные показатели			
X1	1,003	Y1	-1,14
X2	0,85	Y2	0,26
X3	1,087	Y3	0,24
Инвестиционные показатели			
X4	0,278	Y4	0,411
X5	0,26	Y5	-0,4
X6	0,21	Y6	1
Финансовые показатели			
X7	0,41	Y7	0,87
X8	1,164	Y8	0,967
X9	8,63	Y9	0,43

Второй шаг идентичен первому, только теперь в расчет берутся показатели, характеризующие потенциал роста предприятия:

$$ПР =$$

$$\sqrt{(1 + 1,14)^2 + (1 - 0,26)^2 + (1 - 0,411)^2 + \dots + (1 - 0,967)^2 + (1 - 0,43)^2} = 2,62$$

Оба показателя принимают значения больше единицы ( $РП > 1$ ,  $ПР > 1$ ), что говорит о том, что организация обладает устойчивым ресурсным потенциалом и потенциалом роста.

Согласно расчетам, объект инвестирования для хедж-фонда привлекателен.

## Результаты и выводы

В результате, при необходимости работать с непрерывным и многопоточным объемом информации, отдельные лица перманентно подвержены риску принятия ложного или неверного решения, тем самым возникает угроза нарушения управления. Все это приводит к необходимости менеджером освоение новых, прорывных методологий принятия решений на основе системного анализа и логико-лингвистического моделирования с использованием математических выводов [3]. Реализация же систем поддержки решений осуществляется с помощью ЭВМ, что требует создание моделей, способных наделять их функцией человеческого мышления. Построение же СППР требует определенной алгоритмизации шагов и представления знаний в виде предметной области, которая как раз-таки бы и отражала имеющиеся взаимосвязи и взаимодействия между объектами системы и ее подсистем. Совокупность объектов системы может быть представлена как статическими, так и динамическими элементами (элементарными объектами), главное, чтобы взаимосвязи между ними, а точнее определенная для объектов ситуационная абстракция, приводили к желаемому состоянию для более удобного, понятного и простого исследования свойств и изменения элементарных объектов.

## Список литературы

1. Халин В.Г., Чернова Г.В., Юрков А.В. Методологические аспекты создания и функционирования систем поддержки принятия решений // Экономический анализ: теория и практика. 2015, № 7(406) – С. 20-34.
2. Рискоориентированная технология информационного обеспечения в условиях цифровой экономики: управление рисками в электроэнергетике / М.Б. Игнатьев, А.Е. Карлик, Б.Л. Кукор [и др.] // Экономические науки. – 2018. – № 161. – С. 21-29.
3. Volkova, V.N., Vasiliev, A.Y., Efremov, A.A., Loginova, A.V. Information technologies to support decision-making in the engineering and control (Conference Paper) // Proceedings of 2017 20th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2017; St. Petersburg; Russian Federation; 24-26 May 2017; pp. 727-730. (дата обращения: 01.07.2021).
4. Яковлева Е.А., Козловская Э.А., Бойко Ю.В. Оценка инновационного потенциала предприятия как потенциала роста на основе стоимостного подхода. // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – Том 8. – № 2. – doi: 10.18334/vines.8.2.39139 <https://creativeconomy.ru/lib/39139>.
5. Яковлева Е.А., Платонов В.В., Карлик Е.М., Шарич Э.Э., Яковлева Д.Д. Эмпирическая модель систематизации финансовых показателей по функциям менеджмента как основа установления инновационного потенциала организации // Лидерство и менеджмент. – 2019. – Том 6. – № 2. – С. 73-90. – doi: 10.18334/lim.6.2.40883.

*Докторов Дмитрий Всеволодович*<sup>1</sup>,  
директор проектного института  
АО РНЦ «Прикладная химия»;  
*Искандеров Юрий Марсович*<sup>2</sup>,  
д-р техн. наук, профессор,  
заведующий лабораторией СПб ФИЦ РАН;  
*Ласкин Михаил Борисович*<sup>3</sup>,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент,  
старший научный сотрудник СПб ФИЦ РАН

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

<sup>1</sup> Россия, Санкт-Петербург, Проектный институт АО РНЦ «Прикладная химия»

<sup>2,3</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук,  
laskinmb@yahoo.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности оценки инвестиционных проектов при проектировании химических производств. Отмечено, что для полного учета особенностей необходимо разработать и внедрить, на основе системного подхода, методологию проектирования химических производств, предусматривающую не только проектирование технологий, технологических линий, зданий и сооружений в соответствии с планами заказчика, но и оценку экономической эффективности предполагаемого проекта. Предложено выделить стадию предпроектной проработки, позволяющей значительно снизить расходы на выполнении вариантной оценки возможных технических решений не только с точки зрения создания объекта капитального строительства, но и с точки зрения его эксплуатации. В качестве инструментального средства поддержки принятия решений предложено использовать релевантную интеллектуальную информационную систему.

**Ключевые слова:** оценка, экономическая эффективность, инвестиционный проект, проектирование, решение, химическое производство, интеллектуальная информационная система.

*Dmitry V.Doctorov*<sup>1</sup>,  
Director of the Design Institute  
JSC RRC "Applied Chemistry";  
*Yury M. Iskanderov*<sup>2</sup>,

Head of Laboratory of SPC RAS,  
Doctor of Technical Sciences,  
Professor;  
*Mikhail B. Laskin*<sup>3</sup>,  
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor,  
Senior Researcher of SPC RAS

## FEATURES OF ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OF INVESTMENT PROJECTS WHEN DESIGNING CHEMICAL PRODUCTIONS

<sup>1</sup> Russia, St. Petersburg, Design Institute JSC RRC "Applied Chemistry"

<sup>2,3</sup> Russia, St. Petersburg, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, laskinmb@yahoo.com

**Abstract.** The article discusses the features of the assessment of investment projects in the design of chemical production. It is noted that in order to fully take into account the features, it is necessary to develop and implement, on the basis of a systematic approach, a methodology for the design of chemical plants, which provides not only the design of technologies, technological lines, buildings and structures in accordance with the customer's plans, but also an assessment of the economic efficiency of the proposed project. It is proposed to single out the stage of pre-design study, which makes it possible to significantly reduce the costs of performing a variant assessment of possible technical solutions, not only from the point of view of creating a capital construction object, but also from the point of view of its operation. It is proposed to use a relevant intelligent information system as a tool for decision-making support.

**Keywords:** assessment, economic efficiency, investment project, design, solution, chemical production, intelligent information system.

В настоящее время химическая промышленность в значительной степени определяет темпы развития любого государства и находится в фокусе интересов инвесторов. Химический комплекс по инвестициям в основной капитал уступает только производству нефтепродуктов: в 2019 г. – 532,2 и 489,0 млрд. руб., или 22,1 и 20,3% от всех инвестиций в обрабатывающую промышленность соответственно. Важно отметить, что в химическом комплексе есть целый ряд факторов, способствующих позитивному развитию инвестиционного процесса, а именно [1]:

- рост спроса на продукцию химии и нефтехимии в России и на мировом рынке;
- высокая маржинальность продукции передела углеводородного сырья;

- государственная программа поддержки химической промышленности;

- внедрение в отрасль цифровизации и современных систем управления;

- возможности по созданию новых видов химической и нефтехимической продукции с уникальными потребительскими параметрами.

Известно, что инвестиционный проект представляет собой обоснование экономической целесообразности, объёма и сроков осуществления прямых инвестиций в определённый объект, включающее проектно-сметную документацию, разработанную в соответствии с действующими стандартами. Современный подход к разработке проектно-сметной документации достаточно жестко регламентирован со стороны государства. При выполнении проектных работ проектировщик руководствуется требованиями соответствующих нормативных документов в области обеспечения безопасного строительства и эксплуатации химических объектов. Проектирование химических производств имеет ряд характерных особенностей:

- основой проекта является технологическая линия, разрабатываемая под технологию производства того или иного химического продукта, проектное решение, представляет собой, набор технических и технологических приёмов, которые удовлетворяют требованиям заказчика и законодательства;

- под технологию, комплекс применяемых процессов и аппаратов проектируется объёмно пространственное размещение реакторов и аппаратуры в различных уровнях (этажах), а также решения по инженерному обеспечению процессов;

- только после указанных стадий проектируются здания и сооружения, в которых будет размещена технологическая линия;

- большинство химических производств работают в достаточно агрессивных средах, в связи с чем, оборудование имеет ограниченный срок безопасной работоспособности, обычно на него начисляется ускоренная амортизация (обычно 5-7 лет);

- здания и сооружения также имеют ускоренные сроки износа, подлежат обязательному освидетельствованию на предмет безопасной эксплуатации каждые пять лет;

- как правило, отходы химических производств сами могут быть исходным сырьём для получения товарных продуктов, изначально не являющихся целью разрабатываемого инвестиционного проекта.

Экономическая составляющая находит своё отражение, как правило, только в виде сметной документации. Такой подход в

определенной степени гарантирует реализацию проекта и успешный запуск производства, но вопросы экономической эффективности принятых технических решений зачастую остаются за кадром.

Для полного учета указанных условий и особенностей представляется целесообразным разработать и внедрить методологию проектирования химических производств, предусматривающую не только проектирование технологий, технологических линий, зданий и сооружений в соответствии с планами заказчика, но и оценку экономической эффективности предполагаемого проекта, методов её повышения, в том числе за счет максимального использования отходов производства в интересах производства возможных сопутствующих товарных продуктов, расчет экономической эффективности всей линейки возможных продуктов, оценку потребностей рынка в них. Очевидно, что для разработки подобной методологии должен быть использован системный подход.

В первую очередь, при разработке и оценке проекта необходимо учитывать действующую нормативно-правовую базу. Существует множество способов оценки инвестиционных проектов, как динамических, так и статистических [2], однако, с точки зрения существующего законодательства, состав и содержания материалов обоснования инвестиций изложены в Постановлении Правительства РФ от 12 августа 2008 г. N 590 "О порядке проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения" [3]. Положения данного постановления является обязательными для исполнения при привлечении в проект бюджетных средств, но практически все содержащиеся в нем положения находят своё отражение и в случае коммерческих инвестиций.

Одним из основных показателей, используемых для оценки инвестиционных проектов, в том числе и в утвержденной методике [4], является объём капитальных вложений, который на данной стадии оценки выполняется в виде предварительных расчётов на стадии предпроектной проработки.

Следует заметить, что стадия предпроектной проработки не предусмотрена Градостроительным кодексом РФ [5], Положением о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (утверждённых постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 [6]), однако в последнее время, при выполнении крупных проектов, всё чаще возникает необходимость в такой проработке.



С точки зрения заказчика такой подход обусловлен тем, что позволяет значительно снизить расходы на выполнении вариантной оценки возможных технических решений не только с точки зрения создания объекта капитального строительства, но и с точки зрения его эксплуатации. Последнее особенно важно при создании объектов в химической отрасли ввиду её специфики в части обращающихся сред, срока службы оборудования и наличия потенциальной опасности. Так как состав и содержание материалов предпроектной проработки не определены с точки зрения законодательства, заказчик и исполнитель на этапе заключения договорных отношений определяют, что будет являться результатом работы и какие варианты должны быть рассмотрены. Исходя из состава и содержания задач, решаемых на этапе предпроектной проработки, на данном этапе должна закладываться основа для выполнения оценки инвестиционных проектов. При таком подходе оценка принимаемых решений будет выполняться не только с технической, но и с экономической стороны. Кроме того, в определенных случаях, такой подход позволяет рассматривать и затраты связанные с эксплуатационной составляющей.

С точки зрения исполнителя работы, как правило, инжиниринговой или проектной организации, выполнение предпроектной проработки в значительной мере позволяет снизить риски «тупиковых» решений, которые могли бы иметь место на следующей стадии работы – разработка проектной документации. Учитывая особенности проектной работы, каждая последующая стадия подразумевает значительное увеличение детализации принимаемых решений, поэтому особенно важно определить «верное» направление на как можно ранних стадиях. Кроме того, такой подход позволяет увеличить скорость выполнения проектных и строительных работ, значительно снижает риски параллельного выполнения работ, и даёт возможность заказчику сократить время инвестиционной фазы проекта, что уже само по себе положительным образом повлияет на эффективность инвестиций в целом.

Таким образом, можно говорить о целесообразности выделения предпроектной стадии проектных работ с параллельной разработкой базовой экономической модели инвестиционного проекта с целью оценки экономической эффективности принимаемых технических решений. В процессе дальнейшей работы такая связка будет эволюционировать в сторону увеличения детализации принятых решений и, как следствие, уточнения степени их влияния на экономический результат.

Альтернативным вариантом указанному подходу зачастую является использование уже известных значений показателей, полученных с введенных в эксплуатацию объектов-аналогов. Недостатки такого подхода очевидны (идентичные аналоги – крайне редкий случай), однако он может быть применен, как менее затратный, при реализации относительно типовых объектов. Сравнительный подход также может быть применен для оценки базовых показателей экономической эффективности существующих предприятий отрасли, являющихся отражением общей макроэкономической отраслевой среды и которые могут быть применены при планировании ставок дисконтирования, коэффициента прямой капитализации при расчетах доходным подходом.

Еще одним важным моментом реализации инвестиционного проекта в химической отрасли является то, что все проектные работы ведутся исполнителем на основании исходных данных для проектирования [7]. И именно на стадии разработки исходных данных закладываются те технологические решения, которые в дальнейшем определяют будущий вид проекта в целом. В связи с этим, при разработке исходных данных для предпроектной проработки, необходимо учитывать и экономические аспекты.

В общем виде можно говорить о схеме взаимодействия (см. рис. 1), когда разрабатываемые на прединвестиционной стадии проекта в виде исходных данных, технологические решения находят своё отражение в предпроектных решениях, и обе эти группы решений получают в свою очередь экономическую оценку.



Рис. 1. Схема взаимодействия

Применение такого подхода видится целесообразным именно на ранней стадии проектной работы, так как именно на ранней стадии имеется возможность безболезненно для участников изменять и подбирать оптимальные технологические и технические решения без оглядки на уже проделанную работу. Безусловно, что и дальнейшее

поддержание актуальной экономической модели вплоть до проектной стадии «Рабочая документация» будет играть положительную роль. Однако, с увеличением детализации вклад тех или иных проектных решений в общий экономический результат будет снижаться.

Актуальным является вопрос о выборе и разработки новых методик оценки экономической эффективности проектов химической отрасли, с учётом коротких горизонтов планирования из-за эксплуатации основных средств в условиях агрессивных сред, техногенных рисков опасного производственного объекта, а также наличия целого спектра возможных побочных продуктов. Потребуется методики интеграции операционных, информационных и управленческих технологий на всех стадиях проектных работ по созданию химических производств.

В настоящее время для решения указанных проблем, связанных с оценкой инвестиционных проектов, активно используются релевантные интеллектуальные информационные системы (ИИС) [8-10]. Такие ИИС позволяют принимать обоснованные решения по выбору лучшего варианта проекта, выполнение которого гарантированно приводило бы к удовлетворению потребностей (цели, требования и ожидания) всех заинтересованных сторон (участников проекта), и в первую очередь заказчика.

Таким образом, исходя из практики выполнения проектных работ, целесообразным представляется выделение стадии «Предпроектная проработка». На данной стадии целесообразно организовать взаимодействие различных групп – участников процесса подготовки материалов оценки инвестиционных проектов, в том числе отвечающих за технологические и предпроектные решения и их экономическую оценку. В процессе работы с использованием ИИС выполняется вариантный анализ и методом приближений определяется оптимальное предпроектное решение с экономической точки зрения с учётом ограничений заказчика и действующего нормативно-технического законодательства.

#### **Список литературы**

1. Гавриленко В.А. Поговорим об инвестициях в химию. // Вестник химической промышленности. №6, 2020. <http://vestkhimprom.ru/posts/pogovorim-ob-investitsiyakh-v-khimiyu> (дата обращения 10.09.2021).

2. Полтева Т.В. Сравнительная характеристика динамических показателей эффективности инвестиционных проектов // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 12. <https://web.snauka.ru/issues/2016/12/76252> (дата обращения: 10.09.2021).

3. Постановление Правительства РФ от 12 августа 2008 г. N 590 "О порядке проведения проверки инвестиционных проектов на предмет эффективности использования средств федерального бюджета, направляемых на капитальные вложения". <https://base.garant.ru/12161960/>, (дата обращения 10.09.2021).

4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов Утверждено Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 N BK 477.

5. Градостроительный кодекс Российской Федерации, Федеральный Закон № 190-ФЗ от 29.12.2004. [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_51040/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/), (дата обращения 10.09.2021).

6. Постановление Правительства РФ N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию" от 16.02.2008 N 87 (ред. от 15.07.2021). [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_75048/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_75048/), (дата обращения 10.09.2021).

7. Положение об исходных данных для проектирования. Утверждено Заместителем министра промышленности, науки и технологий Российской Федерации Терещенко Г.Ф. 30 января 2002 г. <https://docs.cntd.ru/document/1200047674>, (дата обращения 10.09.2021).

8. Искандеров Ю.М., Яковлева А.В. Использование информационной системы для обеспечения экспертизы качества инновационных проектов. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. 2015. № 3. С. 210-214.

9. Искандеров Ю.М., Ласкин М.Б. Моделирование транспортно-технологических процессов в цепях поставок на основе мультиагентных технологий. В книге: Перспективные направления развития отечественных информационных технологий. материалы V межрегиональной научно-практической конференции. Севастопольский государственный университет; Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН. Севастополь, 2019. С. 71-74.

10. Искандеров Ю.М., Ласкин М.Б., Чумак А.С., Хасанов Д.С. Особенности моделирования управления информационными ресурсами транспортных систем. В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении. сборник научных трудов XXIV Международной научной и учебно-практической конференции : в 3 ч.. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. - Санкт-Петербург, 2020. - С. 250-257.

УДК 658.5:004

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-92

*Макареня Татьяна Анатольевна*<sup>1</sup>,  
доктор экономических наук, доцент,  
зав. кафедрой инженерной экономики;  
*Али Аль-Убайди Ахмед Ибрагим Хусейн*<sup>2</sup>,  
аспирант 2 года обучения

## **НЕОБХОДИМОСТЬ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ ИРАКА**

<sup>1,2</sup> Россия, Ростов-на-Дону – Таганрог, Южный федеральный университет,  
<sup>1</sup> mta-76@inbox.ru,

<sup>2</sup> Ирак, Багдат, ahmedalirussia2020@yahoo.com

*Аннотация.* В статье исследуется проблема развития топливно-энергетической отрасли, как стратегического конкурентного подхода в Ираке с точки зрения пер-

спективных целей развития. Сделаны выводы о тенденциях экономического развития, проблемах энергетического комплекса и даны рекомендации по вкладу в развитие экономики Ирака.

**Ключевые слова:** Республика Ирак, нефтедобыча, топливно-энергетический комплекс, планирование.

*Tatiana A. Makarenya*<sup>1</sup>,

Doctor of Economics, Associate Professor,  
Head Department of Engineering Economics;

*Obaidi Ahmed Ibrahim Hussein*<sup>2</sup>,

postgraduate student of 2 years of study

## THE NEED FOR PLANNING FOR THE DEVELOPMENT OF THE FUEL AND POWER COMPLEX OF THE REPUBLIC OF IRAQ

<sup>1,2</sup> Russia, Rostov-on-Don - Taganrog, Southern Federal University,

<sup>1</sup> mta76@inbox.ru

<sup>2</sup> Iraq, Baghdad, medalirussia2020@yahoo.com

**Abstract.** The article examines the problem of the development of the fuel and energy of, as the strategic competitive approach in Iraq. This connection is in terms of promising development goals. Conclusions on the trends of economic development, problems of the energy complex are presented and recommendations of the Iraq economy are given.

**Keywords:** Republic of Iraq, oil production, fuel and energy complex, planning.

The energy sector is integral to the broader Iraqi economy. Oil and gas account for almost 60% of gross domestic product (GDP), 99% of export earnings and 90% of government revenues (World Bank, 2017): the Iraqi economy is one of the most oil-dependent in the world. The relationship between hydrocarbon revenues and the national budget is crucial and explains some of the broad macroeconomic pressures that have prevailed during times of revenue volatility (for example when oil prices dropped in 2014, the start of a period of lower oil prices). Government expenditure has closely tracked movements in oil prices, rising when they were high and falling when they were low. Such “pro-cyclical” fiscal policy has important implications for the economy as whole. At the low point in the recent oil price cycle, Iraq’s monthly oil revenue fell to less than US dollars (USD) 2 billion, while fiscal obligations (e.g. salaries, pensions, social spending) were more than USD 6 billion per month, leaving a USD 4 billion deficit to honor basic spending (discounting any expenditure on capital projects). Iraq financed the deficits through a mixture of increased borrowing (including from international financial institutions) and tapping its international reserves, which fell by USD 33 billion in 2016 compared with 2013 levels.

Iraq's oil sector has navigated well a very turbulent period in the last decade, managing to nearly double its output despite the war against ISIS and large swings in the oil price. As a result, Iraq has accounted for around one-fifth of the net increase in global supply over this period, and is now the fifth largest producer in the world. Iraq's production increases by around 1.2 million barrels per day (mb/d) over the next 10 years. This is a smaller increase than that seen over the last decade, but still cannot be taken for granted. The next phase of Iraq's oil development will depend not only on international market conditions, but also upon three factors that are within the grasp of the Iraqi authorities: ensuring sufficient water for injection; attracting foreign capital; and a conducive political and security environment. In reaching almost 6 mb/d of production in 2030, Iraq would overtake Canada and become the world's fourth-largest producer. Progress on provision of adequate water for oil recovery is essential. Without it, production rates could struggle to climb much beyond their current levels. To reach the projected production levels, Iraq would need an additional 3 mb/d of water for injection into reservoirs.

Iraq's refining sector is not well matched to the country's needs. Only 60% of the nominal 1 mb/d of refining capacity was utilised in 2018, and the product slate is weighted heavily towards heavy fuel oil. This means high dependence on imports for many of Iraq's oil product needs, at a current annual cost of some USD 2-2.5 billion. The full rehabilitation of the Baiji refinery would help remedy the most immediate pressures. However, without an increase in upgrading or hydrotreating facilities, the surfeit of heavy fuel oil may be increasingly problematic for Iraq, especially given the likely plunge in global demand for this product as a result of new quality specifications for international marine bunker fuels.

Iraq is not short of natural gas, but it continues to use gas far less – and far less productively – than most of the countries in the region. Rising oil production has meant an increase in gas flaring to some 16 billion cubic metres (bcm) per year. The Basrah Gas Company has made recent progress and is now capturing and processing around 10 bcm of gas per year. But these efforts will need to be accelerated, particularly when considering the growing need for gas in power generation and the costly reliance on pipeline imports. In our outlook, Iraq's marketed gas production increases to around 50 bcm over the next decade. Given that Iraq's associated gas is ethane-rich, progress in the upstream could support a significant expansion in petrochemicals output as well. How Iraq produces and uses its gas is a bellwether for the overall process of reform and modernization. Make an efficient, well-functioning energy sector the bedrock of a more diversified and prosperous Iraq, based on: the revenues from adequate and timely investment in the up-

stream; a much more productive use of the nation's gas resources; and a step-change in the affordability, reliability and sustainability of electricity provision.

Iraq has not had the same success in developing its associated and non-associated natural gas resources. As oil production soared, so has the amount of associated gas produced, but the capacity to capture and process this gas has not kept pace. Gas flaring increased from 12 billion cubic metres (bcm) per year in 2012 to around 16 bcm in 2018 (just over half of all gas produced). The inability to utilise its gas riches, at the same time as it has reoriented its power generation fleet from oil to gas, has led to an increasing gas deficit and Iraq now relies on imports from Iran to meet demand. This has introduced a number of vulnerabilities to Iraq's energy system; payment issues in mid-2018 led Iran to cut exports, which significantly exacerbated electricity shortages during peak seasonal demand in Iraq.

Some recent progress is noted in the start of operations of the Basrah Gas Company (BGC) to capture and process associated gas at the three "round 1 fields" of Rumaila, Zubair and West Qurna-1. By end-2018, the BGC was capturing close to 10 bcm, providing dry gas feedstock to power generators and facilitating liquefied petroleum gas exports. BGC has taken a final investment decision to increase capacity to 14.5 bcm in two years and has plans to increase this to 16.5 bcm by 2023, helping to significantly reduce flaring at the fields in which it operates. Plans to increase gas processing and use in other fields are uncertain. The operators of the Nassiriya field have announced plans to eliminate flaring entirely by 2021 and awarded a contract to Baker Hughes for gas processing facilities for 2 bcm. However, under the current contract terms, operators have no obligation to capture or use associated gas beyond their own requirements.

### **Recommendations**

We can submit the following recommendations to develop Iraqi sector of Oil and gas:

1. Expedite the development of projects that can deliver water to the southern fields for oil recovery, notably the Common Seawater Supply Project, while encouraging companies to enhance efforts on produced water reuse and recycling.
2. Push for full implementation of gas flaring reduction projects over the next two years. Clarify ownership of produced gas and responsibilities for its productive use; develop mechanisms to monetize ethane.
3. Expedite full restoration of the Baiji refinery, which would increase Iraq's operational refining capacity by 30% and reduce the USD 2-2.5 billion bill for annual oil product imports.
4. Take four measures to enhance the immediate resilience and operational performance of the electricity system.

5. Step up network maintenance, focusing on a small number of high impact areas.
6. Purchase mobile solutions for rapid availability and locational flexibility.
7. Remunerate maintenance and efficiency upgrades for existing power plants.
8. Enforce tariff regulations for all neighborhood generators.
9. A continuous focus on network refurbishment, maintenance and upgrades.
10. Refurbish existing power plants to close the gap between available and installed capacity.
11. Increase tariff collection for network connections, and reform grid and neighborhood tariffs to incentivize more efficient use of electricity and bring down peak demand.
12. Incentivizes investment in new capacity by offering accelerated capital recovery.
13. Develop a renewable energy industry, starting with a first round of solar PV and wind projects to build confidence, and then build on proven successes.

#### **References**

1. Iraq's Energy Sector: A Roadmap to a Brighter Future, World Energy Outlook special report , available on <https://www.iea.org/reports/iraqs-energy-sector-a-roadmap-to-a-brighter-future>.

УДК 004.942

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-93

*Веретенникова Елена Григорьевна,*

доцент;

*Мирошниченко Ирина Иосифовна,*

доцент, канд. экон. наук;

*Калугян Каринэ Хачересовна,*

доцент, канд. экон. наук, доцент

## **АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЯ КРІ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MICROSOFT POWER BI**

Россия, г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)», [eg\\_2008@mail.ru](mailto:eg_2008@mail.ru), [iimo2@ya.ru](mailto:iimo2@ya.ru),  
[kalugyan@yandex.ru](mailto:kalugyan@yandex.ru)

*Аннотация.* В работе предлагается подход к оптимальной и обоснованной автоматизации анализа и визуализации достижения ключевых показателей эффективности (КРІ) подразделениями предприятия по формированию дохода. Средства решения задачи: 1С: Предприятие, Power Query, Power Pivot, Power View.



Результатом является создание информационного и программного обеспечения для получения дашборда по достижению KPI.

**Ключевые слова:** KPI, 1С: Предприятие, Microsoft Power BI, куб, дашборд, анализ, визуализация.

***Elena G. Veretennikova,***

Associate Professor;

***Irina I. Miroshnichenko,***

Associate Professor, PhD in Economics;

***Karine Kh. Kalugyan,***

Associate Professor, PhD in Economics, Associate Professor

## **ANALYSIS OF KPI ACHIEVEMENT BY ORGANIZATIONAL UNITS USING MICROSOFT POWER BI**

Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics (RINH),  
eg\_2008@mail.ru, iimo2@ya.ru, kalugyan@yandex.ru

**Abstract.** The paper proposes an approach to the optimal and reasonable automation of analysis and visualization of the achievement of key performance indicators (KPIs) by the divisions of the enterprise for generating income. Means of solving the problem: 1C tools: Enterprise, Power Query, Power Pivot, Power View. The result is the creation of information and software for obtaining a dashboard for achieving KPI.

**Keywords:** KPI, 1C: Enterprise, Microsoft Power BI, cube, dashboard, analysis, visualization.

### **Введение**

Эффективное управление предприятием или организацией невозможно без планирования и контроля деятельности его подразделений. В последние годы распространенной практикой является применение ключевых показателей эффективности (KPI), предназначенных для определения политики в отношении подразделений, для создания четкой и прозрачной системы мотивации, для анализа эффективности работы. Однако такая система будет работать лишь в случае соответствия глобальным, стратегическим целям предприятия (т.н. сбалансированная система показателей) [1-3, 7-11]. Система KPI зависит от целей конкретной организации, видов ее деятельности, масштаба, уровня развития системы менеджмента. Как правило, одними из важнейших показателей являются группы показателей выручки, клиентов, персонала. Учитывая сложность задачи, а также большой объем информации, невозможно решить задачу расчета, анализа и визуализации KPI подразделений без разработки соответствующего программного решения с использованием специальных средств.

Сказанное определяет актуальность и необходимость решения задачи автоматизации анализа и визуализации достижения КРІ подразделениями организации [4-6, 11].

### 1. Постановка задачи

Методология управления на основе КРІ прочно вошла в деятельность отечественных и зарубежных предприятий. Под КРІ понимаются некоторый набор количественных показателей, описывающих деятельность предприятия, его подразделений и отдельных сотрудников и свидетельствующих об эффективности их деятельности [2-4, 5-7]. При этом разработка системы КРІ и ее внедрение предполагает ряд условий и требований, без соблюдения которых такие показатели не способны принести пользу.

Общепринятым подходом к формированию целей предприятия является система сбалансированных показателей (balanced scorecard). В ее рамках формируются цели высшего уровня: прибыльность, расширение клиентской базы, эффективность внутренних процессов, развитие персонала предприятия. Каждое из этих направлений поддержано целями второго и последующих уровней.

Рассмотрим задачу автоматизации контроля достижения КРІ на основе автоматической выгрузки данных из учетной системы. Для решения задач оценки достижения КРІ в современных условиях используют подход, известный как бизнес-аналитика или business intelligence. Типичная схема работы BI-системы бизнес-аналитики представлена на рисунке 1.

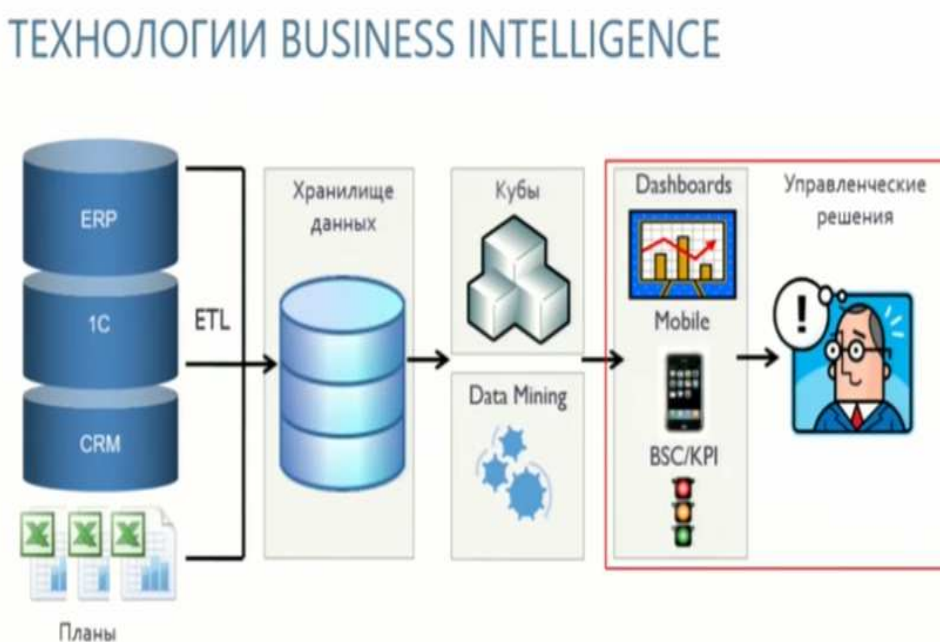


Рис. 1. Типовая схема системы бизнес-аналитики для оценки КРІ

## Разработка и моделирование системы

Традиционно системы бизнес-аналитики обеспечивают сбор и интеграцию разнообразных данных о ходе бизнеса (продажи, кадры, движение техники, предпочтения покупателей и т.д.) и их преобразование в единую форму, удобную для дальнейшей работы (Extract Transform and Load или ETL). Далее строится аналитическая модель данных, например, в форме OLAP-кубов. Отсюда данные могут быть обработаны в различных аналитических разрезах, необходимых для решения конкретной задачи бизнеса. На сегодняшний день наиболее эффективным способом представления сводных итоговых данных в бизнесе является дашборд [2-3, 7, 9]. Прототипом дашборда является приборная панель автомобиля. Его смысл заключается в возможности в краткой, удобной для восприятия форме выразить всю совокупность необходимых данных для обеспечения контроля за предприятием и принятия управленческих решений. Дашборд включает в себя различные принятые инструменты управления. Причем применяемые визуальные элементы (виджеты) зависят от принятого концептуального вида анализа данных. На рисунке 2 показаны простейшие виды сопоставления (сравнительного анализа) и наиболее распространённые средства их визуализации.

### БАЗОВЫЕ ВИДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ



Рис. 2. Типовая схема дашборда

Отметим, однако, что принципиальная разница в средствах визуализации определяется не решениями дизайна и даже не типами проводимого анализа, а прежде всего, уровнем рассмотрения бизнеса. Рассмотрев дашборды и их использование для управления бизнесом, были сформулированы требования к решению поставленной задачи: система должна использовать данные из учетной среды предприятия, а также доступные внешние данные; результаты должны оперативно обновляться; система должна раскрывать такие стороны бизнеса как производство, продажи, отношение потребителей; данные должны быть представлены в нагляд-

ной визуальной форме, удобной для принятия решений. Общая схема решения задачи представлена на рисунке 3.

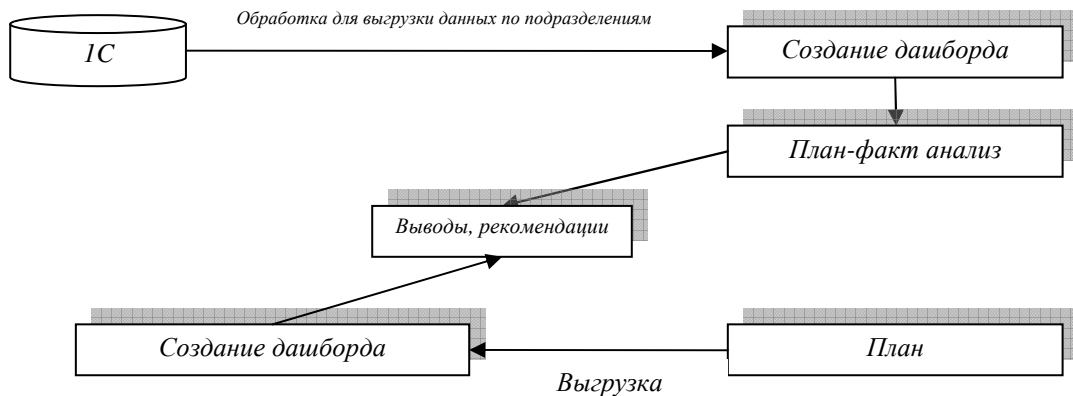


Рис. 3. Общая схема реализации задачи

Реализация перечисленных функций невозможна без привлечения информационных технологий (Business Intelligence Software tools). Эти инструменты отличаются ценой, способом реализации, например, выделяются облачные решения, набором реализованных методик и компонентов. Наиболее распространенные BI-решения: Qlick View; Tableau; Microsoft Power BI и др. Любой из инструментов включает в себя:

- средства получения, трансформации, комбинирования и представления исходных данных для бизнес-анализа (технология ETL – Extract, Transform, Load);

- средства построения модели данных в соответствии с принятой концепцией системы возможностями и терминами, позволяющей прописать связи между компонентами исходных данных (ассоциации);
- набор визуальных средств или диаграмм, включая картографический компонент;
- средств построения интерактивных отчетов, позволяющих создать интересующий пользователя отчет, снабдив его необходимыми элементами управления и связанным набором визуальных элементов;
- средства доступа к отчетам через различные среды, через веб-сайт, через мобильное приложение.

Основой для расчета достижения KPI подразделениями компании является информация из нетиповой конфигурации 1С: Предприятие. Для различных категорий подразделений формирование KPI идет по-разному. На рисунке 4 приведен фрагмент журнала первичного документа «Отгрузка наценки» для одного из подразделений, осуществляющего продажу программного обеспечения.

Список Отгруженная наценка во франчайзинге

Действия: (+) [Иконки]

Период	Регистратор	Н. Δ	Актив	Подразделение	Номенклатура	Направление продаж	Документ движения	РТУ	Сетка
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	99	✓	ОКР Питер	Салезки для 3.5' отсека KINGSTON SNA-	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0323000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	100	✓	ОКР Питер	Блок питания AEROCOOL VX PLUS, 350Вт	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0323000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	101	✓	ОКР Питер	Модуль памяти PATRIOT PSD34G13332 D...	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0323000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	102	✓	ОКР Питер	Модуль памяти PATRIOT PSD38G13332 D...	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0323000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	103	✓	ОКР Питер	Кабель HDMI M / HDMI M V1 4b высокос...	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0325000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	104	✓	ОКР Питер	Кабель HDMI M / DVI M (24+1) double link	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0325000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	105	✓	ОКР Питер	Лицензия: Комплект Dr Web для школ на ...	ПО Российские, Зарубежные; Товар...	Реализация товаров и ...	Реализаци...	
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	106	✓	ОКР Питер	Сетевой фильтр Вито 600SH-5-W 6 розето...	Компьютерное оборудование	Реализация товаров и ...	Реализаци...	Заказ покупателя РТА0325000...
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	107	✓	ОКР Питер	Лицензия: Комплект Dr Web для школ на ...	ПО Российские, Зарубежные; Товар...	Реализация товаров и ...	Реализаци...	
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	108	✓	ОКР Питер	Лицензия: Комплект Dr Web для школ на ...	ПО Российские, Зарубежные; Товар...	Реализация товаров и ...	Реализаци...	
21.04.2021 0:00:00	Расчет ма...	109	✓	ОКР Питер	Лицензия: Комплект Dr Web для школ на ...	ПО Российские, Зарубежные; Товар...	Реализация товаров и ...	Реализаци...	

Рис. 4. Фрагмент исходных данных по подразделению

Ежедневно данные загружаются в систему оценки КРІ и служат основой для построения дашбордов. Пример такого дашборда приведен на рисунке 5.



Рис. 5. Достижение КРІ подразделениями

Из рисунка видны данные фактического значения КРІ по подразделениям. Также с помощью визуальных элементов показана динамика (рост или падение). Эти данные можно сопоставить с приведенным здесь же плановым значением. Следующие колонки позволяют сравнить значения со значениями за аналогичный период прошлого года. Экстраполяция показывает, что будет, если подразделение доработает до конца года с набранным темпом; каков будет итог; будет ли выполнен его план. Рисунок 6 демонстрирует итог работы подразделения по КРІ в графическом виде.

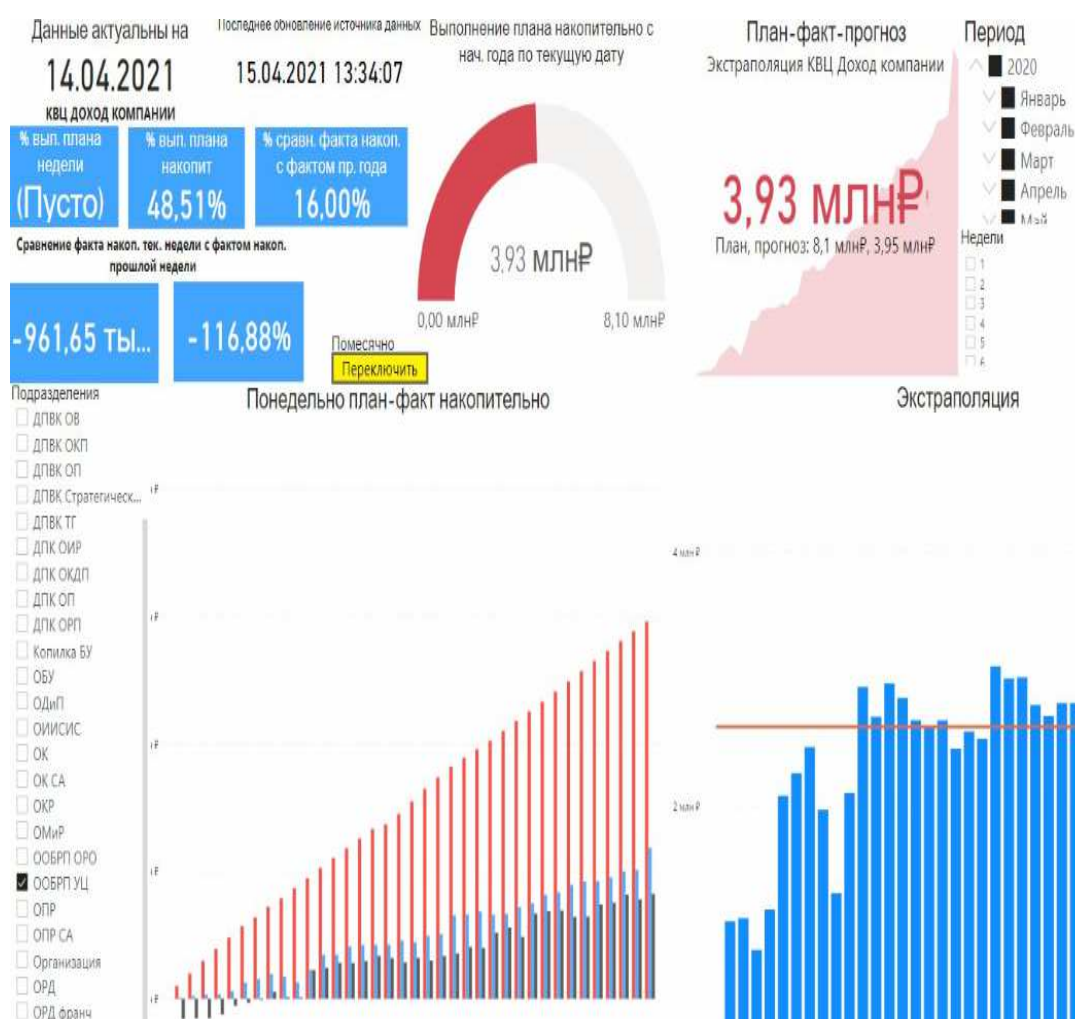


Рис. 6. Достижение КРІ подразделениями (пример для одного подразделения)

В верхней части рисунка показаны стратегические значения – процент выполнения плана и общие суммы. Недельная динамика, а также экстраполяция приведены на виджетах в нижней части рисунка. На рисунке 7 показаны данные по предприятию в целом, полученные на основе агрегации.

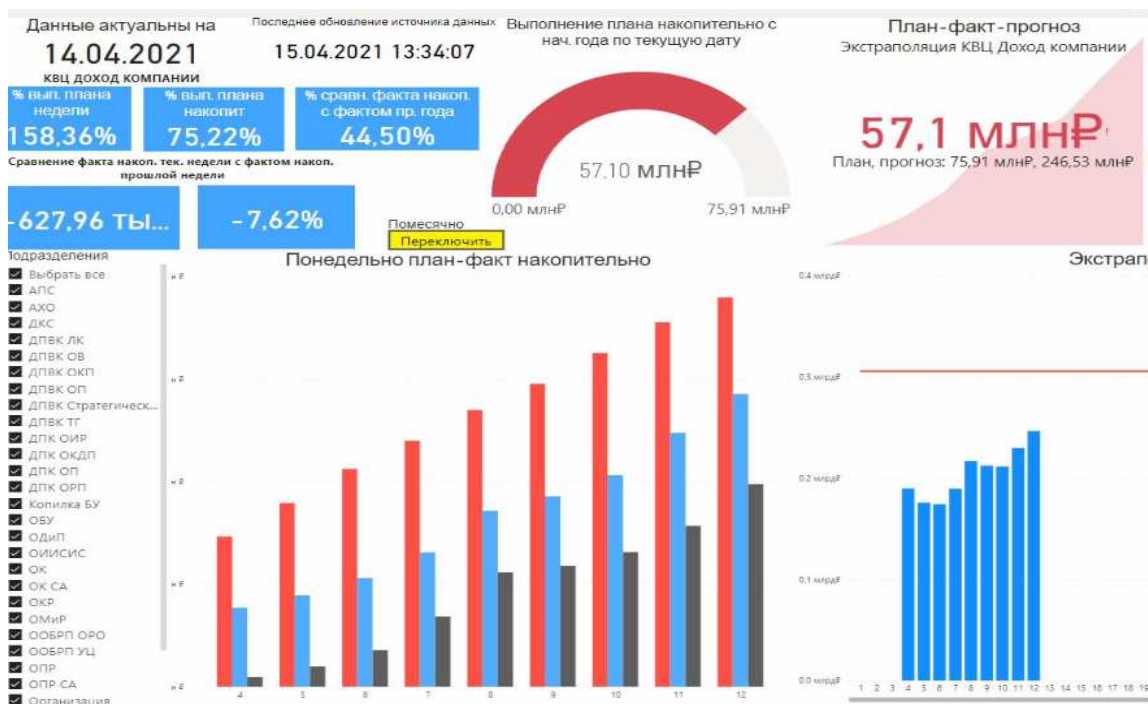


Рис. 7. Сводные данные по KPI

## Заключение

В работе предложен подход автоматизации анализа и визуализации достижения ключевых показателей эффективности (KPI) подразделениями предприятия по формированию дохода. В ходе решения задачи разработаны модель и программное решение, включающее в себя обработку данных из платформы 1С: Предприятие, запросы MS Power Query, модель Power Pivot и совокупность визуальных интерактивных дашбордов. Эффективность предлагаемого подхода разработки и моделирования автоматизированной системы анализа KPI складывается из следующих факторов: снижение трудоемкости обработки информации и повышение эффективности принимаемых решений.

## Список литературы

1. Булгакова И.В. Обзор средств Business Intelligence применяемых в современных корпоративных системах // Политехнический молодежный журнал. – 2017. – № 12 (17). – с. 3.
2. Business Intelligence (BI) [Электронный ресурс] // IT Solutions. – URL: <http://it-solutions.ua/ru/s81-Business-Intelligence-BI.html> (дата обращения: 07.04.2019).
3. Домрачева А.А., Сайбель Н.Ю. Business Intelligence в экономике // Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2017. – № 2. – с. 41-46.
4. Жилина Е.В., Мирошниченко И.И., Савельева Н.Г., Веретенникова Е.Г. Ресурсоемкость деловых процессов при проектировании и разработке веб-системы коммерческого предприятия // Бизнес. Образование. Право. Вестник Волгоградского института бизнеса. – 2017. – № 2 (39). – с. 156-164.

5. Илюшников К.К. Подходы к планированию обучения персонала с применением модели оценки эффективности корпоративного обучения, на основе системы КРІ и детализированных метрик // Креативная экономика. – 2018. – Том. 12. № 7. – с. 1039-1051.

6. Ильяшенко О.Ю., Ильин И.В., Болобонов Д.Д. Роль VI-систем в совершенствовании процессов обработки и анализа бизнес информации: учебник. – Наука и бизнес: пути развития. – 2017. – № 6 (72). – с. 124-131.

7. КРІ (ключевые показатели эффективности). Как внедрить систему КРІ в компании // Генеральный директор: электронная версия журнала. – 2017. – URL: <https://www.gd.ru/articles/3584-kpi> (дата обращения 12.07.2021).

8. Мирошниченко И.И. Анализ и моделирование бизнес-процессов: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГЭУ (РИНХ), 2018. – 128 с.

9. Обзор программ КРІ-автоматизации // Крупнейший в Европе ресурс для IT-специалистов «Хабр». – 2018. – URL: <https://habr.com/post/352418/> (дата обращения 24.06.2021).

10. Примеры КРІ: изучаем, оцениваем, применяем // Коммерческий директор: электронная версия журнала. – 2017. URL: <https://www.komdir.ru/article/2132-primery-kpi> (дата обращения 08.07.2021).

11. Хубаев Г.Н., Калугян К.Х., Родина О.В., Щербаков С.М., Широбокова С.Н. Визуальное и имитационное моделирование деловых процессов для экспресс-оценки ресурсоёмкости товаров и услуг // The Scientific Heritage. – 2016. – Т. 2. № 5 (5). – Р. 92-99.



## Секция 4

### ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

**Председатель – Арефьев Игорь Борисович,**

доктор .техн. .наук, профессор

Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения

имп. Александра 1. Россия, Санкт-Петербург,

Akademia Morska w Szczecinie. Poland,

**Ученый секретарь – Афанасьева Ольга Владимировна,**

канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

УДК 333

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-94

**Leon Bazil,**

д-р экон.наук, профессор

### СИСТЕМЫ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВЫХ ТУРБИН – БУДУЩЕЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ

Stevens Institute of Technology (USA),

leonabazil@gmail.com

**Аннотация.** Выступление предлагает оценить системные свойства вертикально-осевых ветряных турбин. Автор напоминает об замечательном открытии финским инженером Савониусом простой и надежной конструкции турбины. Такие турбины значительно легче по сравнению с горизонтально-осевыми турбинами изготавливаются, транспортируются, монтируются и обслуживаются. Но главным их преимуществом является возможность создавать из них надежные и экономичные энергетические системы в различных комбинациях с другими типами турбин и генераторов.

**Ключевые слова:** энергетические системы, вертикально-осевые, горизонтально-осевые ветряные турбины, электрогенераторы.

**Leon Bazil,**

Doctor of Economics, Professor

### VERTICAL-AXIAL TURBINE SYSTEMS - THE FUTURE OF WIND POWER

Stevens Institute of Technology (USA),

leonabazil@gmail.com

**Abstract.** The presentation proposes to evaluate the systemic properties of vertical-axis wind turbines. The author recalls the remarkable discovery by the Finnish engineer

Savonius of a simple and reliable turbine design. Such turbines are much lighter in comparison with horizontal-axis turbines to be manufactured, transported, assembled and maintained. But their main advantage is the ability to create reliable and economical energy systems from them in various combinations with other types of turbines and generators.

**Keywords:** power systems, vertical-axis, horizontal-axis wind turbines, electric generators.

## **Введение**

Ветряные турбины являются древнейшим типом привода машин и механизмов и наиболее перспективным воспроизводимым источником энергии. Имеется большое разнообразие их конструкций - от деревянных ветряных мельниц и до роторов, изготовленных из современных композитных материалов. Существует две основополагающих конструкций ветряков: вертикально-осевая и горизонтально-осевая. В современной ветроэнергетике традиционно преобладают горизонтально-осевые турбины типа пропеллеров.

### **1. Преимущества вертикально-осевых турбин**

Имеется ряд трудностей применения горизонтально-осевых турбин в связи с их техническими, экономическими, экологическими и даже эстетическими недостатками. Вертикально-осевые турбины лишены большинства этих недостатков. При этом они имеют ряд неоспоримых преимуществ:

- Могут быть установлены на водной поверхности и на любой местности независимо от розы ветров стационарно или на судах и передвижных платформах.
- Могут быть изготовлены из различных материалов (из дерева, пластмассы, металла, композитов).
- Могут монтироваться в системы из компонентов и модулей любой размерности, необходимой для транспортировки, монтажа и обслуживания.
- Выдерживают высокий опрокидывающий момент благодаря низко расположенному центру тяжести, особенно при модульном монтаже.
- Могут быстро укрываться от ураганных ветров, опускаясь в подземные шахты на суше или под воду на море.

Наиболее пригодными для создания ветроэлектрических систем нам представляются турбины Савониуса [1]. Вертикально-осевая турбина была запатентована финским инженером Сигурдом Савониусом в 1925 году как ветровая и гидравлическая. Вертикально-осевые турбины неза-

служенно забыты почти на век. Турбина Савониуса состоит из двух криволинейных лопастей укрепленных на вертикальной оси которая может вращать электрогенератор. Современные гидравлические турбины работают на вертикальных роторах. Генератор может быть расположен на одном валу под турбиной или получать вращение от турбины через механическую коробку передач. Основными преимуществами турбин Савониуса являются относительная простота конструкции и соответственно их надежность (рис. 1).



Рис. 1. Ветряная турбина Савониуса

## 2. Модульные структуры энергетических систем

Основным системным преимуществом вертикально-осевых турбин является возможность построения на их основе энергетических систем любой структуры и размера. Это достигается композицией индивидуальных турбин и их модулей различной структуры в системы на любой географической местности — на равнине, в горах и на море. Такой подход характерен для развития всех современных конструкций путем их упрощения [2, 3].

Индивидуальные турбины могут устанавливаться для отдельных потребителей для малых бизнесов на фермах и агропромышленных комплексах. Наиболее перспективно развитие их в энергетическую систему по мере роста энергопотребления. Это достигается построением модулей различной структуры и размерности — от 2-х до 6 турбин стандартной или переменной мощности. Рост системы с минимального до любого размера происходит путем добавления отдельных турбин и/или их модулей гибкими сочленениями. Морские ветроэнергетические системы строятся на понтонах и закрепляются на якорях с герметически защищенными генераторами находящимися под водой (рис.2). При ожидании ураган-

ных ветров или цунами турбина также притапливается на безопасную глубину.

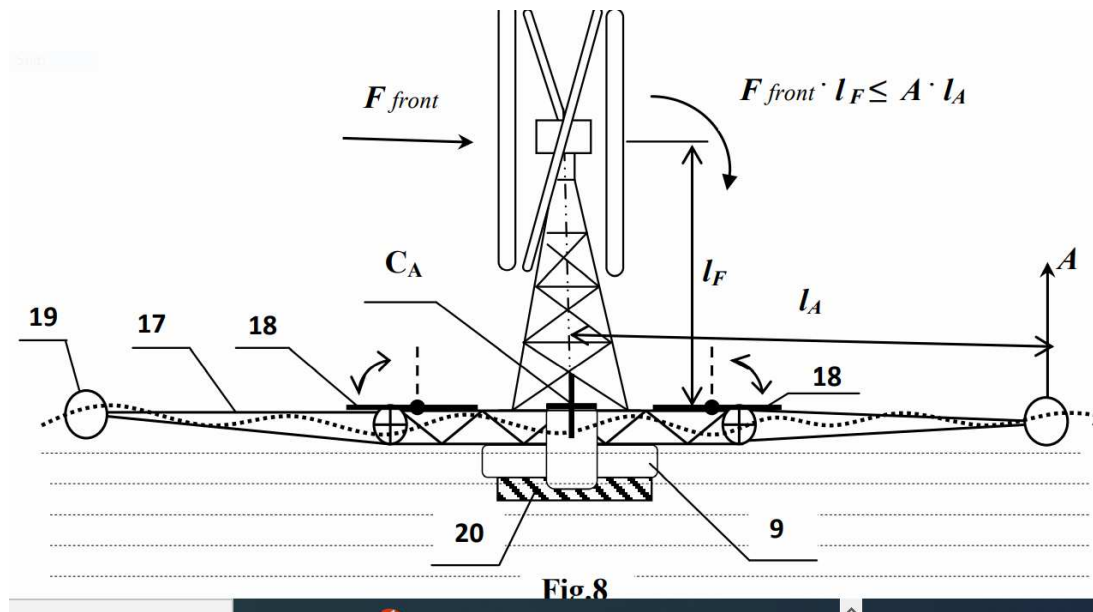


Рис. 2. Плавающий ветрогенератор Савониуса

Наиболее практичен модуль из трех турбин расположенных в вершинах равнобедренного треугольника и соединенных жесткими ребрами на суше или гибкими понтонами на море. По мере роста энергетической системы к первоначальному модулю присоединяются новые турбины и элементарные модули 2-х или 3-х мерности. Для энергетических систем на море рекомендуются 4-х и 6-турбинные модули (рис. 3) благодаря их высокой устойчивости при больших колебаниях волнения моря и возможности быстрого и безопасного притопления при ураганных ветрах [4, 5].

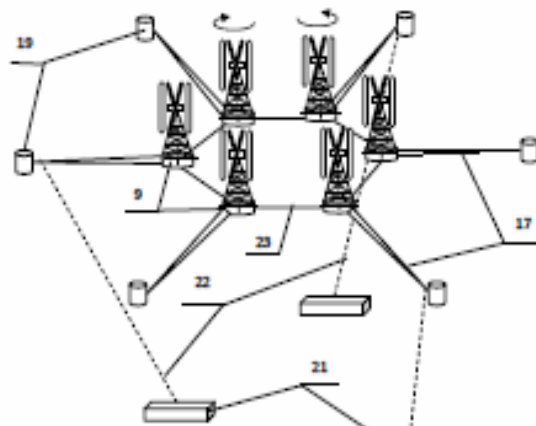


Рис. 3. Морская система из шести модулей вертикально-осевых турбин

### 3. Архитектура ветроэнергетических систем

Вертикально-осевые турбины могут формировать архитектурно выразительные комплексы в море и на равнинах, а также каскады на пересяченной местности и в горах. Они могут плотно перекрыть ветровые потоки путем установки цепочки турбин перпендикулярно преобладающему направлению розы ветров. Каскадный эффект может быть также достигнут при установке цепочки турбин на железнодорожных платформах, меняющих их ориентацию при сезонных изменениях преобладающего направления ветра (рис. 4).



Рис.4. Варианты расположения вертикально-осевых турбин на суше и на транспорте

#### Заключение. Смешанные энергетические системы

Вертикально-осевые турбины могут быть надстроены над гидравлическими турбинами как резервные или дополнительные приводы к существующим генераторам в периоды пониженного напора воды. Это может обеспечивать нужды населения и сельское хозяйство в периоды засухи и стихийных бедствий. Вертикально-осевые турбины удобны для подъема термальных вод и могут использовать модули вертикального оборудования для добычи нефти и газа.

Системная концепция построения национальных энергетических систем преобладает в индустриально развитых странах [6].

#### Список литературы

1. Patent number US1697574 "A Rotor adapted to be driven by wind or flowing water" /Ротор выполнен с возможностью управляться с помощью ветра или протекающей воды./ Filing date Aug 13, 1925 Inventors [Savonius Sigurd Johannes](#).
2. Bazil, Leon. Business Games for Management and Economics: Learning by Playing. World Scientific Publishers. - Singapore, 2012. – 370 pp.

3. Brooks, F., Design for Design. Essays from a Computer Scientist. – New York: Addison-Wesley, 2010. – 534 pp.
4. Борн, Денис. Первый в мире плавучий ветряк уже в работе /The world's first floating wind turbine already in the works/ 10.09.2009 <http://www.3dnews.ru/579456>.
5. Ветровые плавающие электростанции Hywind /Floating wind electric power plants Hywind/ <http://www.sciencedebate2008.com/floating-power-plants>.
6. Энергетическая концепция Германии – 2050 / Energy Concept of Germany – 2050/. Часть 3. 13.10.2012 Перевод с немецкого специально для «Exrus.eu» Карины Аскеровой <http://ru.exrus.eu/Energeticheskaya-kontsepsiya-Germanii-2050-Chast-3-id5079b21b6ccc199c6900148d>"HYPERLINK "http://ru.exrus.eu/Energeticheskaya-kontsepsiya-Germanii-2050-Chast-3.

УДК 333.72

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-95

*Афанасьева Ольга Владимировна,*  
доцент, канд. техн. наук, доцент

## **ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА**

Россия, Санкт-Петербург, ФГБОУВО «Санкт-Петербургский горный  
университет, [afanaseva\\_ov@pers.spmi.ru](mailto:afanaseva_ov@pers.spmi.ru)

*Аннотация.* Методы системного анализа эффективно используются при решении широкого класса проблем. В статье приводятся результаты применения системного подхода при исследовании вибрационных процессов в двигателях внутреннего сгорания. Применение кластерного анализа позволило повысить точность вычисления коэффициентов в критериальном уравнении, положенном в основу методики вибродиагностирования двигателя. Представлен пример кластеризации при помощи пакета прикладных программ STATGRAPHICS PlusforWindows.

*Ключевые слова:* кластерный анализ, двигатель внутреннего сгорания, критериальное уравнение, вибрация.

*Olga V. Afanaseva,*  
Assoc. Prof., Ph.D

## **IMPROVING THE PRECISION OF ENGINE VIBRATION STUDIES BY SYSTEM ANALYSIS METHODS**

Russian Federation, Saint-Petersburg Mining University,  
[afanaseva\\_ov@pers.spmi.ru](mailto:afanaseva_ov@pers.spmi.ru)

*Abstract.* Systems analysis methods are effectively used to solve a wide class of problems. The article presents the results of the systematic approach application in the study of vibration processes in internal combustion engines. The use of cluster analysis made it possible to increase the coefficients calculating accuracy in the criterion equation, which

was the basis for the vibration diagnostics technique. An example of clustering using the STATGRAPHICS PlusforWindows application package is presented.

*Keywords cluster analysis, internal combustion engine, criterion equation, vibration.*

## **Введение**

Известно, что для всестороннего исследования любой проблемы необходимо использовать системный подход [4, 5]. Методы системного анализа успешно применяются для изучения процессов, происходящих в системах различной природы (технических, экономических и социальных) [1, 10].

Во всех исследованиях, чтобы выдвинуть конкретные, обоснованные предположения о состоянии исследуемых процессов, используются различные методы системного анализа, по результатам которых можно сделать рациональный и обдуманный выбор решения данной проблемы [2, 9].

### **1.1. Описание предметной области**

Одним из примеров успешного применения системного подхода являются результаты исследования проблемы, связанной с анализом уровня вибрации судовых механизмов, например двигателей внутреннего сгорания [6, 12]. В работе [3] приведены результаты построения критериального уровня, положенного в основу метода, позволяющего на работающем дизеле по значениям виброскорости определять величину зазора в трибосопряжении втулка цилиндра - тронк поршня. Метод вибродиагностирования ДВС, позволяет определять величину диаметрального зазора между втулкой цилиндра и тронком поршня, рассчитывать текущую скорость изнашивания деталей цилиндропоршневой группы, более обоснованно выбирать периодичность технических обслуживаний и ремонтов ДВС [3, 13]. Коэффициенты в критериальном уравнении определялись на основе данных о средних уровнях виброскорости на лапах 24 типов дизелей на частотах от 63 до 8000 Гц [3], при этом разбиение дизелей на группы проводилось по номинальной частоте вращения коленчатого вала.

Известно, что при оценке функциональной однородности сравниваемых типов двигателей, часто используются методы, основанные на анализе динамических сгущений (для случаев одномерного сравнения) и многомерной иерархической классификации [8].

Для разбиения множества объектов на заданное или неизвестное число классов на основании некоторого критерия качества классификации целесообразно использовать кластерный анализ [7, 11]. Алгоритмы кластерного анализа отличаются большим разнообразием, причём боль-

шинство из них состоит из двух этапов: задание начального (возможно, искусственное или даже произвольное), напр., табл. 1

Таблица 2

Основные характеристики наиболее распространённых ДВС речного флота

Марка и характеристика двигателя	$N_e$ , кВт	$n$ , мин <sup>-1</sup>	$p_e$ , МПа	$p_z$ , МПа	$N_{max}$ , Н	$z$ , м	$D_{czv}$ , Н.м	$D_{czb}$ , Н.м
6ЧРПН 36/45 (Г60)	662	378	0.77	6.9	52900	0.0003	34500	119600
8NVD36	220	360	0.56	5.1	17100	0.0002	13610	119600
8NVD36A	309	378	0.76	6.3	23210	0.0004	13610	81780
8NVD48A	736	378	0.76	5.9	41260	0.0003	34500	94670
8NVD48	493	350	0.55	5.1	29860	0.0004	17660	81780
6NVD48АИ	486	340	0.76	5.5	41260	0.0003	41870	124400
6NVD48	368	350	0.54	5.1	29310	0.0004	41870	108800
6ЧРПН 36/45 (Г-70-5)	736	350	0.92	7.4	63210	0.0003	34500	165500
8NVD36	294	500	0.54	5.1	16490	0.0002	13610	81780
6L278Rr	276	500	0.52	5.1	20850	0.0003	7452	34500
6L278PN	515	600	0.82	6.9	13570	0.0003	7452	34500
6ЧНСП 25/34	341.2	500	0.79	6.9	26180	0.0002	70110	276000
6ЧНП 25/34	220	500	0.53	5.7	17560	0.0005	70110	276000
8ЧНСП 18/22	220.8	780	0.82	7.4	14080	0.0005	2208	17660
6ЧНСП 18/22	165.6	780	0.79	7.1	13570	0.0004	10220	22460
6ЧСП 18/22	110	780	0.53	5.6	9104	0.0004	7452	15550
6NVD26	132.4	780	0.54	5.9	9275	0.0004	22460	41870
6L160PNS	140	780	0.82	7.4	11130	0.0003	9621	13610
6ЧСПН 12/14	92	1700	0.69	7.3	5268	0.0003	2208	34500
6ЧСП 12/14 (К-461-1)	59	1500	0.54	5.9	4122	0.0004	2813	34500
12ЧСП 15/18 (ЗД12Н)	220.8	1500	0.5	7.4	5964	0.0002	2813	50200
12ЧСП 15/18 (ЗД12)	220.8	1500	0.45	7.4	5368	0.0002	1885	41870
6ЧСПН 15/18	173.6	1500	0.72	7.8	8588	0.0002	13610	41870
6ЧСПН 15/18 (ЗД6Н)	110.4	1000	0.69	7.8	8230	0.0003	59620	10220

И разбиения множества объектов на классы и определение математического критерия качества автоматической классификации; переме-



щение объектов из класса в класс до тех пор, пока значение критерия не перестанет улучшаться (рис.1).



Рис.1 Схема сравнения

Применение кластерного анализа в общем виде сводится к следующим стадиям отбор выборки объектов для кластеризации; определение множества переменных, по которым будут оцениваться объекты в выборке. При необходимости нормализация значений переменных; вычисление значения меры сходства между объектами; применение метода кластерного анализа для создания группы сходных объектов (кластеров); представление результатов анализа [8].

На рисунке 2 представлены результаты исследования и дендрограмма, объединяющая все исследуемый объекты в один кластер, исследование проводилось при помощи пакета прикладных программ STATGRAPHICS PlusforWindows.

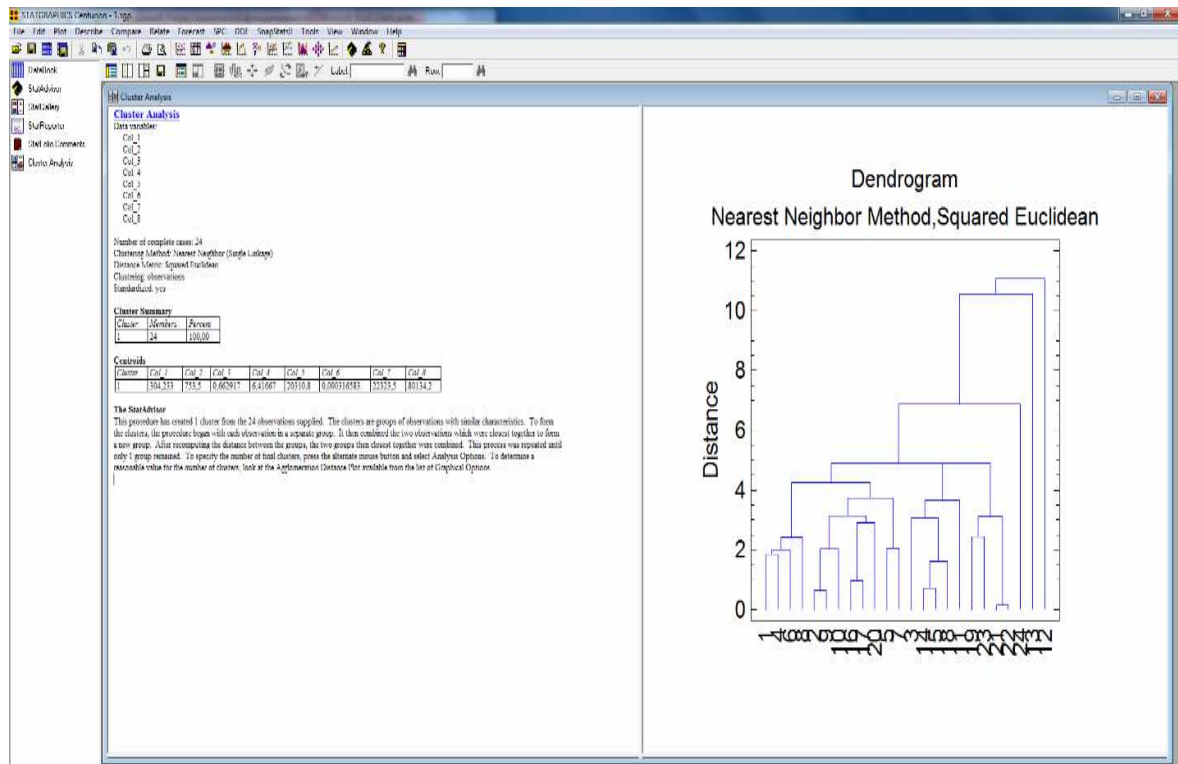


Рис. 2. Дендрограмма и результаты исследования 24 двигателей внутреннего сгорания.

Применение кластерного анализа позволило определять коэффициенты в критериальном уравнении индивидуально для каждого типа дизеля с учётом степени его форсированности. Расчет коэффициентов в критериальном уравнении [3] выполненный для дизелей отнесённых к своему кластеру, показал, что точность вычисления увеличилась на 2% по сравнению с исследованиями двигателей внутреннего сгорания разбитых на 4 кластера: 1 группа:  $300 \leq n < 500$ , 2 группа:  $500 \leq n < 750$ , 3 группа:  $750 \leq n < 1500$ , 4 группа:  $n \geq 1500$ . Погрешность в определении вибрационных параметров дизелей практически полностью определяется погрешностью измерений.

### **Заключение**

Таким образом, применение метода кластерного анализа позволило установить, что метод вибродиагностирования дизеля, в основу которого положено критериальное уравнение [3], позволяет определять величину диаметрального зазора между втулкой цилиндра и тронком поршня, рассчитывать текущую скорость изнашивания деталей цилиндропоршневой группы с погрешностью вычисления виброскорости, колеблющейся от 3 до 5%. Что даёт возможность более обоснованно выбирать периодичность технических обслуживаний и ремонтов дизелей.

### **Список литературы**

1. Asadulagi M.M., Pervukhin D.A. Stochastic control system of hydrodynamic processes in aquifers // Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects - 11th conference of the Russian-German Raw Materials, 2018this link is disabled. -2019. - pp. 175–185.
2. Afanasyev M.P. Simulation of the Centrifugal Compressor Flow Part of the Internal Combustion Engine to Determine Areas of Non-Evaporated Moisture Effective Discharge during Charge Air Evaporative Cooling / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. -459 (2). - № 022053.
3. Bezyukov O. K., Afanas'eva O. V. Methods of evaluation of vibrational activity of power plants using the similarity theory and dimensional analysis, Russian Federation / Journal of Mining Institute. - 2015. - 213. - 36-46.
4. Volkova V.N., Kozlov V.N., Mager V.E., Chernenkaya L.V. Classification of methods and models in system analysis / PROCEEDINGS OF 2017 XX IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFT COMPUTING AND MEASUREMENTS (SCM) . - 2017. - PP. 183-186.
5. Volkova V.N., Kudryavtseva A.S., Loginova A.V., Chernyy Y.Y., Leonova A.E. System analysis of innovative technologies of the industrial revolutions / Proceedings of the 3rd International Conference Ergo-2018: Human Factors in Complex Technical Systems and Environments, Ergo 2018. 3. - 2018. - PP. 57-61.
6. Ershov D. Y. Evaluation of the vibration processes of mechanical systems at the stage of their design in mechanical engineering / Journal of Mining Institute, Russian Federation. - 2014. - 209. - PP 51-54.

7. Klyuchko O. M. Cluster analysis in biotechnology / BIOTECHNOLOGIA ACTA. – 2017. - V. 10. - No 5. - PP. 5-18.
8. Kolesnichenko S. V., Afanas'eva O. V. (). Theoretical aspects of the technical level estimation of electrical engineering complexes / Journal of Mining Institute. -- 2018. - 230. – pp. 167-175.
9. Pervukhin D. A., Il'yushin Y. V. A parallel analysis of hydrolithospheric beds geodata of Narzan mineral water Kislovodsk deposit / Journal of Mining Institute. - 2016. - 221. – PP. 706-711.
10. Reshnyak V.I., Sokolov S.S., Chernyi S.G., Storchak T.V., Tihomirov Y.N. System aspect course of creation of information and analytical system of environmental monitoring and control / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2017. - 87 (4). - № 042017.
11. Shishulin S.S. Methodology comparative statistical analysis of Russian industry based on cluster analysis / Statistics and Economics. - 2017. - 3. – PP. 21-30.
12. Uvarov V. P., Alekseeva L. B. Internal elastically inertial vibration protection of rotari machines. - Journal of Mining Institute. - 2014. - 209. – PP. 96-98.
13. Zhukov V., Butsanets A., Sherban S., Igonin V., Monitoring systems of ship power plants during operation / Advances in Intelligent Systems and Computing. - 2020. - 982. - PP. 419-428.

УДК 631.363.25

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-96

**Керимов Мухтар Ахмиевич**<sup>1</sup>,  
профессор, д-р техн. наук, профессор;  
**Керимов Мовсар Мухтарович**<sup>2</sup>,  
студент

## **СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

<sup>1</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,

<sup>1</sup> martan-rs@yandex.ru

<sup>2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),

<sup>2</sup> brutus95brutus@gmail.com

**Аннотация.** Для дальнейшего роста и развития в сфере сельского хозяйства необходимы разработки, способные снизить энергетические затраты на всех уровнях производства или сделать возможным получение большего объема продукции, не повышая затрат (материальных, экономических и др.).

Исследования в сфере мелкодисперсного измельчения показали, что у некоторых видов органического сырья при переработке не только повышается усвояемость, что позволяет использовать их в меньшем количестве, но и то, что порошки приобре-

тают новые свойства в отличие от цельных кусков сырья. Таким образом, выбор и обоснование экологически безопасного способа измельчения органического сырья (на примере скорлупы кедровых орехов) для его использования в качестве кормовой добавки сельскохозяйственным животным является актуальной задачей, решение которой сможет помочь сельским товаропроизводителям выйти на новый уровень эффективности производства.

**Ключевые слова:** органическое сырье, мелкодисперсное измельчение, технология, функционирование, оперативный контроль, случайный процесс.

*Mukhtar A. Kerimov*<sup>1</sup>,  
Professor, Dr. of Technical Sciences, Professor;  
*Movsar M. Kerimov*<sup>2</sup>,  
student

## SYSTEMATIC APPROACH IN DESIGNING GRINDING TECHNOLOGIES

<sup>1</sup> Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State Agrarian University,  
<sup>1</sup> martan-rs@yandex.ru

<sup>2</sup> Russia, Saint-Petersburg, St. Petersburg State Electrotechnical University  
"LETI",  
<sup>2</sup> brutus95brutus@gmail.com

**Abstract.** For further growth and development in agriculture it is necessary to develop solutions that can reduce energy costs at all levels of production or make it possible to obtain more products, without increasing costs (material, economic, etc.).

Studies in the field of fine grinding have shown that some types of organic raw materials not only have higher digestibility during processing, which allows using them in smaller quantities, but also that powders acquire new properties in contrast to whole chunks of raw materials. Thus, the choice and justification of environmentally safe way of grinding organic raw materials (by the example of pine nuts shells) for its use as a feed additive for farm animals is an important task, whose solution can help agricultural producers to reach a new level of production efficiency.

**Keywords:** organic raw materials, fine grinding, technology, functioning, operational control, random process.

### **Введение.**

Высокий уровень продуктивности в молочном скотоводстве создает предпосылки для внедрения прецизионных технологий содержания и кормления животных. Однако реализация указанных технологий в конкретных хозяйствующих субъектах требует создания прочной кормовой базы, которая не всегда обеспечивается только за счет собственных ресурсов. По данным Минсельхоза РФ за январь-март 2020 года импорт

кормов для сельскохозяйственных животных в нашу страну вырос на 28,6%, т.е. до 88,6 тыс. тонн. Если перевести данные цифры в денежный эквивалент, то отечественные производители животноводческой продукции затратили на покупку импортного сырья свыше 166,3 млн. долларов.

Существуют исследования и технико-технологические решения в данной предметной области, которые в перспективе могут удовлетворить спрос на качественные корма с высокой пищевой ценностью [1, 2]. Одно из направлений таких разработок – мелкодисперсное измельчение сельскохозяйственных культур и вторичных сырьевых ресурсов. Данная технология уже дала результаты в животноводческой сфере, но не получила широкого распространения.

### **1. Цель исследования.**

Целями исследования являются:

- разработка схмотехнических решений по измельчению органического сырья в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных;
- обоснование алгоритма оперативного контроля качества функционирования измельчителей дезинтеграторного типа при изменяющихся физико-механических свойствах сырья.

### **2. Объект и методика исследования.**

Методологической основой исследования является системный подход, предусматривающий использование математического моделирования при анализе конструктивных особенностей измельчителей и оптимизации режимных параметров установок во взаимосвязи с условиями их функционирования.

В процессе научно-технического исследования применялись методы:

- эмпирические – изучение литературных источников, научных публикаций, патентных материалов и других информационных ресурсов;
- экспериментально-статистические – планирование эксперимента, обработка данных и анализ результатов, полученных при испытаниях измельчителей в лабораторных и производственных условиях.

Модель функционирования технологического процесса изготовления мелкодисперсного порошка представлена на рисунке 1.

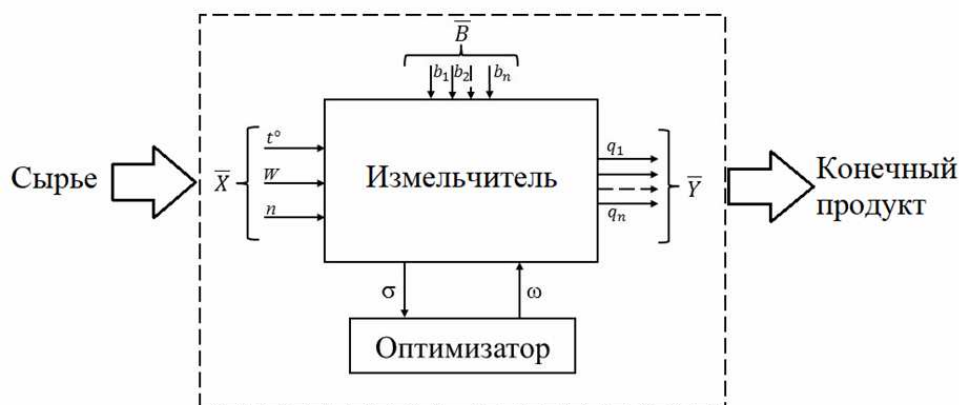


Рис. 1. Модель функционирования технологического процесса изготовления мелко-дисперсного порошка

Здесь приняты следующие обозначения:

– вектор-функция входных параметров;

– вектор-функция неуправляемых параметров;

$\bar{Y}$  – вектор-функция выходных параметров;

$\sigma$  – степень дисперсности материала;

$\omega$  – скорость вращения рабочего органа измельчителя.

Исследования проводились на экспериментальной лабораторной установке в Санкт-Петербургском государственном аграрном университете. В качестве исходного сырья использовалась скорлупа кедрового ореха [3].

Поток продукта, выдаваемый измельчителем, представлен как случайный процесс в виде реализации подачи во времени.

В общем случае реализация  $y(t)$  выходного процесса, определяющего эффективность функционирования измельчителя по какому-либо показателю, формализуется в виде

$$y_i(t) = y + m_y(t) + y(t), \quad (1)$$

где  $y_i(t)$  – реализация случайного процесса;  $y$  – среднее значение процесса (общее);  $m_y(t)$  – центрированная составляющая низкочастотной части процесса (отклонения от среднего значения);  $y(t)$  — отклонение случайного процесса от центрированной составляющей (центрированный процесс).

Реализация выхода продукта  $y_j(t)$  из измельчителя изображена графически на рисунке 2, где в определенной точке  $y_j$  показаны все составляющие случайного процесса.

В качестве критерия оптимизации при оценке производительности измельчителя принята вероятность пребывания случайного процесса в

поле допуска. При этом чем больше  $P_{\Delta}$ , тем лучше и равномернее выход продукта из измельчителя.

Физический смысл вероятности  $P_{\Delta}$  заключается в том, что она показывает долю времени реализации, в течении которой процесс находится в поле технологического допуска.

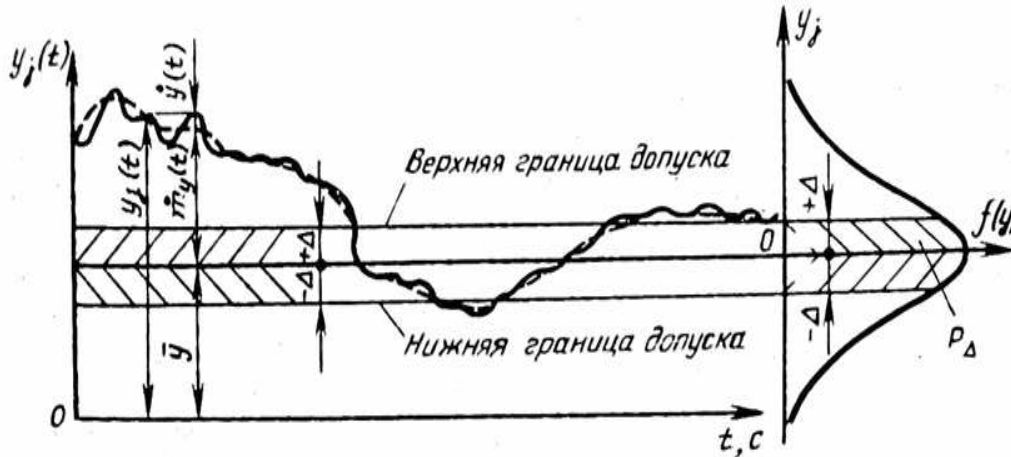


Рис. 2. Диаграмма выхода продукции из измельчителя дезинтеграторного типа

Представленный на рисунке 2 участок диаграммы выхода продукции из измельчителя, входящего в состав оборудования поточно-технологической линии, записан специальным расходомером готового продукта.

Отбор проб производился через каждые 10 минут. Схема прибора для определения тонины порошка приведена на рисунке 3.

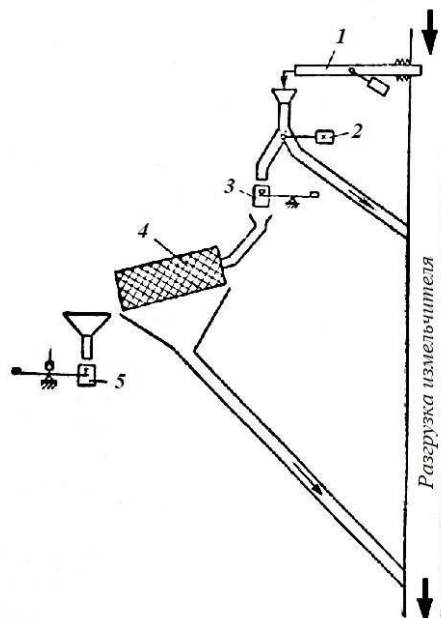


Рис. 3. Схема прибора для определения тонины порошка

Здесь приняты следующие обозначения:

- 1 – пробоотборник;
- 2 – электромагнитный переключатель;

- 3 – чашечка весов;
- 4 – вращающееся барабанное сито;
- 5 – чашечка весов;
- 6 – весы с датчиком для регулирования

Средняя производительность в данном режиме работы измельчителя составляет  $y = 480$  кг/ч,  $s = 99$  кг/ч. По техническим условиям технологический допуск на производительность измельчителя равняется  $\Delta = 0,15$ , т. е.  $v = 99/480 \approx 0,21$ .

В приведенных выражениях  $s$  – среднее квадратическое отклонение случайного процесса за время реализации;  $v$  – коэффициент вариации, %.

Вероятность пребывания выходного процесса подачи в поле технологического допуска  $\Delta P = 2\Phi(0,15/0,21) \approx 0,71$ . Иными словами, измельчитель выдает порошок 71 % по времени в пределах 15 %-ного допуска в данном режиме работы.

Длина реализации случайного процесса ограничена во времени, поэтому следует ожидать в длительном режиме работы значительных отклонений подачи от среднего значения. Предельные отклонения подачи (максимальное  $Q_{\max}$  и минимальное  $Q_{\min}$ ) рассчитаны по «правилу трех сигм»:  $Q_{\max} = y + 3s$  и  $Q_{\min} = y - 3s$ . Это обеспечивает надежность выводов с вероятностью 0,9973. Полученные значения составляют  $Q_{\max} = 777$  кг/ч и  $Q_{\min} = 183$  кг/ч.

Измельчитель, следовательно, выдает порошок крайне неравномерно. С целью повышения эффективности работы измельчителя-дезинтегратора необходимо осуществлять автоматическое регулирование технологического процесса. Для оперативного контроля качества функционирования измельчителя целесообразно использовать аппарат типа Mastersizer, который действует по принципу дифракционного анализатора.

### **3. Результаты исследования.**

Использование мелкодисперсных порошков в агротехнологических приложениях является актуальным направлением. Порошки обладают способностью структурировать продукт, выполняя при этом роль разрыхлителей и поглотителей избыточной влаги. На данный момент главной проблемой использования предлагаемой технологии являются малые объемы производства и, соответственно, высокая стоимость конечного продукта.

Продукт, полученный по разработанной технологии, отличается более качественными физико-химическими свойствами от порошков, выработанных по базовым технологическим схемам (типа «Кедрослав»). Полученные сравнительные результаты представлены в таблице 1.



Таблица 1

Сравнительный анализ химического состава готового продукта, полученного при использовании базовой и предлагаемой технологий.

Наименование показателя	Наименование продукта		
	Кедрослав (базовая технология)	Скорлупа ореха кедра (предлагаемая технология)	
	Среднее значение	Пределы	Среднее значение
—	Порошок мелко-дисперсный коричневого цвета	Мелкие кусочки коричневого цвета	
1	2	3	4
Насыпной вес, г/см <sup>3</sup>	0,499	—	—
Влажность, %	8,2	—	—
Компоненты:			
1 Липиды, %	5,4	4,06-8,1	2,2
1. Кислоты:	2,05	1,1-3,0	
- Смоляные	0,02	1,01-0,03	
- Жирные, из них	2,03	1,09-2,97	0,8
Непредельные:	1,22	0,65-1,78	0,5
Олеиновая	0,73	0,4-1,06	
Линолевая	0,3	0,1-0,5	
Линоленовая	0,19	0,1-0,28	
Предельные	0,91	0,8-1,02	0,3
1	2	3	4
1. Нейтральные вещества, %, из них:	3,35	3,05-5,1	1,4
Жирные спирты (C20-C22)	1,14	1,04-1,7	0,7
Кампестерин	0,8	0,6-1,0	
Стерин	1,0	0,8-1,8	0,4
Стирол	0,06	0,04-0,08	
ΣX	0,35	-	
2. Флавоноиды, %, из них:	0,9	0,6-1,1	0,4
Антоцианы	0,82	0,65-1,0	
Катехин	0,08	0,06-0,1	
3 Таниды, %	3,3	2,3-4,7	1,8
4 Поликонденсированные флавоноиды, %	0,45	0,3-0,6	
5 Протеин, %	6,2	5,5-6,9	5,5
6 Углеводы, %			
Полисахариды:	57,9		
Клетчатка в пересчете на α-целлюлозу	57,0	57,0-58,0	—
Пектиновые вещества	0,9	0,8-1,1	
Моносахариды, %	2,8	2,1-3,6	
7 Витамины, мг/%			
А (каротин)	Следы	—	
С (аскорбиновая кислота)	Следы		
Е (токоферолы)	Следы		—
F (ненасыщенные кислоты)	1,22	0,65-1,78	
P	0,04	0,03-0,05	
Сумма микро-, макроэлементов, %	1,21	1,16-1,26	—

### **Заключение.**

По итогам проведенных поисковых исследований получены результаты, обобщенные в виде следующих выводов.

- 1 Выполнена постановка задачи разработки концептуальных основ функционирования измельчительных технологий, используемых в животноводческой отрасли АПК для приготовления кормовых добавок с заданными целевыми показателями.
- 2 Обоснован принцип оперативного контроля качества функционирования технологического процесса применительно к измельчителям-дезинтеграторам органического сырья. Предложенный способ измельчения сырья направлен на сохранение в конечном продукте полезных веществ, содержащихся в исходном материале.
- 3 Для повышения эффективности функционирования измельчительных технологий необходимы новые схмотехнические решения, базирующиеся на информационных платформах. Использование измельчителей дезинтеграторного типа позволяет достигать требуемых показателей качества функционирования технологического процесса. Одна и та же частица сырья в процессе соударений подвергается неоднократному воздействию повышенных температур, которое приведет к заданному изменению физико-механических свойств продукта. Оперативный контроль качества технологического позволяет формировать состав результирующего порошка в соответствии с целями его дальнейшего применения.
- 4 Наиболее объективно охарактеризовать качество функционирования процесса позволяет система оценки технологических допусков, которая использована в настоящем исследовании применительно к измельчителям дезинтеграторного типа. Исследования показали, что вероятность пребывания выходного процесса измельчителя в поле технологического допуска  $P\Delta=2\Phi(0,15/0,21)\approx 0,7$ . Иными словами, измельчитель выдает конечный продукт – порошок 70% по времени в пределах 15%-ного допуска в данном режиме работы.

### **Список литературы**

1. A. G. Kulikov, A. E. Blagov, N. V. Marchenkov, V. A. Lomonov, A. V. Vinogradov, Yu. V. Pisarevsky, M. V. Kovalchuk, «Rearrangement of the structure of paratellurite crystals in a near-surface layer caused by the migration of charge carriers in an external electric field», JETP Letters. 107:10(2018), 646–650.
2. К. М. Boyko, V. O. Popov, M. V. Kovalchuk. “Promising approaches to crystallization of macromolecules suppressing the convective mass transport to the growing crystal”, Russian Chem. Reviews, 84:8 (2015), 853–859.
3. М.А. Керимов Измельчительные технологии: от микроразмерных фракций до наночастиц / Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020 г. №1 (58). – С.166–171.

## Секция 5

### СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ КАДРОВ И ОБРАЗОВАНИЕМ

**Председатель – Халин Владимир Георгиевич,**  
профессор, д-р экон. наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный университет

**Ученый секретарь – Логинова Александра Викторовна**  
канд. экон. наук, доцент СПбПУ  
Санкт-Петербургский Политехнический университет Петра Великого

УДК 338

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-97

**Халин Владимир Георгиевич,**  
профессор, д-р экон. наук., профессор;  
**Чернова Галина Васильевна,**  
профессор, д-р экон. наук, профессор;  
**Юрков Александр Васильевич,**  
профессор, д-р физ.-мат. наук, профессор;  
**Забоев Михаил Валерьевич,**  
доцент, канд. экон. наук, доцент;

### РИСКИ ПРОЕКТА «5 в 100» И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет, v.halin@spbu.ru, g.chernova@spbu.ru, a.v.yurkov@spbu.ru, m.zaboev@spbu.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ управленческих решений, принимаемых на федеральном, отраслевом и вузовском уровнях по реализации Проекта «5 в 100», инициированного Указом Президента России № 599 от 07.05.2012 г. Достижению целей Проекта отвечают положительные результаты реализации управленческих решений, однако возможно появление и отрицательных результатов, которые описываются соответствующими рисками. Окончание Проекта в 2020 г. позволило оценить качество управления им через реализацию этих рисков. Анализ показал, что по важнейшим управленческим решениям реализовались риски возможных отрицательных последствий, что привело к следующему – цели Проекта «5 в 100» не были достигнуты.

**Ключевые слова:** Проект «5 в 100», глобально конкурентоспособный университет, результаты управленческих решений, риски управления, оценка качества управления.

*Vladimir G. Khalin,*  
Professor, Doctor of Economics, Professor;  
*Galina V. Chernova,*  
Professor, Doctor of Economics, Professor;  
*Alexander V. Yurkov,*  
Professor, Doctor of phis.-mat., Professor;  
*Mikhail V. Zaboiev,*  
Ass. Professor, Candidate of Economic Sciences

## **RISKS OF THE "5 IN 100" PROJECT AND THEIR MANAGEMENT**

Russia, Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State University,  
v.halin@spbu.ru, g.chernova@spbu.ru, a.v.yurkov@spbu.ru,  
m.zaboiev@spbu.ru

*Abstract.* The article analyzes the management decisions taken at the federal, sectoral and university levels for the implementation of the Project "5 in 100", initiated by the Decree of the Russia President No. 599 of 07.05.2012. The positive results of the implementation of management decisions correspond to the achievement of the Project goals, however, negative results may also appear, which are described by the corresponding risks. The completion of the Project in 2020 made it possible to assess the quality of its management through the implementation of these risks. The analysis showed that the risks of possible negative consequences were realized for the most important management decisions, which led to the following-the goals of the "5 in 100" Project were not achieved.

*Key words:* Project "5 in 100", authoritative world rankings of universities; globally competitive university; state educational policy, system risks on management.

### **Введение**

Современный этап развития российской высшей школы характеризуется ее существенным реформированием, сопровождающимся кардинальными переменами в системе управления на разных уровнях – принятием очень важных управленческих решений [1]. Как показывает практика, не всегда и не все принимаемые управленческие решения дают ожидаемый положительный результат. Часть из них может привести к нежелательным отрицательным последствиям. Именно поэтому важно с самого начала уметь оценивать принимаемое решение с позиций возможных сопутствующих ему рисков как неопределенной возможности появления отрицательных последствий принятия управленческого решения [2, 3, 4, 5, 6].

Существенную роль в реформировании российской высшей школы за последние 30 лет сыграл Проект «5 в 100». Инициатором данного Проекта является Президент России Путин В.В., который своим Указом от 07.05.2012 г. № 599 поручил Правительству РФ обеспечить «вхождение к 2020 г. не менее пяти российских университетов в первую сотню ведущих мировых университетов согласно мировому рейтингу университетов» [7]. Данная задача обусловила введение такого понятия как глобально конкурентоспособный университет. Университет будет определяться как глобально конкурентоспособный, если он входит в первую сотню хотя бы одного из авторитетных мировых рейтингов [8]. Данный Проект оценивается специалистами как один из самых амбициозных и крупномасштабных проектов за все время реформирования российской высшей школы, объем госбюджетного финансирования которого составил около 100 млрд. рублей [5, 9, 10, 11]. Результатом реализации данного Проекта к 2020 году в России должно было быть не менее 5 глобально конкурентоспособных университетов.

Целью данной статьи является анализ и оценка Проекта «5 в 100» в контексте реализации рисков управления им на федеральном и вузовском уровнях.

### **1. Управленческие решения по Проекту «5 в 100» и их оценка**

Реализация Проекта «5 в 100» подразумевала разработку и внедрение взаимосвязанных управленческих решений (далее, УР) на уровне Президента, на уровне федеральной исполнительной власти и на уровне конкретных вузов-участников Проекта. Известно, что анализ качества любого УР предусматривает проверку выполнения требований ряда критериев, в том числе таких, например, как «УР имеет ясную цель и четко описанную проблемную ситуацию», «УР является всесторонне обоснованным и реально осуществимым», «УР обеспечено необходимыми ресурсами» и т.д. [12]. Выполнение требований всех критериев качества оцениваемого управленческого решения будет означать его соответствие той цели, для достижения которой оно и принято, т.е. будет означать его высокое качество. В случае невыполнения требований соответствующих критериев, предъявляемых к качеству УР, возможно появление отрицательных результатов, связанных с ним, т.е. результатов, противоречащих цели принятого УР.

Подойдем к оценке Проекта «5 в 100» именно с этих позиций и рассмотрим важнейшие УР, принимаемые на трех уровнях – Президентом РФ в виде Указа от 07.05.2012 № 599, на федеральном уровне исполнительной власти – Правительством РФ, Минобрнауки России и Советом Проекта «5 в 100» в виде совокупности Постановлений и распоряжений, основным их которых является Постановление Правительства РФ от

16.03.2013 № 211 «О мерах государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации в целях повышения их конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров», на уровне университетов – в виде «Программы развития конкретного университета до 2020 г.», утвержденной соответствующим распоряжением Правительства РФ.

## **2. Оценка Указа Президента России от 07.05.2012 г. № 599 с позиций риска**

Рассматривая подписание Указа Президентом России как УР, принимаемое на его уровне, и применяя методы теории принятия решений к самому тексту Указа, можно заметить, что данное УР нельзя оценить как УР удовлетворительного качества, поскольку при его разработке и принятии был допущен ряд системных ошибок. Так, например, в тексте Указа отсутствует четкое описание проблемной ситуации; не ясно, в чьих интересах оно принимается; не указаны объемы его ресурсного, в том числе финансового, обеспечения; УР не является обоснованным и своевременным.

Низкое качество содержания текста Указа привело к возможности появления отрицательных, негативных последствий для высшей школы России, которые могут быть описаны, например, следующими рисками: риск неспособности реализации целей Проекта; риск неспособности обеспечить качественное управление Проектом «5 в 100»; риск неспособности ресурсного обеспечения Проекта «5 в 100»; риск неспособности создать благоприятную систему управления в российских вузах, и т.д.

Известно, что риск – это неопределенная возможность реализации отрицательных последствий, поэтому чтобы окончательно ответить на вопрос качества принятого Указа – качества УР, принятого на уровне Президента, необходимо посмотреть, реализовались ли хотя бы какие-то из названных рисков в действительности.

К сожалению, практика подтвердила реализацию некоторых из этих рисков. Так, например, реализация риска неспособности достижения целей Проекта подтверждается следующими данными о позициях российских вузов в авторитетных мировых рейтингах в 2020 – 2021 гг. [13, 14, 15]:

- в 2020 – 2021 гг. только один российский вуз – МГУ им. М.В. Ломоносова, попал в Топ 100 и в рейтинге ARWU, и в рейтинге QS;
- в России в 2012 г. был лишь один глобально конкурентоспособный университет – МГУ им. М.В. Ломоносова. Таковым он, единственный, и остался в 2020 г.;

- никакой другой российский вуз в 2020 году не попадает не только в Топ 100, но даже в Топ 200 ни одного авторитетного общего рейтинга университетов мира;
- вузы-участники Проекта «5 в 100» – БФУ имени И. Канта, 1-й МГМУ им. И.М. Сеченова и ТюмГУ, в 2021 г. не попали даже в Топ 1000 ни одного из общих рейтингов университетов ARWU, QS и TNE;
- ряд российских вузов, например, МГТУ им. Н.Э. Баумана и МГИМО, не являясь участниками Проекта «5 в 100» и не получая дополнительных госбюджетных средств на повышение своей глобальной конкурентоспособности, тем не менее показали существенно лучший прогресс с 2012 по 2020 год, опередив по своим показателям ряд ведущих вузов-участников Проекта. Так, в 2021 г. в рейтинге TNE МГТУ им. Н.Э. Баумана попал в группу мест с 401 по 500 и опередил ИТМО, ТГУ, КФУ, МИСиС, НГУ, СПбГУ, РУДН и ТГПУ. МГИМО в рейтинге QS занял 348 место и опередил ИТМО, КФУ, СПбПУ, ТГПУ, МИСиС, ДВФУ, НИСаратовГУ, Самарский НИУ, НИУЛобачевского, ЛЭТИ и ЮУрГУ.

### **3. Оценка управленческих решений, принимаемых по Проекту «5 в 100» Правительством РФ и Минобрнауки России, с позиций риска**

Как показал анализ, Постановление Правительства РФ от 16.03.2013 № 211, как УР, принятое на федеральном уровне исполнительной власти, тоже нельзя считать удовлетворительным, поскольку при его разработке и принятии также был допущен ряд системных ошибок. В частности, Правительство России не обеспечило:

- существенного увеличения государственных расходов на развитие российской системы высшего образования в связи с принятием Президентом РФ решения о начале реализации крупномасштабного и затратного Проекта «5 в 100»;
- сохранения и стабилизации государственных расходов для устойчивого развития системы высшего образования в России. Более того, Правительство допустило снижение доли государственных расходов на образование. Доля расходов консолидированного бюджета РФ и бюджетов государственных внебюджетных фондов на образование в ВВП с 4,3% на момент начала Проекта снизилась до 3,7% в 2020 г. [16];
- привлечения дополнительного целевого финансирования из внебюджетных источников для успешной реализации Проекта «5 в 100»;

- высокого качества нормативно-правового обеспечения выполнения Проекта. Так, например, текст Постановления Правительства РФ от 16.03.2013 г. № 211 изменялся за время реализации Проекта 10 раз, а текст Правил распределения субсидий на государственную поддержку ведущих университетов РФ в целях повышения их конкурентоспособности – 8 раз [7];
- объективного и качественного отбора вузов для участия в Проекте «5 в 100» Это, в частности, подтверждается тем, что МГТУ им. Н.Э. Баумана и МГИМО, не являющиеся участниками Проекта и не получая дополнительных государственных субсидий, в 2020 году в авторитетных мировых рейтингах заняли более высокие места, чем ряд вузов-участников Проекта «5 в 100», а вузы-участники Проекта – БФУ имени И. Канта, 1-й МГМУ им. И.М. Сеченова и ТюмГУ, в 2021 г. не попали даже в Топ 1000 ни одного из общих рейтингов университетов ARWU, QS и THE [13, 14, 15];
- объективного и обоснованного распределения дополнительных государственных субсидий между вузами-участниками Проекта. Это, в частности, подтверждается тем, что размер государственной субсидии у разных вузов, участников Проекта, мог отличаться почти в 10 раз, а университет ЛЭТИ в 2014 и 2015 гг. в рамках Проекта «5 в 100» из федерального бюджета вообще не получил никакой финансовой поддержки [7].

К сожалению, низкое качество управленческих решений, принимаемых по Проекту «5 в 100» Правительством РФ и Минобрнауки России подтвердило реализацию следующих рисков: риск неспособности реализации целей Проекта; риск неспособности обеспечить увеличение государственных расходов на развитие российской системы высшего образования в связи с началом реализации Проекта «5 в 100»; риск неспособности сохранения и стабилизации государственных расходов для устойчивого развития системы высшего образования в России в условиях реализации Проекта «5 в 100»; риск неспособности своевременного и адекватного ресурсного обеспечения Проекта «5 в 100»; риск неспособности обеспечить качественное управление Проектом «5 в 100» со стороны федеральных органов исполнительной власти; риск неспособности осуществить обоснованный и качественный отбор вузов-участников проекта; риск неспособности создать благоприятную систему управления в российских вузах и т.д.

#### **4. Риски управления Проектом «5 в 100» на уровне вузов-участников.**

Важнейшими УР, принимаемыми на уровне ведущих университетов России в целях повышения их глобальной конкурентоспособности, яв-



ляются Программы развития этих вузов до 2020 года, которые были разработаны и приняты самими вузами, а затем утверждены соответствующими распоряжениями Правительства РФ.

Низкое качество Программ развития конкретных вузов-участников в рамках Проекта «5 в 100» привело к возможности появления отрицательных, негативных последствий для самого вуза, которые могут быть описаны, например, следующими рисками, обусловленными качеством управления высшего менеджмента вуза по реализации этого Проекта:

- риск неспособности вуза обеспечить достижение целей Проекта;
- риск неспособности обеспечить достижение университетом целевых индикаторов Программы своего развития до 2020 года;
- риск неспособности обеспечить своевременную и адекватную ресурсную поддержку выполнения целевых индикаторов Проекта;
- риск неспособности обеспечить стабильные и устойчивые позиции вуза в авторитетных мировых рейтингах по отношению к позициям в этом рейтинге других российских вузов;
- риск неспособности создать благоприятную систему управления университетом, которая способствовала бы достижению целевых индикаторов Программы развития вуза до 2020 года, связанных с Проектом «5 в 100»;
- риск неспособности обеспечить устойчивое развитие университета в контексте сохранения академических свобод, роста госбюджетного финансирования, конкурентного уровня заработной платы академического штата, увеличение численности ППС и численности обучающихся на госбюджетной основе;
- риск административной смены ректора, без учета мнения академического штата вуза-участника Проекта

и др.

К сожалению, практика подтвердила реализацию некоторых из этих рисков для ряда вузов-участников Проекта. Так, например, риск неспособности обеспечить достижение целей Проекта реализовался для всех 22 вузов-участников Проекта за исключением МГУ им. М.В. Ломоносова, который попал в Топ 100 рейтинга ARWU и рейтинга QS. Все другие российские вузы не попали даже в Топ 200 ни одного авторитетного общего мирового рейтинга.

Риск неспособности высшего менеджмента вуза обеспечить достижение университетом целевых индикаторов Программы своего развития до 2020 года, которые связаны с Проектом «5 в 100», реализовался в ряде вузов, например, в СПбГУ. Действительно, значение целевого индикатора № 29 «Наивысшая позиция (с точностью до 50) в ведущих мировых рейтингах (в общем списке)» Программы развития СПбГУ до 2020

года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 26 июня 2014 г. № 1156-р, в 2020 году должно было бы быть равным 100. Однако это значение индикатора не было достигнуто [13, 14, 15] – в рейтинге QS оно было равно 225.

Риск неспособности высшего менеджмента вуза обеспечить его стабильные и устойчивые позиции в авторитетных мировых рейтингах по отношению к позициям в этом рейтинге других российских вузов не реализовался только для МГУ им. М.В. Ломоносова. МГУ доминировал над всеми российскими вузами в любых авторитетных мировых рейтингах как в 2012 г., так и в 2020 году.

Для ряда других вузов-участников Проекта этот риск реализовался, например, для СПбГУ. Действительно, на момент начала Проекта в 2012 г. СПбГУ, уступая во всех авторитетных мировых рейтингах МГУ им. М.В. Ломоносова, тем не менее доминировал над всеми оставшимися российскими вузами, находясь на более высоких местах в этих рейтингах. Он был единственным российским вузом, который попал в Топ 300 рейтинга QS. В 2020 – 2021 гг. СПбГУ, также уступая во всех авторитетных мировых рейтингах МГУ, в рейтингах ARWU и QS все же доминирует над всеми оставшимися российскими вузами. Однако в рейтинге ТНЕ, СПбГУ, занимая места в группе с 601 по 800, уступает еще и МФТИ, НИУ ВШЭ, СПбПУ Петра Великого, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИФИ, СПбГТУ, ИТМО и ТГУ.

Риск административной смены ректора, без учета мнения академического штата вуза-участника Проекта, также реализовался в ряде вузов-участников Проекта, например, в МИФИ, НИУ ВШЭ и ТГПУ.

## **5. Риски управления Проектом «5 в 100» и их последствия для российской всей высшей школы и конкретных вузов, не являющихся участниками этого Проекта**

Низкое качество управленческих решений, принимаемых по Проекту «5 в 100» на всех уровнях государственного управления, привело к проявлению целого ряда отрицательных, негативных последствий для всей высшей школы России, которые являются реализацией рисков управления. Среди них:

- риск неспособности обеспечить увеличение государственных расходов на устойчивое развитие российской высшей школы в условиях реализации Проекта «5 в 100»;
- риск неспособности улучшить материальное положение и общественный статус научно-педагогических работников государственных вузов России. Более того, Правительство РФ, с целью перераспределения госбюджетных средств внутри высшей школы России между ведущими вузами-участниками Проекта «5 в

100» и остальными государственными вузами страны, инициировало принятие ряда нормативных документов, которые существенно ухудшили ресурсное обеспечение государственных вузов, которые не являлись участниками Проекта, а также условия работы профессорско-преподавательского состава (ППС) в этих вузах. Так, в Государственной программе РФ «Развитие образования на 2013 – 2020 годы», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 22.11.2012 г. № 2148-р, впервые с начала реформ в российской высшей школе была предусмотрена оптимизация сети вузов (в сторону сокращения до 40% вузов и до 80% филиалов) и повышение к 2018 году соотношения числа студентов на одного преподавателя до 12:1), что реально означало сокращение не менее 30% численности научно-педагогических работников в российских вузах [17];

- риск сокращения государственных вузов, численности ППС, контингента госбюджетных студентов и аспирантов. Так, за время реализации Проекта, число государственных вузов с 653 снизилось до 497 (на 24%); контингент госбюджетных студентов с 2619 тыс. чел. снизился до 1905 тыс. чел. (на 27,3%); численность ППС в российских вузах с 356,8 тыс. чел. снизилась до 223,1 тыс. чел. (на 37,5%) [16]. Численность аспирантов снизилась на 40%, составив 93,5 тыс. человек, при этом резко уменьшилась доля выпускников аспирантуры с защитой диссертации в срок – она упала до 12% [18];
- риск сокращения академической свободы профессоров и преподавателей вузов, а также снижения реального участия академического штата в решении стратегических вопросов управления университетом [17].

**Заключение.** Проблема обеспечения устойчивого развития российской высшей школы и повышение ее конкурентоспособности на мировом рынке образовательных услуг предполагает принятие соответствующих управленческих решений как на федеральном уровне, так и на уровне самих университетов. К сожалению, анализ качества государственного управления по выполнению Проекта «5 в 100» показал, что многие риски управления в российской высшей школе уже реализовались, что является серьезным препятствием для ее успешного развития.

#### **Список литературы**

1. Халин В.Г. Модернизация национальной системы высшего образования в контексте выбора управленческих решений. Научное издание. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2008. – 264 с.

2. Чернова Г.В. Кудрявцев А.А. Управление рисками: учеб. пособие. – М.: ТК Велби; Проспект, 2007.
3. Халин В.Г., Чернова Г.В. Классификация методов управления экономическим риском // Страхование дело. – 2013. — № 8, – С. 43–48.
4. Управление финансовыми рисками высшего профессионального образования России в условиях его модернизации: в 2 кн. / под общ. ред. В.И. Гришина, науч. ред. И.П. Хоминич – Москва : ФГБОУ ВПО «РЭИ им. Г.В. Плеханова», 2014.
5. Анохина Е.М., Косов Ю.В., Халин В.Г., Чернова Г.В. Системные риски управления при реализации государственной политики в области образования и науки: анализ проблемной ситуации, риски и их идентификация // Управленческое консультирование. – 2016. – № 10 (94). – С. 8–26.
6. Халин В.Г., Чернова Г.В., Бойко И.П. Риски управления при формировании благоприятной системы управления в ведущих университетах России // Управление риском. – 2017. – №2 (82). – С. 53–56.
7. Сайт Проекта 5 в 100. Раздел документы: <https://5top100.ru/> (дата обращения 19.06.2021).
8. Глобальная конкурентоспособность ведущих университетов: модели и методы ее оценки и прогнозирования / под общ. ред. В.Г.Халина. Москва: Проспект, 2018. – 544 с.
9. Другова Е.А., Плешкевич И.Б., Климова Т.В. Трансформация кадровой политики российских университетов – участников Проекта 5-100: кейс НИЯУ МИФИ // Высшее образование в России. 2021. – Т. 30. – № 6. – С. 9–26.
10. Зайцев Д.А. Экзамен для экзаменаторов – Счетная палата оценила результаты Проекта 5-100 // ЖУРНАЛ БЮДЖЕТ. 2021. № 3(219). С. 76–79.
11. Чернова Г.В., Халин В.Г. Проект «5 в 100»: системные риски государственного управления и их реализация // Управление риском. – 2021. №2 (98). – С. 3–15.
12. Теория принятия решений. В 2 т.: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / под ред. В.Г.Халина. — М. : Издательство Юрайт, 2016.
- 13.Рейтинг университетов ARWU: <http://www.shanghairanking.com/> (дата обращения 19.06.2021).
- 14.Рейтинг университетов QS: <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/> (дата обращения 19.06.2021).
- 15.Рейтинг университетов THE: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings> (дата обращения 19.06.2021).
- 16.Образование в цифрах: 2020 : краткий статистический сборник / Л. М. Гохберг, О. К. Озерова, Е. В. Саутина, Н. Б. Шугаль; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2020. – 120 с.  
<https://www.hse.ru/mirror/pubs/share/404878648.pdf>.
- 17.Российские университеты в условиях цифровизации: математические и инструментальные методы оценки качества управления: монография / под общ. ред. В. Г. Халина. – М.: Проспект, 2019. – 896 с.
- 18.Торкунов А.В. Университет как часть национальной экономики // Вопросы экономики. 2019. — № 12, С. 111–122.

УДК 338.2  
doi:10.18720/SPBPU/2/id21-98

*Дрогобыцкий Иван Николаевич,*  
профессор, д-р. экон. наук,  
профессор,

## **ДЕСКРИПТИВНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ СИСТЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ**

Российская Федерация, г. Москва, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», dinind@mail.ru

*Аннотация.* Масштабность подготовки современных менеджеров в системе высшего образования ещё далеко не означает её методологическое совершенство. Несмотря на наличие государственных образовательных стандартов, содержательная подготовка менеджеров в каждом отдельно взятом вузе имеет свою специфику. Это обусловлено существованием и параллельным использованием различных теоретических концепций менеджмента, с одной стороны, и естественной приверженностью вузовских преподавателей к той или иной из них – с другой. Существует настоятельная необходимость в поиске удобной модели менеджмента для целостного представления необходимого учебного материала, его удобной подачи студенческой аудитории и обеспечения полномасштабного освоения.

В настоящей статье в качестве такой модели предлагается функциональная модель менеджмента. Она отличается относительной простотой, естественной логичностью построения и высокой практичностью использования. Легкость адаптации модели к любой сфере профессиональной человеческой деятельности делает её практически универсальной и пригодной для выстраивания учебных планов подготовки менеджеров в самых разных прикладных областях.

*Ключевые слова:* менеджмент, модель менеджмента, функции менеджмента, подготовка менеджеров.

*Ivan N. Drogobytsky,*  
Professor, Doctor of Economics,  
Professor

## **DESCRIPTIVE MODEL FOR SYSTEM TEACHING ORGANIZATIONAL MANAGEMENT**

Russia, Moscow, Financial University, dinind@mail.ru

*Abstract.* Huge volume of teaching modern managers in the system of higher education doesn't mean its methodological perfection. In spite of established state educational standards, contents of managers' teaching in each certain university have their specifics. The reasons for this are, on one hand, different theoretical managerial conceptions

developing and being used. And on the other hand – natural willingness of university lecturers to one or another among them. There is actual necessity to create ergonomic model of management. It is demanded for complex presentation of necessary studying material, easy translating this material to the students' audience and providing the process of studying in wider limits.

In the present article we offer the positional model of management in this role. Its features are: relative simpleness, natural logic of the structure and high practical usefulness. Easy adaptation of this model to each sphere of human professional activities makes it nearly universal and perfect for being used in studying plans of managers in different practical areas.

**Keywords:** management, model of management, functions of management, teaching managers.

## **Введение.**

В настоящее время менеджмент представляет собой один из наиболее распространённых, престижных и высокооплачиваемых видов целенаправленной человеческой деятельности. Однако, как наука он ещё до конца не состоялся. Существует целое множество различных теорий, концепций и шаблонных схем менеджмента, что является первопричиной различных методологических подходов к обучению современных менеджеров. В условиях такого многообразия необходимо найти наиболее приемлемый ракурс его содержательной интерпретации, призванной обеспечить целостное восприятие и полномасштабное освоение учебного материала, раскрывающего состав и содержание управленческих процедур. В этом отношении наиболее приемлемой, по нашему мнению, является функциональная модель менеджмента, которая и составляет предмет настоящей статьи.

### **1. Дескриптивная модель для системного обучения организационному менеджменту/**

Приведём несколько аргументов в пользу предлагаемой модели. Во-первых, функциональная модель менеджмента ассоциируется с первой попыткой научного осмысления его содержания. Ещё Фредерик Тейлор, основоположник научного менеджмента, рассматривал управленческую деятельность через призму функциональной модели и, как известно, достиг зримых успехов. Во-вторых, функциональная модель менеджмента наиболее популярна как среди представителей управленческой науки, так и в сообществе практикующих менеджеров. И те, и другие при обнаружении актуальных вопросов управления преимущественно оперируют понятиями *функция, процедура, решение*, которые отражают их активную (действенную) позицию в отношении обсуждаемого предмета, и намного реже прибегают к понятиям роль, позиция или фактор, характеризующих менеджериальную деятельность с более пассивных позиций.

В-третьих, среди всех модельных представлений, функциональная модель менеджмента занимает срединное положение: она не очень большая и не слишком маленькая, не очень сложная и не совсем простая, не сильно иерархическая и не совсем плоская.

Современная экономическая наука интерпретирует менеджмент как взаимоувязанную последовательность функций, образующих замкнутый контур (рис.1).

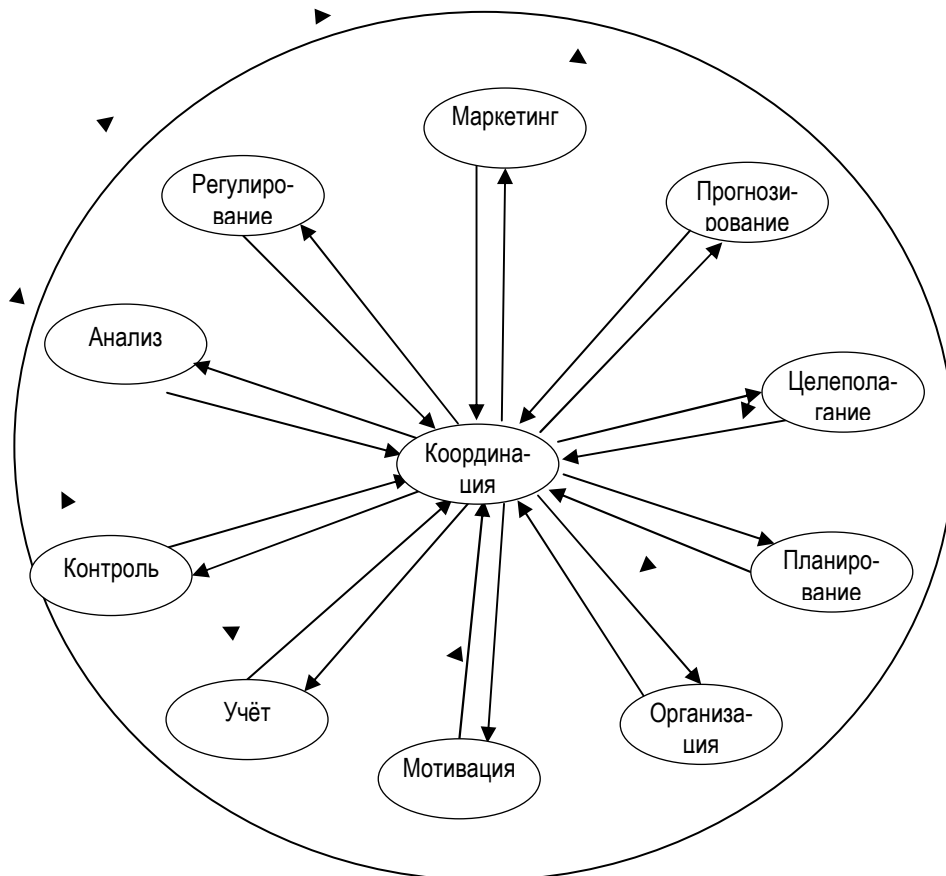


Рис. 1. Функциональная модель организационного менеджмента

Не трудно предположить, что приведенный перечень функций управления является довольно условным. С развитием теории и практики организационного менеджмента он может быть расширен, однако на текущий момент составляющие его функции довольно адекватно отражают сложившуюся ситуацию. Замыкание управленческого контура осуществляется через функцию «регулирование». Причем последующее за регулированием управление может быть делегировано любой другой функции через функцию координации.

Несмотря на то, что включенные в управленческий контур функции с той или иной степенью детализации описаны чуть ли не в каждой книге по менеджменту [1, 2, 5, 7], коротко остановимся на их содержании, акцентируя внимание на вопросах измеримости результативности, эффективности, организационно-технологического совершенства и ресурсного обеспечения.

**Маркетинг.** Сущность маркетинга как функции управления заключается в изучении рынка. Его философия предельно проста: производить надо то, что может быть продано на рынке. Следовательно, до начала производства необходимо изучить текущее состояние рынка (техно-экономические характеристики присутствующей на рынке продукции, уровень спроса, основных потребителей, ключевых поставщиков, раздел влияния) и спрогнозировать его развитие на обозримую перспективу. Без серьезного маркетинга и последующего мониторинга рыночной конъюнктуры всякое предпринимательство может потерпеть фиаско.

В настоящее время маркетинг можно отнести к самостоятельному виду профессиональной деятельности. Во многих вузах ведётся профессиональная подготовка маркетологов. Содержание программ базовой подготовки и последующее повышение квалификации большей частью регулируется профессиональным сообществом. Практическое осуществление маркетинга сосредоточено в технократических и/или вспомогательных подразделениях управляемой компании [3, 6], которые не имеют прямого отношения к административному управлению (вертикали власти).

Маркетинг использует богатейший измерительный арсенал для параметризации исследуемого сектора рынка. В натуральных и денежных единицах отражается его динамика, технико-экономическая характеристика продукции не редко дается в разрезе десятков различных показателей, клиентская база разбивается на несколько сегментов, каждый из которых измеряется «вдоль и поперёк» (по частоте обращения, средней величине покупки, приверженности к продукции, лояльности к продавцу и т. п.). Однако если говорить об измеряемости самой функции маркетинга, то наблюдается совершенствовано противоположная ситуация. Его результативность и эффективность может быть измерена только косвенно (по конечным результатам) и то с большим временным лагом, а применяемая методика маркетинга, ее технологическая поддержка и организация маркетинговых работ измерениям вообще не поддаются (табл.1).



Таблица 1.

## Измеряемость функций организационного менеджмента

	Целевые критерии			Критерии исполнительного совершенства			Критерии ресурсного обеспечения			
	Результативность	Эффективность	Научно-технический уровень	Методического	Технологического	Организационного	Кадрового	Материального	Финансового	Информационного
Целеполагание	-	-	-	-	-	-	┐	┐	┐	-
Маркетинг	┐	┐	-	-	-	-	┐	┐	┐	┐
Прогнозирование	+	┐	-	-	-	-	┐	┐	┐	┐
Целеполагание	-	-	-	-	-	-	┐	┐	┐	-
Планирование	+	┐	-	-	-	-	┐	┐	┐	┐
Организация	-	-	-	-	-	-	┐	┐	┐	-
Мотивация	-	-	-	-	-	-	┐	┐	┐	-
Учет	+	┐	-	-	-	-	┐	┐	┐	┐
Контроль	┐	┐	-	-	-	-	┐	┐	┐	┐
Анализ	-	-	-	-	-	-	┐	┐	┐	-
Регулирование	-	-	-	-	-	-	┐	┐	┐	-

Условные обозначения:

+ – показатели существуют и используются;

┐ – показатели существуют, но практически не используются;

- – измеряемые показатели отсутствуют.

**Прогнозирование.** Поскольку любой экономический агент функционирует во внешней среде, то для предсказания его потенциальных возможностей на обозримую перспективу необходимо знать, насущные потребности окружения. Последние определяются посредством выполнения функции прогнозирования. В первую очередь прогнозированию подлежит динамика рынка сбыта продукции/услуг. При этом требуется вычислить величину рыночного спроса, уровень рыночного потенциала, долю рынка и значение других индикаторов, которые стали традиционными для всех отраслей производства и видов экономической деятельности. В конечном итоге необходимо определить прогноз продаж продукции/услуг управляемой компании, достижение которого ожидается в течение определённого промежутка времени в стихийно складывающихся

ся условиях внешней среды. Только зная конкретные потребности рынка, можно приступать к формулировке стратегических целей и планированию производства.

Что касается измеримости функции прогнозирования, то следует признать, что она довольно высокая. Каждый практически значимый метод, как правило, рассчитан на некоторый горизонт прогнозирования и сопровождается методикой оценки надёжности прогнозных результатов. Чем больше горизонт прогнозирования и выше надёжность прогнозов, тем результативнее и эффективнее функция прогнозирования

**Целеполагание.** Как известно, развитие любой экономической системы только тогда имеет смысл, когда оно сопряжено с целью. Не редко цель экономической системы задается извне. Собственно, многие экономические системы для того и создаются, чтобы обеспечить достижение определенных целей. Тем не менее, в рыночной экономике цели большинства целей формируются внутри системы. Первоначально цель рождается в сознании руководителя компании или другого лица, принимающего решения, как некоторая размытая область. В процессе ее обсуждения с заинтересованными сторонами (активными элементами) цель подвергается детализации и трансформируется, как правило, в набор конкретных и упорядоченных подцелей, которые, в свою очередь, могут быть подвергнуты дальнейшей декомпозиции. Таким образом, процедура целеполагания во многих компаниях сводится к пошаговому структурированию, детализации и конкретизации целевой концепции, сгенерированной топ-менеджментом.

К настоящему времени процедура целеполагания «обросла» мощной методико-инструментальной поддержкой. В методологическом плане ее поддерживает метод интерактивного моделирования, форсайт-методы, метод мозгового штурма и др. экспертные методы, способные активизировать знания, опыт и интуицию активных элементов управляемой компании. В инструментальном плане это аналитические ИТ-технологии, системы поддержки принятия решений и совместной работы, справочные системы и библиотечные сервисы.

Если процедура целеполагания осуществляется с помощью интерактивного моделирования, посредством применения форсайт-методов или других признанных методик коллективного достижения договоренностей о «светлом будущем» управляемой системы, то ее ресурсоемкость может быть измерена, довольно точно. При этом следует понимать, что значения показателей ресурсоемкости будут зависеть не только от применяемых методов целеполагания, но и от параметров объекта управления и его ближайшего окружения. К сожалению, качество сформулированных (выбранных) целей как и совершенство их методическо-

го, технологического и организационного обеспечения измерениям пока не подвластны.

**Планирование.** Существует много путей движения компании к намеченной цели. Задача функции планирования в том и заключается, чтобы из этого множества выбрать один (желательно оптимальный) и расписать его по этапам в разрезе ресурсов, сроков и исполнителей. Разумеется, что существует целая методология составления планов, которая вместе с её инструментальной поддержкой постоянно совершенствуется, развивается и стандартизируется.

В социалистической экономике планирование было главной функцией управления. Планировались номенклатура и объемы производства. В рамках каждой номенклатурой позиции проводилось перспективное, технико-экономическое и оперативно-календарное планирование. Составлялись сменные, дневные, декадные, месячные, квартальные, полугодовые, годовые, пятилетние и перспективные планы. План был главным объектом разработки и инструментом управления. Профессиональных плановиков готовили чуть ли не все экономические вузы страны.

В настоящее время «общественное звучание» функции планирования несколько поубавилась: сузился масштаб ее применения, существенно уменьшился временной горизонт планирования, сократилось число и разнообразие планов. Однако, отмеченные сужения и сокращения не относятся к планированию деятельности отдельных хозяйствующих субъектов. Наоборот, с наблюдающимся повышением дефицитности ресурсного обеспечения производства, ростом скорости изменения пользовательских предпочтений и кастомизацией потребления требования к точности внутрифирменных планов только возрастают. Планы призваны обеспечить почти абсолютную ресурсную, временную и логистическую взаимоувязку всех бизнес-процессов подразделения/компании в единый производственный процесс, максимально ориентированный на потребности внешней среды.

Вместе с тем, обеспечивая многомерное измерение производственной деятельности подразделения/компании во временном, количественном и качественном аспектах, плановики не всегда располагают средствами для измерения собственной деятельности. Те немногие показатели, значения которых все-таки фиксируются в процессе планирования (см. табл. 1), имеют отдалённое отношение к общей оценке организационного управления и далеко не покрывают всех особенностей этой масштабной деятельности.

**Организация.** Посредством выполнения организационной функции осуществляется распределение производственных ресурсов во времени и по элементам оргструктуры, устанавливаются взаимоотношения (посто-

янные и временные) между структурными подразделениями управляемой компании, определяются порядок и условия её функционирования как единого целого. В рамках данной функции формируется и совершенствуется организационная структура управления подразделения/компании; устанавливаются условия работы; распределяется ответственность между менеджерами всей административной вертикали; вырабатываются способы и порядок взаимодействия менеджеров с сотрудниками технократических и вспомогательных подразделений; определяются состав, содержание и последовательность процедур выработки, принятия и реализации управленческих решений; проектируются схемы информационных потоков, выбирается их технологическая платформа и программно-инструментальная поддержка.

Это абсолютно творческая функция организационного менеджмента. Несмотря на то, что целенаправленные попытки её формализации и алгоритмизации наблюдаются на протяжении 30-40 последних лет [4, 5, 6], серьезных успехов на этом поприще пока не достигнуто. Как в былые времена формирование (совершенствование) оргструктуры управления подразделения/компании делегируется первому руководителю и тот где по наитию, а где опираясь на знания; где исходя из насущных потребностей, а где слепо следуя за модой; где руководясь нахлынувшими эмоциями, а где опираясь на результаты серьёзных дискуссий и длительных рассуждений на свой страх и риск выстраивает её под себя. Что касается измерения и количественных оценок такого творчества, то на сегодняшний день они отсутствуют.

**Мотивация.** Заключается в материальном и моральном поощрении трудовых коллективов и сотрудников управляемой компании с целью повышения результативности и эффективности их деятельности. Выделение мотивации в отдельную функцию управленческого контура обусловлено возрастанием дефицитности трудовых ресурсов. В условиях усложнения производственных технологий и технологий организационного управления хозяйствующие субъекты постоянно ощущают острую нехватку квалифицированных кадров и с целью их удержания/привлечения разрабатывают целые программы мотивации – бонусные схемы, программы участия в капитале компании, системы поощрений и наказаний и др. мероприятия – которые по существу дополняют и усиливают организационную функцию. Иногда разработчики таких программ настолько увлекаются, что предлагаемые ими решения лишены элементарного ощущения объективной реальности. Последний момент является косвенным подтверждением плохой измеряемости функции мотивирования. Не располагая сколь-либо серьезным аппаратом измерения качества предлагаемых мотивационных решений при их выработке

надо руководствоваться простым и понятным принципом – затраты на мотивацию не могут превышать, обеспеченного ими прироста прибыльности.

**Учёт.** В профессиональном плане учёт очень древняя, наиболее алгоритмизированная и в последнее время очень популярная функция менеджмента. Она заключается в обеспечении сбора, передачи, обработки учётных данных, а также систематизации и сохранении сводной информации о функционировании управляемой компании, позволяющей в конечном итоге чётко фиксировать текущее состояние последней. Его сравнение с плановыми заданиями позволяет позиционировать местоположение управляемой компании в фазовых координатах.

По числу защищаемых диссертационных работ в области экономики учёт удерживает лидирующее положение на протяжении всей истории развития рыночных отношений в России. Складывается впечатление, что это главное направление экономической науки, хотя многие учёные-экономисты считают его ремеслом. Такое положение функции учёта в общем контуре управления прежде всего обусловлено тем, что она является главным, а не редко единственным источником первичных данных о функционировании объекта. В той или иной степени эти данные используют все другие функции управленческого контура. Без нормальной постановки функции учёта о каком-то качестве организационного менеджмента даже говорить не приходится.

В плане измеряемости учёт чуть ли не единственная управленческая функция полностью поддающаяся количественной оценке. Объем учётных операций довольно точно отражают бухгалтерские проводки и трудоёмкость их исполнения, взятые на некотором фиксированном промежутке времени; качество учёта вполне приемлемо может быть измерено числом ошибок, допущенных учётными работниками на этом же промежутке времени; а для измерения результативности учёта можно использовать величину временного лага между текущей датой и датой, на которую имеется полный срез (фотография) управляемого объекта на принятом множестве учётных регистров. Только эффективность учёта не поддаётся прямому измерению. Правда, косвенно её довольно точно можно оценить величиной эффекта, приходящимся на организационное управление, скорректированной на долю учёта (например по трудоёмкости выполнения функции).

**Контроль.** Предполагает активное слежение за выполнением принятых управленческих решений, а также соблюдением законов, правил и норм экономического поведения. Поскольку основные решения касающиеся желаемой траектории развития управляемой системы принимаются в рамках функции планирования, то соответствующие плановые со-

бытия, привязанные к определенным календарным датам, значения важных показателей, сетевые и логистические графики, допустимые пропорции и составляют предмет контроля. Другими словами, посредством выполнения контрольных процедур реализуются обратные связи в управляемой системе, на основании которых вырабатываются корректирующие управленческие воздействия. Что касается законов, норм и правил экономического поведения, то их следует интерпретировать как управленческие решения внешней среды или надсистемы, которые образуют контуры обратных связей для вышестоящих органов – региональных администраций, отраслевых министерств, саморегулируемых профессиональных организаций и др. контролирующих структур.

Поскольку отклонение плана от факта всегда фиксируется в количественных значениях, то степень измеряемости контрольной функции всегда высокая. Другой вопрос, что действенность контроля на дальнейшее развитие управляемой системы не всегда фиксируется.

**Анализ.** Функция анализа заключается в позиционировании текущего состояния управляемого объекта, сопоставлении плановых и фактических значений показателей, а в случае их расхождения – установлении причин и выработке доступных пояснений для лиц, принимающих решения. Анализ призван обеспечивать правильную оценку реальной ситуации и тем самым создавать предпосылки для внесения корректив в намеченные планы. В этой связи осуществление функции анализа в первую очередь опирается на правильную организацию системы учёта и отчётности. Как правило, последняя строится в таких же разрезах и по таким же формам, что и система планирования. Это облегчает осуществление мониторинга за ходом выполнения плановых заданий.

Значительное место в реализации аналитической функции занимают информационные и коммуникационные технологии, призванные обрабатывать исходные данные, формировать и передавать по назначению управленческую (результатную) информацию, подвергать её многомерному и многофакторному анализу и вырабатывать на этой основе надежные управленческие решения. Вместе с тем, экономический анализ – это не просто функция организационного управления, но и определённая система мышления, требующая специфических научных подходов, умения формулировать правильные выводы и доводить их до ЛПР.

Непосредственная реализация функции анализа сопровождается использованием целого множества различных показателей и индикаторов, которые в той или иной степени отражают количественную и качественную стороны функционирования управляемой системы. В общей сложности их делят на две большие группы: показатели, характеризующие экономический потенциал системы, и показатели, характеризующие её

хозяйственную деятельность. Что касается показателей, характеризующих результативность и эффективность самой функции анализа, то нам такие не известны.

**Регулирование.** Данная функция организационного менеджмента является логическим завершением всего управленческого контура и всегда направлена на непосредственную реализацию принятых управленческих решений. Причём эти решения представляют собой не только результаты функции анализа как это следует из модели, они генерируются на всех этапах управленческого контура и могут быть результатом любой из предшествующих функций управления, начиная с маркетинга. Менеджер может принимать непосредственное участие в реализации управленческого решения; обеспечивать его реализацию руками (и головами) других участников управленческого процесса, надлежащим образом планируя и мотивируя их деятельность; либо делать это посредством информации, первоначально обеспечив нужную легитимизацию управленческого решения (выпустив приказ, утвердив план работ или сделав нужное предписание).

Что касается измеряемости функции регулирования, то в настоящее время наилучшим образом она поставлена на уровне контроля исполнительской дисциплины. Измеряемость других актов её реализации пока проблематична.

**Координация.** В общем контуре управления координация занимает центральное место. Она предназначена для упорядочения усилий всех участников управленческого процесса и согласования их действий при выработке, принятии и реализации управленческих решений. Посредством выполнения координационной функции управляющий орган подразделения / компании определяет *кто, что и когда* делает, *с кем и как* при этом взаимодействует и *в каком виде* представляет результаты своей работы, чтобы ими могли воспользоваться коллеги и другие стейкхолдеры.

Как известно в организационном дизайне используются пять основных координационных механизмов – взаимное согласование, прямой контроль, стандартизация рабочих процессов, стандартизация выпуска и стандартизация квалификации – которые встраиваются в организационные структуры хозяйствующих субъектов и призваны обеспечить координацию деятельности их сотрудников на протяжении всего жизненного цикла [3, 6]. Однако, как показывает практика, этого недостаточно. В условиях высокой динамики внешнего окружения и, как следствие, оперативных изменений внутренних процессов и обеспечивающих их структурных подразделений управляемой компании штатных координационных механизмов, как правило, недостаточно для надлежащего па-

рирования всевозможных возмущений извне и ответных реакций внутри компании.

Необходимо подключать дополнительные координационные возможности – использовать матричные структуры управления, вводить должностные позиции менеджеров-связников, проводить регулярные совещательные заседания определённого круга лиц и др. – чтобы компенсировать недостающую функциональность штатных координационных механизмов.

Представляется, что со временем координационная функция менеджмента достигнет такого совершенства, что обеспечит гармоничные отношения как между участниками управленческого процесса, так между всеми сотрудниками управляемой компании. Такого желаемого будущего состояния не следует дожидаться пассивно. Уже сейчас необходимо прикладывать целенаправленные усилия научного, культурного и организационного характера, чтобы приблизить и сделать реальным это будущее уже в обозримой перспективе.

Не трудно заметить, что приведённое здесь описание функциональной модели организационного менеджмента, отражает только самые общие содержательные срезы каждой функции управления. Реалии современной жизни таковы, что за последние годы каждая из них уточнялась, углублялась и в результате сильно дифференцировалась. Так, в рамках функции маркетинга, реализация которой всегда сопровождается значительными рисками, возникло целое новое направление – риск-менеджмент, которое впоследствии распространилось на весь контур организационного управления. Прогнозирование может проводиться с применением модельных построений, использовать экспертные оценки или опираться на предсказания футурологов и экстрасенсов, что естественно предполагает различные методологические подходы. В планировании различают долгосрочные, среднесрочные и оперативные планы, что также влечет за собой использование различных методов и средств. В рамках учётной функции в самостоятельные направления выделились финансовый, налоговый и управленческий учёты, а аналитическая функция клонировалась на собственно анализ хозяйственной детальности и финансовый менеджмент. Более того, процессы дифференциации и клонирования функций организационного менеджмента продолжаются и достоверно предсказать их конфигурацию на обозримую перспективу очень непросто.

Тем не менее, дальнейшая дифференциация управленческих функций должна вестись вокруг базовой функциональной модели. Отступление от этого правила может внести путаницу в логику следования функций, что непременно усложнит естественное проецирование теории в практику управления и усложнит понимание его внутренней логики. По



существом каждый блок модели, обозначающий определённую функцию организационного менеджмента, подлежит дальнейшей декомпозиции. Производные управленческие функции каждого блока характеризуются своей логикой и иерархией следования. В силу того, что «висящие» вершины такой расширенной функциональной модели непосредственно соприкасаются с предметной областью управления, они должны содержать конкретные механизмы выработки управленческих решений, способные быстро адаптироваться к её специфике. К сожалению, это естественное требование в рамках современной теории управления остаётся пока благим пожеланием.

Внимательный анализ содержания таблицы 1 позволяет констатировать тот факт, что, занимаясь управлением другими объектами на основании постоянного расширения измеряемости факторов производства, менеджеры не очень заботятся об измеряемости собственного труда и надлежащей организации процессов управления. Синтез новых инструментов выработки, принятия и реализации управленческих решений возможен только в рамках рассмотренных выше управленческих функций. Недостаточная метричность и плохая измеряемость этих функций обуславливают ведущую роль интуиции и опыта, а не инженерных расчетов в процессах выработки, принятия и реализации управленческих решений. Это означает, что в организационном менеджменте в настоящее время больше искусства, чем науки.

### **Заключение**

Рост масштабов организационного менеджмента и трансформирование его в отдельную отрасль экономики требуют профессиональной подготовки управленческих кадров. Последняя предполагает всестороннюю алгоритмизацию управленческой деятельности, которая без измерений и количественных оценок функций управления не представляется возможной. Следовательно, устойчивое экономическое развитие российской экономики непременно надо связывать с метризацией, алгоритмизацией и автоматизацией управленческих функций.

### **Список литературы**

1. Герчикова И.Н. Менеджмент. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1995. – 480с.
2. Глухов В.В. Менеджмент. – СПб.: Питер, 2006. – 608с.
3. Дрогобыцкая К.С. Организационный дизайн в информационном обществе. – М.: Экономика, 2009. – 206(214) с.
4. Иншаков О.В. Экономическая генетика и наноэкономика. – Волгоград: ВолГУ, 2007. – 94с.
5. Минцберг Г. Действуй эффективно: лучшая практика менеджмента. – СПб.: Питер, 2001 – 288 с.
6. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации. – СПб.: Питер, 2001. – 512 с.
7. Стратегический менеджмент/ Под ред. Петрова А.Н. – СПб.: Питер, 2005. – 496 с.

*Абабкова Марианна Юрьевна,*  
доцент, канд. экон. наук, доцент

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ

Россия, г. Санкт-Петербург,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
ababkova\_myu@spbstu.ru

**Аннотация.** Развитие онлайн образования и индивидуализация обучения ставит перед психологией образования новые вопросы, связанные с изучением психических процессов обучающихся в интернет-среде, например, восприятие информации, воля и память, мотивация, эмоции, стресс и фрустрация. В статье рассматриваются основные психологические проблемы онлайн образования. Пилотное полевое исследование выявило основные психологические проблемы, с которыми сталкиваются студенты во время онлайн обучения, а также трудности взаимодействия в системах «студент – студент» и «преподаватель - студент». Изучение особенностей учебной деятельности в рамках цифрового обучения позволит повысить эффективность дистанционных курсов, а также инструментария и методов учебной деятельности.

**Ключевые слова:** онлайн обучение, образовательная психология, психические процессы, удовлетворенность.

*Marianna Yu. Ababkova,*  
Candidate of Economic Sciences, Associate professor

## PSYCHOLOGICAL ISSUES OF ONLINE LEARNING

Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
ababkova\_myu@spbstu.ru

**Abstract.** The development of online education and the individualization of learning poses new questions to the educational psychology concerning the study of students' mental processes in the Internet environment, digital information perception, will and memory, motivation, emotions, stress and frustration during online learning. The article deals with the main psychological issues of online education. The pilot field study revealed the main psychological issues that students face during online learning, such as difficulties of interaction in the "student – student" and "teacher - student" systems. Studying the features of educational process within the framework of digital learning will increase the performance of distance courses, as well as tools and methods of online educational activities.

**Keywords:** online learning, educational psychology, mental processes, satisfaction.

### **Введение.**

В настоящее время образовательные системы многих стран испытывают растущее влияние меняющейся образовательной парадигмы в связи с глобальными изменениями в мировой политике, переходом эко-

номики к информационному обществу и вызовами пандемии. В то же время на первый план выходят задачи переориентации образования на личность обучающегося и создания условий для его творческой и активной познавательной деятельности в условиях цифрового образования [2].

### **1. Особенности онлайн обучения**

Онлайн обучение имеет такие специфические особенности, как большой объем индивидуальной работы студентов; тайм-менеджмент и самоменеджмент, связанный с учебной деятельностью и планированием активностей во время учебы; фокус на результатах и мотивации; технологическая гибкость и способность переключаться между различными учебными задачами; владение приемами обработки и сбора информации; интерактивность с преподавателем и другими студентами; внутренний локус контроля применительно к ситуации «отложенного» режима управления преподавателем.

Теория подтверждения ожиданий в образовании подчеркивает поддержание удовлетворенности учащихся в процессе обучения, который начинается с первичного ожидания качества образовательного продукта или услуги и последующего восприятия его эффективности. Удовлетворенность учащихся формируется, когда оценивается воспринимаемая эффективность услуги [3, p. 351].

Онлайн обучение добавляет несколько других переменных для традиционной теории подтверждения ожиданий, такие как качество системы управления обучением (простая навигация, дизайн интерфейса и дизайн пользовательского интерфейса [11, p. 683]); помощь и качество обслуживания (своевременное управление, руководство, всесторонняя поддержка пользователей [9, p. 296]; качество онлайн-контента (вариативность, разнообразие, современность, структурированность и согласованность контента, соответствие требованиям пользователей и интерактивность); отзывчивость и помощь преподавателя или куратора [7, p. 8]; качество взаимодействия и сотрудничества обучающихся и преподавателя [10]; когнитивное погружение и мотивация [11, p. 690]; учет особенностей учащихся (уровень освоения электронного обучения, предубеждение и беспокойство [4]).

Важной особенностью современного онлайн обучения является то, что центр тяжести смещается в сторону образовательных стратегий, реализуемых не только преподавателями, но и самими студентами. Когнитивные стратегии, или стратегии обучения, включают в себя следующие психологические когнитивные процессы: восприятие учебного материала; память; внимание; мотивация и интерес; отношение к процессу обучения и учебным материалам, и эмоции во время онлайн-обучения [8, p. 570].

Онлайн обучение, помимо стартового уровня образования и компетенций, а также и технического обеспечения рабочего места, предполагает также систематический учет психических возможностей (особенностей) обучающихся, таких как самостоятельность, воля, мышление, настойчивость, умение справляться со стрессом и т. п. [1, с. 85]. Помимо вопросов психологии образования, следует также уделять внимание изучению рисков и ограничений для онлайн обучения, например, интернет-зависимость, почти полное отсутствие невербальных коммуникаций, стресс и фрустрация во время сбоя оборудования, проблемы анонимности и кражи личный данных, буллинг в сети, особенности психологических состояний в виртуальной среде, создание множественной «сетевой идентичности» и т. д. [6].

## 2. Экспериментальное исследование

В исследовании приняли участие 424 человека (1, 2, 3 и 4 курсы направления подготовки 420301 «Реклама и связи с общественностью», Высшая школа медиакоммуникаций и связей с общественностью, Гуманитарный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого). Целью исследования была оценка основных психологических проблем при дистанционном обучении, связанных с восприятием, памятью, вниманием и эмоциями обучающихся, а также связь их с качеством взаимодействия в системах «преподаватель – студент» и «студент – студент». Временной промежуток проведения исследования – февраль-март 2021 г.

Для проведения исследования был использован письменный опрос, анкета включала в себя закрытые вопросы и вопросы на основе семи-балльной шкалы Лайкерта, где 1 – «полностью не согласен», 7 – «полностью согласен». В вводной части анкеты приводилась краткая информация о проблеме исследования, цели опроса. Первый блок вопросов содержал социально-демографическую характеристику респондентов (пол, возраст, курс). В основной части анкеты использовались вопросы, связанные с психологическими аспектами дистанционного обучения. Анкета использовалась в электронном варианте (Google Forms).

Определение объёма выборки осуществлялось на основе доверительного интервала вокруг выборочной (оценочной) доли измеряемого параметра (доли респондентов) с использованием формулы стандартной ошибки. Формула для расчёта объёма выборки имела вид:

$$n = \frac{\pi(1 - \pi)z^2}{D^2}, \quad (1)$$

где  $z$  - нормированное отклонение или количество стандартных ошибок;  
 $D$  - заданная исследователем (желаемая) степень точности опреде-

ления среднего, т.е. допускаемое исследователем отклонение измеренного среднего значения оценки параметра  $\pi$  от истинного среднего значения параметра  $p$  ( $p-\pi$ ).

Значение  $z$  для вероятности попадания в доверительный интервал 95% равно 1,96.

Статистической гипотезой послужило предположение, что доля респондентов, удовлетворенных дистанционным форматом обучения не менее 50%. В данном исследовании  $\pi$  было принято равным 0,5, предельная ошибка выборки  $D$  была принята  $\pm 0,05$ . Расчетный объем выборки составил 384 человека, в опросе приняли участие 424 чел. Полученные данные были проанализированы с помощью MS Excel.

В опросе приняло участие 17,8% мужчин и 82,2% женщин. Возраст респондентов – 17-21 год. 8,2% респондентов указали, что они используют для онлайн обучения компьютер, 28,8% - смартфон, 63% - ноутбук. 26% проводят в интернете более 8 часов в день, 53,4% от 5 до 6 часов в день, в зависимости от ситуации – 15,1%, менее 5 часов в день – 5,5%.

При ответах на вопросы, посвященных восприятию в процессе онлайн обучения, 48% респондентов указало, что они легко справляются со структурой онлайн занятий, 76% учатся в собственном темпе и 83% легко управляют своим процессом обучения, однако им не хватает личной обратной связи (87%), им требуется больше времени на подготовку (72,4%) и около 79% респондентов все-таки предпочли бы офлайн занятия.

При оценке вопросов, связанных с памятью респондентов, 64% студентов указали, что, по их мнению, видеолекции более эффективны для запоминания учебного материала, чем письменный контент, 37% респондентов заявили, что используют различные техники для запоминания материалов, 62% ведут конспект для фиксации важных моментов и используют его для подготовки к экзаменам и зачетам. 87% студентов подчеркнули важность наглядности, привлекательности и эмоциональности учебных материалов для лучшего усвоения и запоминания при онлайн обучении.

При самооценке психических процессов, связанных с волей, 82% студентов указали, что во время онлайн занятий они не могут себя организовать и мобилизовать себя, 43% респондентов указали, что им трудно концентрировать внимание во время онлайн занятий и они постоянно отвлекаются.

89% студентов подчеркнули, что они чувствуют себя более непринужденно во время онлайн обучения, чем при очных занятиях, однако 91% респондентов не чувствует себя вовлеченными в университетскую жизнь.

Взаимодействие в системе «преподаватель - студент» получило средний балл 3,87 по семибалльной шкале Лайкерта, в то время как взаимодействие в системе «студент – студент» получило средний балл 4,3. Основными проблемами в системе «преподаватель - студент» студенты указали «индивидуальный подход к обучающимся» - 48%, «наличие обратной связи с преподавателем» - 53%, «побуждение к дискуссии со стороны преподавателя – 58% (рис. 1).

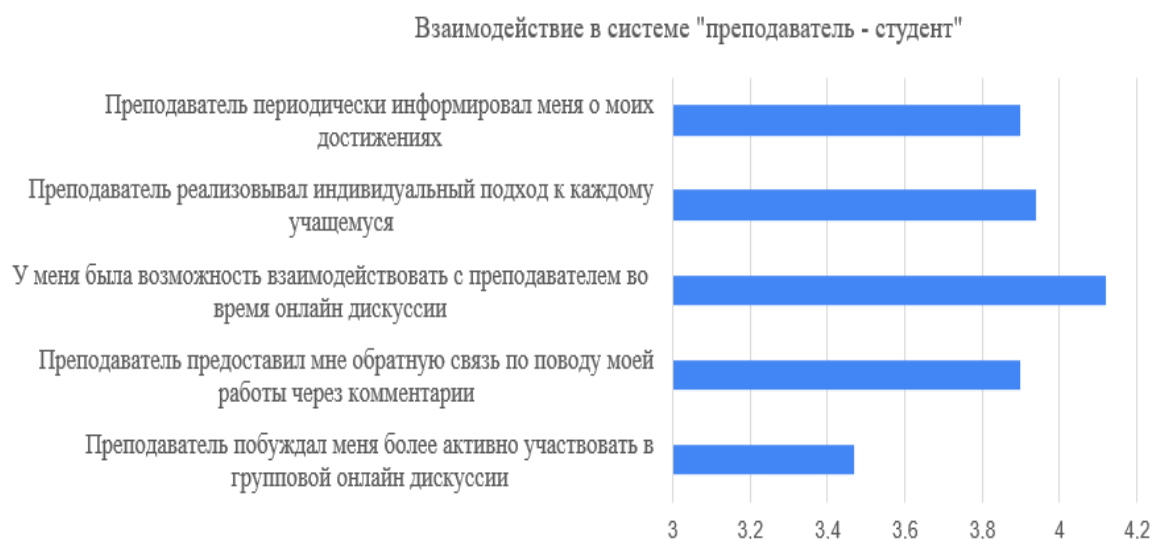


Рис. 1. Оценка взаимодействия в системе «преподаватель - студент»

57% студентов отметили полное удовлетворение взаимодействием в данной системе. Оценка взаимодействия в системе «студент- студент» представлена на рис. 2. Подавляющее большинство студентов (96,5%) было удовлетворено взаимодействием в данной системе.



Рис. 2. Оценка взаимодействия в системе «студент - студент»

Оценка удовлетворенности студентом онлайн курсом представлена на рис. 3, 63% респондентов готовы к повторному прохождению курсов в подобном режиме.

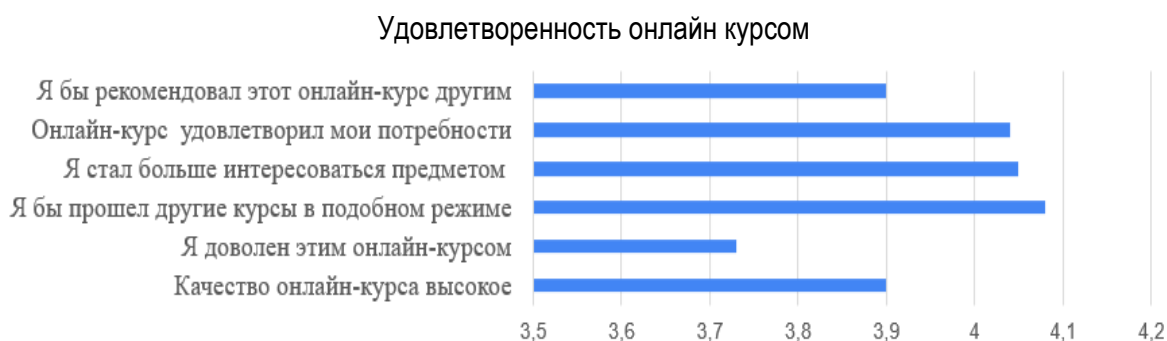


Рис. 3. Оценка удовлетворенности онлайн-курсом

В рамках обработки результатов исследования была рассчитана корреляция Пирсона между удовлетворенностью онлайн курсом и удовлетворенностью в системе «преподаватель - студент», корреляция составила 0,73, что приближено к 1 и свидетельствует о наличии корреляции. Расчет корреляции между удовлетворенностью курсом и взаимодействием в системе «студент - студент» показал отсутствие зависимости (0,43).

Корреляция между показателями эмоциональной сферы (в частности, показатели стресса, фрустрации и напряженности) и удовлетворенностью онлайн курсом составила 0,78. Эти данные частично совпадают с исследованием Г. Астлейнера и А. Синдлера, в котором было установлено, что, несмотря на высокую удовлетворенность всех студентов содержанием дистанционного курса, его основными недостатками были признаны отсутствие эмоциональных контактов с одноклассниками и невозможность качества взаимодействия студентов и преподавателей. Поддержка таких систем как «преподаватель - студент» и «студент - студент» и нейтрализация социальной и эмоциональной неудовлетворенности обсуждать эмоциональные проблемы во время онлайн-обучения [5].

Таким образом, сокращение социальных и эмоциональных контактов в рамках онлайн обучения является основной проблемой несмотря на то, что цифровые технологии легко расширяют сотрудничество между людьми. Количество коммуникаций в дистанционном обучении возрастает, однако страдает обучающихся позволяют повысить эффективность дистанционного обучения.

### **Заключение**

В настоящее время возникает потребность в исследованиях, изучающих психологические аспекты дистанционного обучения и особенности учебного взаимодействия в цифровой среде. Дистанционное обучение еще не получило достаточного рассмотрения с психологической точки зрения [6, р. 40].

Повышение эффективности дистанционного обучения связано, в том числе, с учетом психологии обучения в цифровой среде и психологической поддержкой преподавателей и студентов. Направлениями для изучения здесь могут стать:

- изучение психологических условий для успешного дистанционного обучения;
- изучение показателей психического развития студентов, личностных качеств и динамики их изменения в процессе дистанционного обучения;
- адаптация методов дистанционной диагностики, формирование методического инструментария для изучения взаимодействия «система дистанционного образования – обучающийся – преподаватель»;
- анализ средств дистанционного обучения и их совершенствование и др.

#### **Список литературы**

1. Сероштанова Н.Ю. Психологические особенности дистанционного обучения // Актуальные проблемы образования и воспитания в современной России: межвузовский сборник студенческих и аспирантских работ. Вып. 12 / Акад. проф. образования, Урал. отд-ние Рос. акад. образования, Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург, 2007. - С. 85-88.
2. Ansah R.H., Ezech O.V., Teck T.S., Sorooshian, S. (2020). The Disruptive Power of Massive Open Online Course (MOOC). *International Journal of Information and Education Technology*, 10(1), pp. 42-47. DOI: 10.18178/ijiet.2020.10.1.1337.
3. Bhattacharjee, A., 2001. Understanding information systems continuance: An expectation-confirmation mode. *MIS Quarterly*, 25(3), pp. 351-370.
4. Cheok M.L., Wong S.L. (2015). Predictors of eLearning satisfaction in teaching and learning for school teachers: a literature review. *International Journal of Instruction*, 8(1), pp.75-90.
5. Keller J.M. (2010) The Arcs Model of Motivational Design. In: *Motivational Design for Learning and Performance*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3_3)
6. Lukashenko I. (2016) Psychological Aspects of Learning in Virtual Space. *Visnik V.N. Karazin Kharkiv National University, A Series of Psychology*. 60, p.p. 40-43.
7. Lwoga E.T. (2014). Critical success factors for adoption of web-based learning management systems in Tanzania. *International Journal of Education and Development Using ICT*, 10(1), pp.4-21.
8. Privalov N., Privalova S. (2021). Current problems of modern digital education in Russia // *European Proceedings of Social and Behavioral Sciences (EpSBS)*. FETDE 2020. International Conference on Finance, Entrepreneurship and Technologies in Digital Economy. pp. 570– 579. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2021.03.72>.
9. Ramayah, T. (2010). Personal web usage and work inefficiency. *Business Strategy Series*, 11(5), pp. 295–301.
10. Richardson, J. C., Swan, K. (2003). Examining social presence in online courses in relation to students' perceived learning and satisfaction. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 7(1), pp.68-88.
11. Roca, J. C., Chiu, C.-M. and Martínez, F. J. (2006) Understanding eLearning continuance intention: An extension of the Technology Acceptance Model. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(8), pp. 683-696.



*Логина Александра Викторовна,*  
доцент высшей школы  
киберфизических систем и управления,  
канд. экон. наук

## **СТУДЕНЧЕСКАЯ КОМАНДНАЯ РАБОТА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

Россия, Санкт-Петербург,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
alexandra-lo@yandex.ru

*Аннотация.* Статья посвящена вопросу создания в вузах среды для обучения студентов навыкам совместной работы. Предлагается модель организации образовательного процесса с регулярной работой в междисциплинарных командах.

*Ключевые слова:* управление образованием, проектная команда, образовательная среда, многоуровневая структура, междисциплинарный подход.

*Aleksandra V. Loginova,*  
Ass. Professor, Candidate of Economic Sciences

## **STUDENT TEAM WORK AS A COMPONENT OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN HIGHER EDUCATION**

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
St. Petersburg, Russia, alexandra-lo@yandex.ru

*Abstract.* The paper is devoted to the issue of creating an environment for training students' teamwork skills at the universities. A model of the educational process' organisation with regular work in interdisciplinary teams is proposed.

*Keywords:* education management, project team, educational environment, multi-level structure, interdisciplinary approach.

### **Введение**

Статья посвящена вопросу создания в вузах среды для обучения студентов навыкам совместной работы. Подобные навыки, связанные с распределением ролей, координацией работ, взаимной поддержкой и коллективной ответственностью в настоящее время принято относить к так называемым «гибким навыкам» (англ. soft skills). Термин «гибкие навыки» приобрел популярность в организационном управлении и управлении в сфере образования около 20 лет назад [напр., 1].

Можно отметить, что до введения в широкий обиход термина «гибкие навыки» работе с социально-психологическими свойствами при подготовке студентов уделялось достаточно много внимания. Например, при технических вузах создавались кафедры инженерной психологии.

Вместе с тем, растущее внимание современного профессионального и педагогического сообщества к гибким навыкам, включая навыки командной работы, навыки адаптации в коллективе, подкрепляется рядом обстоятельств современной жизни и рынка труда. Особенно следует подчеркнуть то, что благодаря использованию информационных систем и технологий существенно возросло среднее число лиц, с которыми контактирует современный человек; кроме того, скорость изменений нарастает, что требует обучения приемам обоснованного принятия решений в сжатые сроки. Изменения связаны, в том числе, с внедрением новых технологий, относящихся к технологиям «третьей» и «четвертой промышленных революций» [2, 3].

На этом фоне в практику управления входят методы и приемы, основанные не только на идеях социологии и психологии, но также культурологии и антропологии [4, 5].

### **1. Совместная практическая деятельность студентов в учебном процессе вуза**

Специалистами российской высшей школы обсуждаются различные меры по подготовке студентов, которые будут конкурентоспособными на постоянно изменяющемся рынке труда [6–8]. Одной из мер, позволяющих подготовить студентов к работе в гетерогенном, сложном организационном окружении, является формирование студенческих команд. Подобные команды полезно формировать, предлагая студентам совместную работу, приближенную к их будущей профессиональной деятельности. Например, участие в учебных проектах, олимпиадах, стажировки на предприятиях в составе малых студенческих групп.

### **2. Модель взаимодействия студенческих проектных команд**

Полезно дополнять индивидуальную образовательную деятельность студентов работой в междисциплинарных командах на регулярной основе. В Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ) командная работа развернута по различным дисциплинам, а также во внеучебной деятельности студентов (это творческие, социальные проекты).

Модель, приведенная ниже, показывает взаимоотношения между членами проектной группы с учетом их образовательных программ.

Идею модели можно проиллюстрировать многоуровневой структурой (рис. 1).

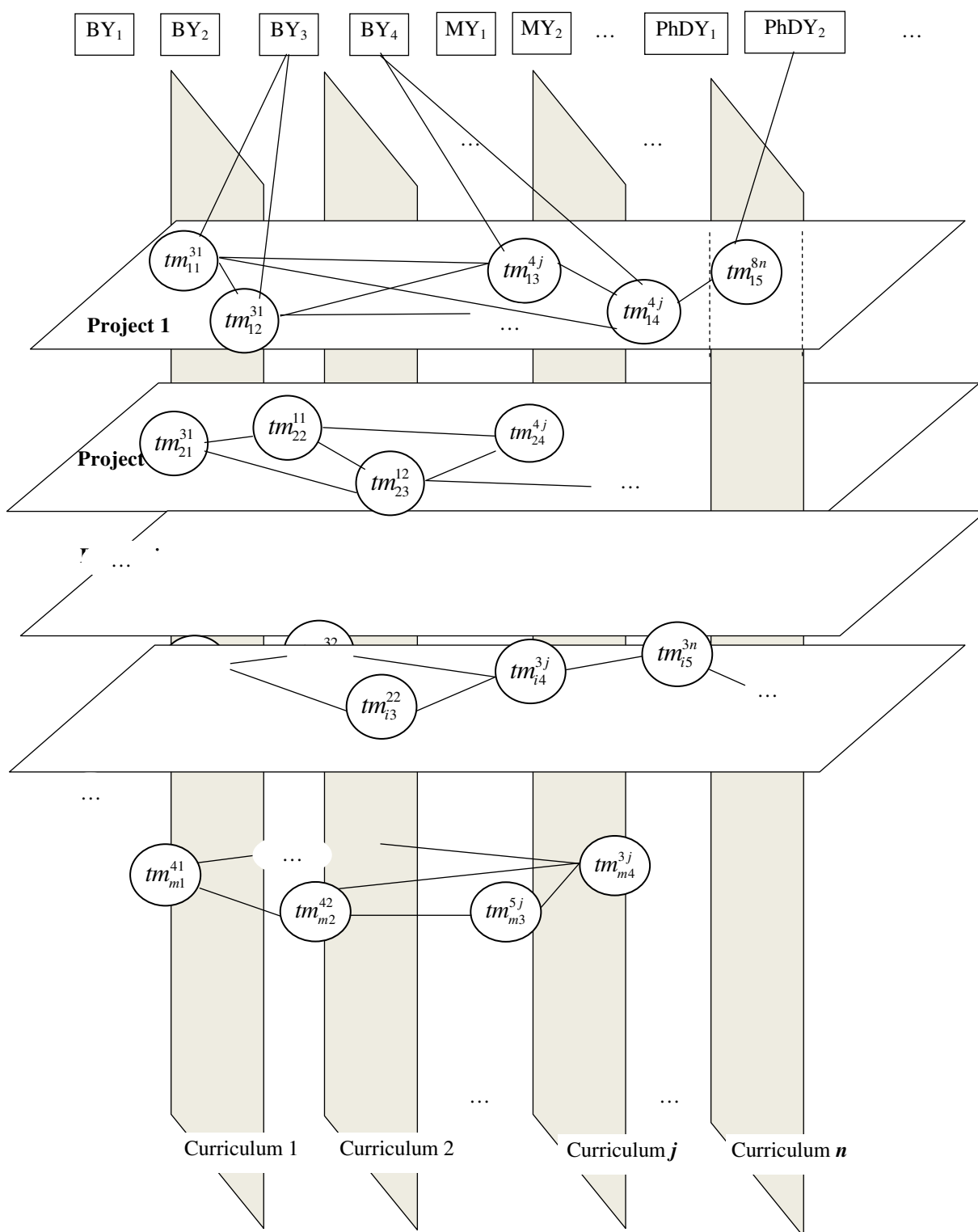


Рис. 1. Многоуровневая структура проектов как часть образовательного процесса

На рис.1 используются следующие обозначения:  
 $BY_1, BY_2, BY_3, BY_4$  – учебный год бакалаврской программы (при четырех-  
 летнем обучении);

$MY_1, MY_2, MY_3$  – учебный год магистерской программы;  
 $PhDY_1, PhDY_2, PhDY_3, PhDY_4$  – учебный год программы аспирантуры;  
 Project1, Project2, ..., Project*i*, ..., Project*m* – названия проектов;  
 Curriculum 1, Curriculum 2, ..., Curriculum *j*, ..., Curriculum *n* – образовательные программы;  
 $tm_{ip}^{yj}$  – код участника проекта, где *i* – номер (код) проекта; *p* – номер участника проекта; *Y* – номер года обучения; *j* – номер (код) учебного курса, который изучает студент.

Основная идея такого подхода заключается в создании образовательной среды, способствующей вовлечению студентов в различные проектные команды на протяжении всего цикла обучения в вузе, начиная с первых курсов бакалавриата и далее до аспирантуры. В этом случае студенты старших курсов смогут курировать студентов младших курсов, передавая им знания и практические навыки. Более того, поскольку команды являются междисциплинарными и состоят из студентов из разных институтов (факультетов), члены команды будут расширять свои знания, выходя за рамки своей профессиональной области.

Очень важно, чтобы в период обучения в университете у каждого студента была возможность попробовать себя в качестве члена проектной команды. В СПбПУ это требование реализуется как в рамках обязательного курса «Основы проектной деятельности», который студенты осваивают в течение четвертого учебного семестра программ бакалавриата. Важно, чтобы студенческие проекты позволяли студентам разных возрастов и разных образовательных программ объединяться в команды; также предпочтительно, чтобы сформированные проектные команды могли работать вместе в течение нескольких семестров.

Таким образом, задача формирования студенческой проектной команды может быть описана выражением:

$$\{TM\} \psi \{PR\}, \quad (1)$$

где  $\{TM\}$  представляет собой множество:  $\{TM\} = \{tm_{i1}^{11}, tm_{i2}^{11}, tm_{i3}^{11}, \dots, tm_{ip}^{yj}, \dots, tm_{mk}^{10,n}\}$ ,

в котором *i* – номер (код) проекта ( $i = 1, \dots, m$ ); *p* – номер (код) участника проектной команды для данного проекта ( $p = 1, \dots, k$ ); *Y* – номер года обучения ( $Y = 1, \dots, 10$ ; т. к. учитываются бакалаврские, магистерские программы, а также аспирантура); *j* – номер (код) учебного курса (дисциплины), который изучает студент ( $j = 1, \dots, n$ );

$\{PR\} = \{Project_1, Project_2, \dots, Project_i, \dots, Project_n\}$ ;

$\psi$  – сложный функционал, который отражает включение студента в проектную команду.

Требования к планированию процесса обучения с использованием совместной работы в проектных командах могут быть описаны так:

$$\psi: x_{ip}^{st,yj} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, \quad (2)$$

где  $st$  – код определенного студента ( $st = 1, \dots, n_{st}$ );

$x_{ip}^{st,yj} = 1$ , если  $p$ -й участник, являясь студентом  $Y$ -го года обучения и изучая  $j$ -ю дисциплину, включен в работу над  $i$ -м проектом;

$x_{ip}^{st,yj} = 0$ , если  $p$ -й участник, являясь студентом  $Y$ -го года обучения и изучая  $j$ -ю дисциплину, не включен в работу над  $i$ -м проектом ( $p = 1, \dots, k$ ;  $Y = 1, \dots, 10$ ;  $j = 1, \dots, n$ ;  $i = 1, \dots, m$ );

В этом случае требования к размеру и структуре команд могут быть описаны так:

$$4 \leq \sum_{p=k_1}^{k_i} x_{ip}^{st,yj} \leq 10, \quad i = 1, \dots, m; \quad (3)$$

где  $k_1, \dots, k_i$  — номера участников  $i$ -го проекта;

например, для одного и того же студента должны быть выполнены требования к одновременному участию не более чем в двух проектах в течение учебного года; и в то же время существует требование к участию по крайней мере в одном проекте в течение всего периода обучения в университете:

$$1 \leq \sum_{i=1}^m \sum_{y=1}^{10} x_{ip}^{st,yj} \leq 20, \quad st = 1, \dots, n_{st}; \quad (4)$$

требование к гетерогенности команды по признаку «направление подготовки» (специальность) может быть записано следующим образом.

Для одного и того же  $j$ -го направления подготовки верно:

$$\sum_{p=k_1}^{k_i} x_{ip}^{st,yj} \leq (k_i - k_1 + 1) / 2, \quad i = 1, \dots, m; \quad (5)$$

что означает, что студенты-участники одной проектной команды должны представлять не менее двух направлений подготовки, т. к.  $(k_i - k_1 + 1)$  — это число участников  $i$ -й команды.

Аналогичное требование может применяться и к возрасту учащихся. Желательно, чтобы в командах были студенты разных лет обучения.

Далее могут быть установлены условия, связанные с отбором студентов в конкретную команду, с учетом требования неоднородности результирующей проектной группы, как с точки зрения профессий студентов, так и с точки зрения их ролей в социальной команде [напр., 9].

### 3. Пример организации условий для командой работы студентов в СПбПУ

Проекты студентов могут иметь различную направленность: гуманитарную, инженерную и т. д. Одним из примеров реализации междисциплинарного подхода, лежащего в основе проектной деятельности сту-

дентов, на базе высшей школы киберфизических систем и управления СПбПУ является работа в рамках курса «Основы проектной деятельности». Данный курс знакомит студентов с основами управления проектами и изучается на втором году обучения. Студентам программ бакалавриата предлагается самостоятельно выбрать тему проекта, разбиться на команды, определить руководителей команд и распределить другие роли среди их участников. Разработчиками данного курса является группа преподавателей высшей школы киберфизических систем и управления, во главе с профессором С.Г. Редько [10]. Впервые курс был апробирован три года назад.

В таблице 1 приводятся статистические данные, показывающие, как с 2019 по 2020 год изменились число команд и направленность проектов (обусловленная принадлежностью руководителя команды к определенному институту) для студентов таких направлений подготовки как: «Информационные системы и технологии» и «Системный анализ и управление» (высшая школа киберфизических систем и управления).

Таблица 1

Информация о числе команд и их размере

Год	Число студентов	Число команд	Среднее число студентов в команде (с учетом студентов из других высших школ и институтов)
2019	65	18	4-5
2020	91	29	6-7

Таблица 2

Информация о принадлежности команд (руководителей проектов) к институтам СПбПУ

Наименование института	Год	
	2019	2020
1. Институт компьютерных наук и технологий	14	21
2. Гуманитарный институт	2	1
3. Институт прикладной математики и механики	2	1
4. Институт биомедицинских систем и биотехнологий	0	1
5. Институт машиностроения, материалов и транспорта	0	1
6. Инженерно-строительный институт	0	2
7. Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникаций	0	1
8. Институт энергетики	0	1

Интересно отметить, как за последние два года изменились предпочтения студентов в ходе освоения курса «Основы проектной деятельности». Оказалось, что студенты нередко склонны выбирать тему проектов, напрямую не соответствующие их направлениям подготовки. Это могут быть смежные темы, а иногда и темы, достаточно далекие от ключевых дисциплин, изучаемых студентами в рамках направлений подготовки. Так, студенты высшей школы киберфизических систем и управления выбирают проекты, связанные с дизайном, педагогикой, лингвистикой, менеджментом и др. При этом в команды объединяются студенты разных институтов. Таким образом, в одном проекте могут участвовать программисты и энергетики, экономисты и специалисты по информационным технологиям, дизайнеры и психологи и т. д.

### **Заключение**

Статья посвящена обсуждению важности создания возможностей для организации междисциплинарных студенческих проектов на базе университетов.

Предлагается модель организации образовательного процесса с регулярной работой в междисциплинарных командах. Данная модель отображает взаимоотношения между членами проектной группы с учетом их образовательных программ.

### **Список литературы**

1. Sharma Ankita. Define the job before the person: Lou Adler // Humancapitalonline. 12.02.2021. – URL: <https://humancapitalonline.com/Interviews/details/2086/define-the-job-before-the-person-lou-adler> (дата обращения: 24.08.2021).
2. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / Пер. с англ. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 410 с.
3. Schwab К. The Fourth Industrial Revolution. – “Currency” Publ. House, 2017. – 192 p.
4. Шейн Э. Организационная культура и лидерство / Пер. с англ. – СПб.: «Питер», 2013. – 352 с.
5. Браун Д. Корпоративное племя. Чему антрополог может научить топ-менеджера. – М.: «Альпина Паблицер», 2018.
6. Васильев Ю.С., Волкова В.Н., Козлов В.Н. Теория систем – основа высшего образования в условиях современных инновационных технологий // В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении. сборник научных трудов XXIV Международной научной и учебно-рактической конференции : в 3 ч.. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – СПб.: Политех-Пресс, 2020. – С. 7–23.
7. Горностаева А.В., Колосова О.В. Тенденции развития рынка труда и образования в России в условиях цифровой трансформации экономики // В сборнике: Инновационные технологии в образовательной деятельности. Материалы Всероссийской научно-методической конференции. – 2020. С. 17–22.
8. Терехов А.Н., Халин В.Г., Юрков А.В. Будут ли российские университеты, как драйверы цифровизации, готовить научные высшей квалификации по программ-

ной инженерии? // В сб.: Международный экономический симпозиум – 2020. Материалы международных научных конференций: «Устойчивое развитие: общество и экономика», «Соколовские чтения. Бухгалтерский учет: взгляд из прошлого в будущее». – 2020. – С. 34–37.

9. Belbin R. M. Team Roles at Work, ISBN 1856178005, Routledge, 2010. – 153 p.

10. Redko, S.G., Tsvetkova, N.A., Seledtsova, I.A., Golubev, S.A. Systematic Approach to Education of Specialists for a New Technological Paradigm // Lecture Notes in Networks and Systems, 2020, Vol. 95, Cyber-Physical Systems and Control; Eds. Dmitry G. Arseniev, Ludger Overmeyer, Heikki Kälviäinen, Branko Katalinić. Springer Nature Switzerland AG 2020. pp. 643–650. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-34983-7>.

УДК 004.94

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-101

*Аручиди Наталья Александровна,*

доцент, канд. экон. наук;

*Барабаш Данил Александрович,*

аспирант;

*Щербаков Сергей Михайлович,*

заведующий кафедрой, докт. экон. наук, доцент

## **ПИВНАЯ ИГРА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА»**

Россия, г. Ростов-на-Дону, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный  
экономический университет (РИНХ)», [bnatalya2000@mail.ru](mailto:bnatalya2000@mail.ru)

*Аннотация.* Целью работы является апробация возможности применения в учебном процессе направления «Прикладная информатика» игровых имитационных моделей на примере «Пивной игры». Рассматриваются результаты проведенных экспериментов.

*Ключевые слова:* учебный процесс, имитационное моделирование, деловые игры, пивная игра.

*Natalia A. Aruchidi,*

Associate Professor, PhD in Economics;

*Danil A. Barabash,*

Postgraduate student;

*Sergey M. Shcherbakov,*

Head of the department, Doctor of economics, Associate Professor

## **BEER DISTRIBUTION GAME IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF APPLIED INFORMATICS**

<sup>1</sup>Russia, Rostov-on-Don, Rostov State University of Economics (RSUE),  
[bnatalya2000@mail.ru](mailto:bnatalya2000@mail.ru)

*Abstract.* The purpose of the work is to evaluate the possibility of using in the educational process the direction "Applied Informatics" of game simulation models on the



example of "Beer Distribution Game". The results of the conducted experiments are considered.

**Keywords:** educational process, simulation, business games, beer game.

## **Введение**

Современным трендом в науке и практике является игрофикация или геймификация различных процессов человеческой деятельности, включая образовательный [6, 7].

Широко используется подход деловых игр (серьезных игр, serious games [1, 5, 9]). Такие игры (или игровые модели, так как они должны отражать некоторую реальность) иногда называют «симуляторами полета», «flight simulator» [8]. Как следует из названия, предполагается, что обучающиеся изучат, отработают некоторый процесс, прежде чем перейдут к реальной деятельности, например, в сфере менеджмента [12].

Игровые модели могут применяться и с целью изучить некоторое явление. Так, сюда можно отнести задачу «Турнир стратегий» для сравнения стратегий сотрудничества в рамках повторяющихся неантагонистических игр [11].

Будем рассматривать применение игровых имитационных моделей в образовании на основе популярной в менеджменте деловой игры «Пивная игра» или «Beer distribution game».

### **1. Постановка задачи**

Игра описана Питером Сенге в книге «Пятая дисциплина» [3]. На примере поставок пива моделируется цепь дистрибуции с четырьмя ступенями поставок: ритейлер, оптовый торговец, дистрибутор и производитель.

Обратим внимание на два обстоятельства. Во-первых, ритейлер или розничный торговец имеет дело с большим количеством товаров и, соответственно, с большим количеством оптовых поставщиков. Те, в свою очередь, имеют дело с десятками ритейлеров. Во-вторых, как и подчеркивает П. Сенге, единственное средство их коммуникации – бланк заказа.

Заказы перемещаются вверх по цепи поставок, – к производителю, в то время как поставки текут вниз по цепи поставок – к розничному покупателю. Согласно сценарию игры, речь идет о единовременном, незначительном, но достаточно устойчивом изменении конечного спроса. Однако, далее вступают следующие факторы:

- отсутствие коммуникации между звеньями;
- задержки, точнее временной лаг, в исполнении заказов;
- желание каждого звена перестраховаться, увеличив требования к следующему звену.

В этих условиях срabатывает «эффект хлыста» или «кнута» («Bullwhip effect») [2, 10]. Назван он так по внешнему виду графика – чем дальше от начальной точки – тем выше амплитуда колебаний кнута.

Рассмотрим проведение игровых имитационных экспериментов с пивной игрой в учебном процессе.

## **2. Реализация**

Первым шагом является подготовка учебно-методического обеспечения.

Рассматривались следующие варианты:

- печать карточек, таблиц и игровой доски;
- использование таблиц MS Excel;
- разработка web-ресурса;
- разработка сетевого программного обеспечения с серверной частью и базой данных.

В качестве разумного компромисса на данном этапе исследования выбрана таблица MS Excel. Это решение потребует устного общения между игроками и дублирования ввода, но может быть реализовано быстро и обеспечит все необходимые расчеты по игровому процессу.

Главным правилом была выбрана унификация: все игроки работают в одинаковых условиях и с одинаковыми таблицами. Просто там, где розничный продавец говорит «упаковка», дистрибьютор имеет в виду «грузовик». Модератор имеет практически ту же самую таблицу, однако состоящую из 4 связанных листов. Процесс пивной игры приведен на рисунке 1.

Для сохранения наглядности показано взаимодействие лишь с одним участником.

Во время каждого хода модератор обходит цепочку, начиная с розничного магазина, и тихо называет каждому участнику две цифры: спрос от предыдущего звена и поставку от следующего звена. В ответ участник выдает свой заказ.

Для розничного магазина спрос является внешним спросом, т.е. спросом от конечных покупателей. Это число задает модератор в соответствии со сценарием игры. Для остальных участников спрос формируется заказом от предыдущего звена цепочки поставок. Например, для склада – заказом магазина.

Для завода его заказ передается в производство и будет гарантировано выполнен через заданное время. Заказы других участников выполняют вышестоящие звенья с соответствующей задержкой и при наличии у них запаса. В случае нехватки заказ будет отложен и выполнен после поступления.

Начисляются штрафы за «зависшие» заказы и рассчитываются расходы за хранение товара.

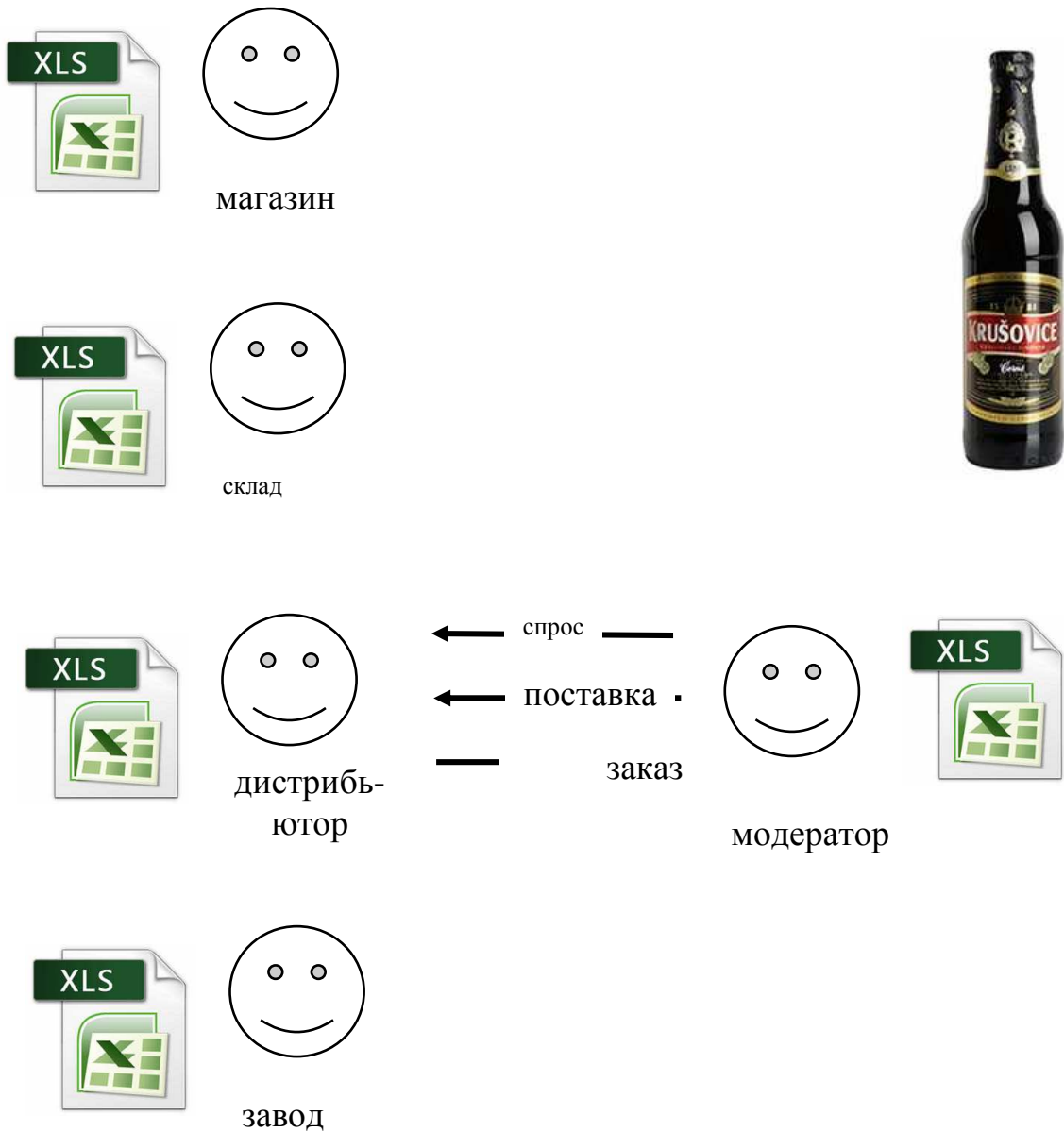


Рис. 1. Схема пивной игры

### Результаты

Разработанное учебно-методическое обеспечение было использовано для игр в рамках учебного процесса направления «Прикладная информатика» (бакалавриат).

На рисунке 2 показан заполненный пример таблицы игрока в ходе пивной игры.

Как видно из рисунка игрок прошел все стадии:

- ежедневная рутина;
- повышение спроса, нехватка, паника;

- затоваривание.

Неделя	Поступление	Доступное количество	Полученный заказ	Отгружено	Зависшие заказы	Остаток на складе	Стоимость (нараст. Итог)	Исходящий заказ
-4								4
-3								4
-2								4
-1								4
0						6		4
1	4	10	4	4	0	6	3	4
2	4	10	4	4	0	6	6	4
3	4	10	4	4	0	6	9	4
4	4	10	4	4	0	6	12	4
5	4	10	4	4	0	6	15	4
6	4	10	4	4	0	6	18	4
7	4	10	8	8	0	2	19	6
8	4	6	8	6	2	0	23	8
9	4	4	8	4	6	0	35	12
10	6	6	8	6	8	0	51	16
11	8	8	8	8	8	0	67	12
12	4	4	8	4	12	0	91	10
13	5	5	8	5	15	0	121	12
14	10	10	8	10	13	0	147	14
15	4	4	8	4	17	0	181	20
16	5	5	8	5	20	0	221	25
17	8	8	8	8	20	0	261	25
18	8	8	8	8	20	0	301	40
19	4	4	8	4	24	0	349	0
20	8	8	8	8	24	0	397	0

Рис.2. Пример игры

На рисунке 3 приведены графики исходящих заказов на всех звеньях цепи поставок. На рисунках хорошо виден эффект хлыста. По мере удаления от конечного спроса растет амплитуда графика. Также обратим внимание, что волна смещена по времени, в начальных звеньях наступает раньше.

Таким образом, результаты проведенных игровых экспериментов совпали с ожидаемыми в соответствии с публикациями, описывающими игру [3, 4, 10].

Далее эксперимент был повторен в четырех студенческих группах, после чего результаты серии пивных игр были сопоставлены между собой и проанализированы.

Во всех случаях возникал «эффект хлыста» (bullwhip effect), однако уровень колебаний заметно отличался от эксперимента к эксперименту. В ходе обсуждения результатов игр с их участниками устанавливались причины возникновения «эффекта хлыста» и закреплялся интерес к освоению задач менеджмента и автоматизированных информационных систем, в том числе и для цепей поставок.

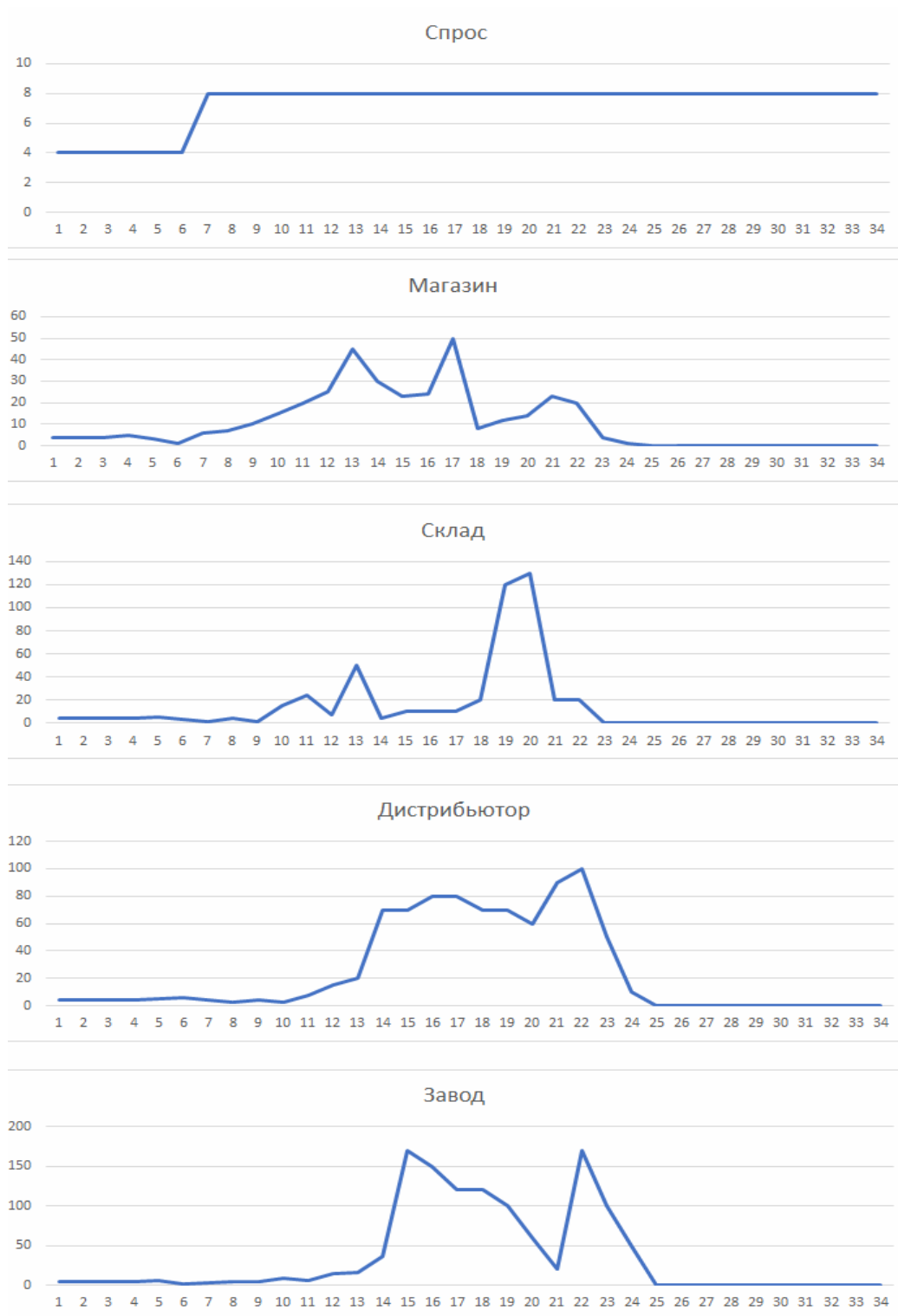


Рис. 3. Пример игры – графики заказов

### Заключение

В целом следует отметить значительный эффект проведенных игр на понимание студентами тематики цепочек поставок и управления запасами, а также имитационного моделирования.

Для дальнейшей работы целесообразно рассмотреть вопрос об автоматизации деловых игр, подобных пивной игре с помощью универсального фреймворка.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта 19-013-00690 «Экономика учебно-методической деятельности в высшей школе».*

*The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR) according to the research project № 19-013-00690 “Economics of educational and methodological activities in high school”.*

### **Список литературы**

1. Гладкая Е.Ф. Игра как средство активизации познавательной деятельности студентов // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. № 10. – с. 161-167.
2. Дыбская В. Проблемы межорганизационной координации в цепи поставок и эффект хлыста // Логистика. – 2012. – № 12. – с. 24-28.
3. Сенге П. Пятая дисциплина: искусство и практика самообучающейся организации. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 494 с.
4. Царенко А.С. Применение имитационной игры «Пивная игра» ("Beergame") для формирования компетенций в сфере управления сложными системами // Эффективное управление: Сборник материалов 3-й научно-практической конференции. – Москва: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2017. – с. 226-235.
5. Щепетова С.Е., Сатдыков А.И. Применение игровых технологий в преподавании «системных» дисциплин // Высшее образование в России. – 2018. – Т. 27. № 4. – с. 127-134.
6. Щербаков С.М. Элементы спорта в преподавании информатики и программирования // Инновационные преобразования в сфере физической культуры, спорта и туризма: Сборник материалов XXIII Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: ИПК РГЭУ (РИНХ), 2020. – с. 372-375.
7. Aditya R.P., Dhavan R.R. Gamification as a method of productivity increase // Human Progress. – 2020. – Т. 6. № 1. – с. 1.
8. Barres, David & Callejas, Zoraida & Delgado, Ramón & Liébana-Cabanillas, Francisco & Martínez-Fiestas, Myriam & Viedma, María Isabel. (2013). The Simulator as a University Business School Support Tool. 10.4018/978-1-4666-2530-3.ch015.
9. Cheng, MT., Chen, JH., Chu, SJ. et al. The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013. J. Comput. Educ. 2, 353–375 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0039-9>.
10. Goodwin JS, Franklin SG (1994) The Beer Distribution Game: Using simulation to teach Systems Thinking. J Manage 13:7-15.
11. Sergey Sherbakov, Maria Lapina, Vitalii Lapin and Joze Rugelj Methodological Support of Game Modeling in the Educational Process // SLET-2020: International Scientific Conference on Innovative Approaches to the Application of Digital Technologies in Education, November 12-13, 2020, Stavropol, Russia.
12. Vlachopoulos, Dimitrios & Makri, Agoritsa. (2017). The effect of games and simulations on higher education: a systematic literature review. International Journal of Educational Technology in Higher Education. 14. 10.1186/s41239-017-0062-1.

УДК 004.852, 004.62  
doi:10.18720/SPBPU/2/id21-102

*Сажнова Виктория Александровна,*  
студент,  
*Нестеров Сергей Александрович,*  
доцент, канд.техн. наук, доцент

## КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО КУРСА

Россия, г. Санкт-Петербург,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
sazhnova.va@edu.spbstu.ru, nesterov@spbstu.ru

*Аннотация.* В статье анализируется отчет с результатами прохождения слушателями онлайн-курса «Управление данными» на портале Открытого образования openedu.ru. Рассчитаны статистические характеристики для анализа сложности тестовых заданий. Решена задача кластеризации тестовых заданий методом k-средних. На основе полученных результатов выделены наиболее сложные задания курса.

*Ключевые слова:* кластеризация, дистанционный курс, MOOK, системы дистанционного обучения, интеллектуальный анализ данных, анализ тестовых заданий, статистические показатели качества.

*Victoria A. Sazhnova,*  
Student,  
*Sergey A. Nesterov,*  
Associate Professor, PhD in Technical Sciences

## CLUSTERING AND ANALYSIS OF THE TEST TASKS ON THE DISTANCE COURSE

Russia, St-Petersburg, Peter the Great Saint-Petersburg  
Polytechnic University,  
sazhnova.va@edu.spbstu.ru, nesterov@spbstu.ru

*Abstract.* The paper describes the analysis of the report about the participants' results on the distance course "Data Management" from the portal of Open Education openedu.ru. The statistical characteristics are calculated for the analysis of the complexity of test tasks. The test tasks were separated into characteristic groups by the k-means method. The most difficult tasks were identified and analyzed.

*Keywords:* clustering, distance course, MOOC, learning management system, data mining, test task analysis, quality statistical measures.

## **Введение**

В настоящее время происходит трансформация формата обучения, заключающаяся в активном внедрении информационных технологий и массовых открытых онлайн-курсов (МООК). Полученные данные о прохождении дистанционного курса можно использовать для оценки правильности тестовых заданий, прогнозирования будущих результатов обучающихся, выявления сложных тем курса и т. д. Решением подобных задач занимается направление интеллектуального анализа, называемое, интеллектуальный анализ данных в сфере образования [3].

В статье анализируется отчет о выполнении тестовых заданий 5306 слушателями курса «Управление данными» на российской платформе открытого образования [openedu.ru](https://openedu.ru) за 2019-2020 учебный год [1]. Курс «Управление данными» длится 16 недель, каждую неделю предлагается новая тема для изучения. Каждая тема содержит видеолекции, конспекты лекций и еженедельные тесты (домашние задания). После 8-й недели студентам необходимо пройти промежуточное тестирование, а после 16-й недели – итоговое тестирование. Итоговая оценка за курс суммируется с весовыми коэффициентами: 0,2 – за результаты выполнения домашнего задания (в среднем за все недели), 0,2 и 0,6 – за выполнение промежуточного и итогового экзаменов соответственно.

В ходе исследования для анализа выполнения тестовых заданий были рассчитаны статистические индексы, на основе которых была выполнена кластеризация тестовых заданий, а также выявлены задания, с которыми у студентов возникло больше всего трудностей.

### **1. Первичная обработка данных**

Для оценки сложности заданий были выбраны данные отчёта, в котором содержится информация о выполнении студентами тестовых заданий каждой из 16 недель курса, а также промежуточного и финального тестирований. В данном исследовании были проанализированы еженедельные тесты, в которых всего было представлено 93 задания:

- на 1, 5, 6, 7 и 8 неделях курса – по 5 заданий;
- на 2, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 и 16 неделях – по 6 заданий;
- на 3 неделе – 8 заданий.

Для решения поставленной задачи был выбран язык программирования R, для которого существует большое количество библиотек (пакетов) для визуализации и анализа данных, а также машинного обучения.

С исходным набором данных были произведены следующие действия:

- выполнено импортирование набора с помощью функции `read.csv()` в среду разработки R как `data frame` (таблица данных, где каж-



дый столбец является вектором, содержащим данные определенного типа) и транспонирование полученной таблицы;

- отобраны только те результаты слушателей, у которых итоговая оценка отлична от нуля;

- заданы краткие заголовки для тестовых заданий вида “[N].[K]”, где N – порядковый номер учебной недели в курсе, а K – порядковый номер тестового задания N-ой недели.

## 2. Оценка сложности тестовых заданий

Для каждого тестового задания были рассчитаны два статистических показателя качества:

- Индекс лёгкости задания – характеристика, которая показывает долю студентов, правильно ответивших на тестовое задание;

- Индекс относительной сложности задания в теме – отношение числа сдавших тестовое задание к числу студентов, которые выполнили хотя бы некоторую часть заданий данной недели.

На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы, показывающие индекс относительной сложности задания в теме, для заданий с 1 по 8 и с 9 по 16 недели обучения соответственно.

Процент студентов, выполнивших задания на 1-8 неделях

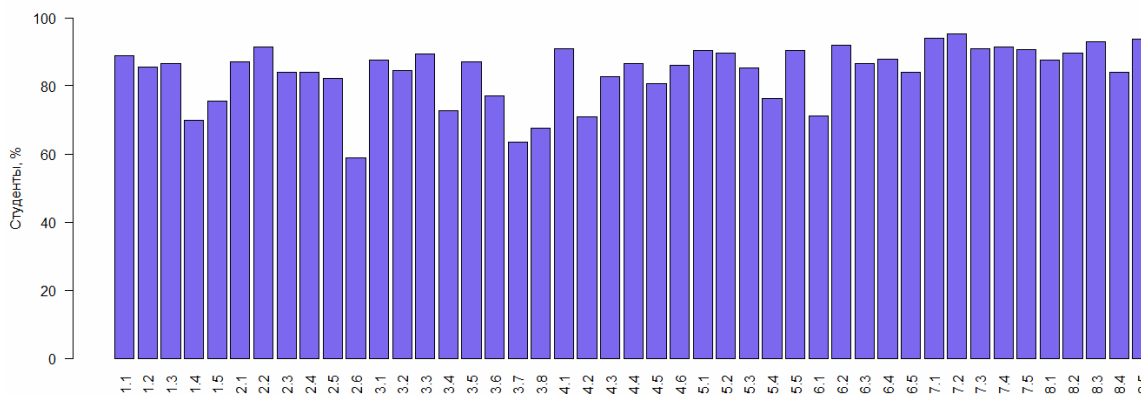


Рис. 1. Диаграмма выполнения заданий 1-8 недель

Процент студентов, выполнивших задания на 9-16 неделях

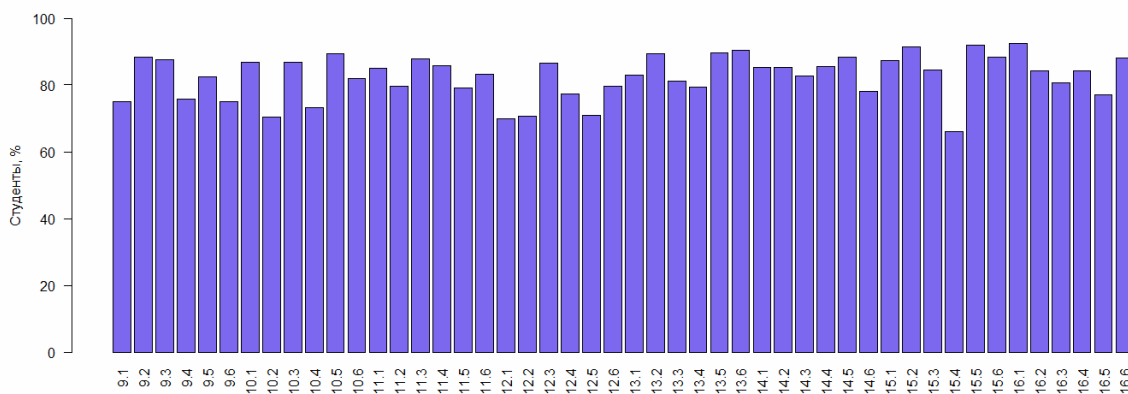


Рис. 2. Диаграмма выполнения заданий 9-16 недель

### 3. Кластеризация тестовых заданий

На основе полученных статистических показателей качества можно сгруппировать тестовые задания по степени близости результатов их выполнения. Это является задачей кластеризации, которая формально описывается следующим образом [2].

Пусть дано  $I$  – множество тестовых заданий дистанционного курса:

$$I = \{i_1, i_2, \dots, i_j, \dots, i_n\}, \quad (1)$$

где каждое тестовое задание  $i_j$  описывается набором параметров:

$$i_j = \{x_1, x_2, \dots, x_h, \dots, x_m\}. \quad (2)$$

Параметр  $x_h$  принимает значения из некоторого множества:

$$x_h = \{v_h^1, v_h^2, \dots\}. \quad (3)$$

Необходимо построить множество кластеров  $C$ :

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_k, \dots, c_g\}. \quad (4)$$

Каждый кластер  $c_k$  включает в себя схожие объекты из исследуемого множества тестовых заданий  $I$ :

$$c_k = \{i_j, i_p \mid i_j \in I, i_p \in I \text{ и } d(i_j, i_p) < \sigma\}, \quad (5)$$

где  $d(i_j, i_p)$  – мера близости между объектами, называемая расстоянием;  $\sigma$  – величина, определяющая расстояние между объектами для включения их в один кластер [2].

При решении данной задачи расстояние  $d(i_j, i_p)$  будем рассчитывать, как Евклидово расстояние:

$$d(i_j, i_p) = \sqrt{\sum_{t=1}^m (x_{jt} - x_{pt})^2}. \quad (6)$$

Выбор числа кластеров основывался на результатах применения метода исследования зависимости изменения внутрикластерной суммы квадратов расстояний от числа кластеров. Он показал, что наиболее подходящее число кластеров – три.

Кластеризация была выполнена методом  $k$ -средних. На рисунке 3 представлена круговая диаграмма, на которой для каждого получившегося кластера отображено количество входящих в него тестовых заданий и их процент от общего количества заданий в курсе. Номера кластеров распределены по уменьшению размера кластеров. В таблице 1 представлены диапазоны значений индексов лёгкости и относительной сложности заданий для каждого кластера.

На основе полученных результатов можно сказать, что еженедельные тестовые задания были разбиты на три характерные группы по

уровню сложности: простые, средние и сложные вопросы. Соотношение вопросов по уровню сложности в банке заданий сбалансировано и приемлемо для продуктивного изучения дистанционного курса: простых вопросов около 50 %, а сложные вопросы составляют примерно 15 % от общего количества тестовых заданий.

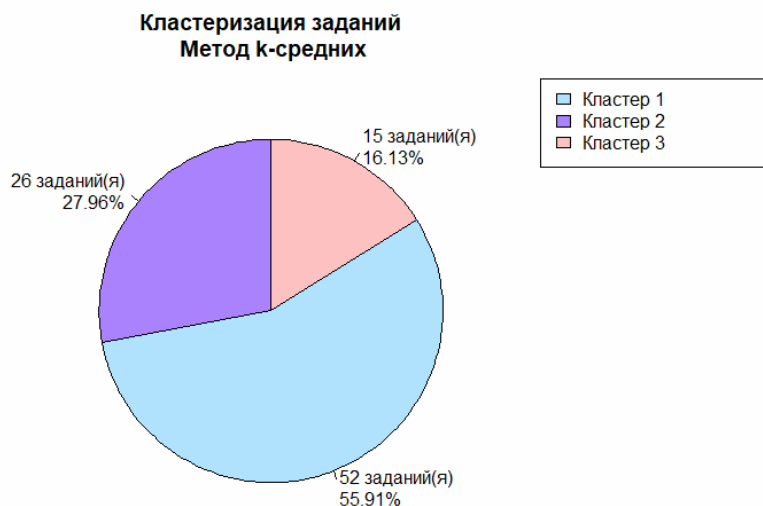


Рис. 3. Результаты кластеризации тестовых заданий методом k-средних

Таблица 1

**Диапазоны статистических индексов для каждого кластера**

	<b>3 кластер (15 заданий)</b>	<b>2 кластер (26 заданий)</b>	<b>1 кластер (55 заданий)</b>
Индекс лёгкости	от 65% до 77 %	от 78% до 93%	от 87% до 96 %
Индекс относительной сложности	от 58% до 75%	от 74% до 84%	от 85% до 95 %

Наибольший интерес вызывают задания третьего кластера, в котором содержатся вопросы с высоким уровнем сложности. Третий кластер состоит из тестовых заданий первой, второй, третьей, четвёртой, шестой, девятой, десятой и двенадцатой недель, для каждой из которых было найдено отношение количества сложных заданий недели к общему числу заданий, представленных на этой неделе. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Опираясь на данные, представленные в таблице 2, можно сказать, что больше всего трудностей возникло с 40 процентами заданий третьей недели и с 50 процентами – двенадцатой недели. Задания данных недель в большинстве являются заданиями с множественным выбором, и успешное выполнение данных заданий требует не только внимательности

студента при выборе нескольких вариантов ответа, но и опыта выполнения практических упражнений.

Таблица 2

**Сложные задания курса**

	Номер недели								
	1	2	3	4	6	9	10	12	15
Количество сложных заданий	1	1	3	1	1	2	2	3	1
Общее количество заданий	5	6	8	6	5	6	6	6	6
Процент сложных заданий	20 %	17 %	38 %	17 %	20 %	30 %	30 %	50 %	17 %

**Заключение**

В данной статье представлен результат анализа качества тестовых заданий, для которых были вычислены индексы лёгкости и относительной сложности задания в рамках каждой темы, а также решена задача кластеризации, в результате которой были выделены три основных типа тестовых заданий по уровню сложности: простые, средние и сложные. Представленные в данной статье результаты и методы могут быть использованы на других курсах, чтобы выявить сложные задания с целью адаптации учебного материала для повышения эффективности освоения дистанционного курса.

В дальнейшей работе возможно решение задачи кластеризации для слушателей курса и сопоставление полученных результатов с выделенными кластерами тестовых заданий для выявления заданий, с которыми у слушателей каждой из характерных групп возникли сложности при выполнении.

**Список литературы**

1. Андреева Н.В., Нестеров С.А. Управление данными: онлайн-курс. [Электронный ресурс] <https://openedu.ru/course/spbstu/DATAM>.
2. Барсегян А. А. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining / А. А. Барсегян, М.С. Куприянов, В.В. Степаненко, И.И. Холод. – СПб.:БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
3. Villanueva, A., Moreno, L.G., Salinas, M.J.: Data Mining Techniques Applied in Educational Environments: Literature Review. In: Digital Education Review, Number 33, 2018.

*Ситкин Дмитрий Сергеевич,*  
ст. преподаватель

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИСЦИПЛИН В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,  
sitkin\_ds@spbstu.ru

*Аннотация.* В работе описаны новые подходы в преподавании информационных технологий в Санкт-Петербургском Политехническом университете Петра Великого. Представлен анализ содержания дисциплин, и описаны применяемые образовательные технологии при их изучении.

*Ключевые слова:* информационные технологии, учебный процесс, наполнение контентом, дистанционные технологии.

*Dmitry S. Sitkin,*  
Senior Lecturer

## **SYSTEM ANALYSIS IN THE DEVELOPMENT OF DISCIPLINES IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGIES**

Russia, Saint-Petersburg,  
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,  
sitkin\_ds@spbstu.ru

*Abstract.* The paper describes new approaches in the teaching of information technologies at Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University. The analysis of the content of the disciplines is presented, and the educational technologies used in their study are described.

*Keywords:* information technologies, educational process, content filling, remote technologies.

### **Введение**

В настоящее время информационные технологии (или информатика) изучаются всеми студентами независимо от направления подготовки (специальности): будь то профильное направление или, например, гуманитарное. Они проникли во все направления инженерной и повседневной бытовой деятельности человека, не связанной с процессом обучения какой-либо специальности или направления. В связи с этим количество обучающихся информационным технологиям в любом университете максимально. Эти технологии помимо очевидных благ несут собой и угрозы, не только в профессиональной деятельности, но и в других сферах жизни человека. В то же время это одно из самых быстроразвивающихся

направлений науки, актуальные на сегодня позиции во многом устареют через несколько лет. Таким образом, мы имеем необходимость преподавания дисциплин, имеющих большое значение, широчайшую область применения знаний, максимальный контингент обучающихся и требующих частого пересмотра содержания.

### 1. Унификация обучения в рамках университета

Всеобъемлемость информационных технологий как учебной дисциплины влечёт за собой большой количественный состав преподавателей по этому предмету. Существенным обстоятельством также является то, что преподавание информатики (или информационных технологий) не является централизованным: преподаватели в большом ВУЗе обычно представляют разные подразделения. Из-за этого отсутствует единый подход в обучении этой общепрофессиональной дисциплине даже в рамках одного учреждения. Каждое учебное подразделение имеет собственное видение содержания курса, делая акцент на специфику своих основных образовательных программ (ООП). И это представляется вполне объективным. При этом информатика является базовой, общетехнической дисциплиной наряду с математикой и физикой. И независимо от направления подготовки в ней есть общая часть, которая формирует как общекультурные компетенции, так и часть общепрофессиональных. И, чтобы это ядро не выпало из поля зрения студента, в Санкт-Петербургском Политехническом университете Петра Великого решено использовать общий подход в обучении информационным технологиям в базовой их части.

В учебные планы по всем направлениям бакалаврской подготовки и специалитета первого курса введено «цифровое семейство» дисциплин. В таблице 1 показана его структура.

Таблица 1

**Распределение базовых цифровых дисциплин**

Семестр	Дисциплина, объём	Вид занятий	
		Лекции	Практика
Первый	Цифровая грамотность (универсальный онлайн-курс и аудиторные занятия), 2 з.е.	8 ч. очно + 8 ч. эл.	16 ч. очно
	Цифровой практикум, 2 з.е.	Нет	30 ч. очно
Второй	Цифровая культура (онлайн-курс и аудиторные занятия), 2 з.е.	2 ч. очно + 14 ч. эл.	16 ч. очно
	Технологии цифровой промышленности (универсальный онлайн-курс), 2 з.е.	2 ч. очно + 14 ч. эл.	16 ч. эл.

Центральной дисциплиной является «Цифровая грамотность», содержащая в себе обязательный материал для всех институтов. Она слу-

жит ядром для достижения общекультурных и части общепрофессиональных компетенций выпускников в этой области. Для расширения практической части введен курс «Цифровой практикум», где, углубляя темы первой дисциплины, можно смещать акцент исходя из направления подготовки, т.к. здесь уже унификации не требуется. Тот же подход, но с теоретической стороны можно использовать в третьем предмете «Цифровая культура», содержащую и теоретическую часть.

## 2. Выбор содержания дисциплин

Классическое содержание курса информатики технических специальностей, идущее ещё от Федеральных образовательных стандартов (ФГОС) второго поколения, рассматривается в [2]. К настоящему времени многих тем уже не достаёт. Рабочая группа, созданная для определения содержания курса «Цифровая грамотность» столкнулась со значительными трудностями из-за большого перечня тем, поступивших в качестве предложений.

Отдельного анализа требовала ситуация с уровнем подготовки по информационным технологиям полученным в школе. Многие предложенные темы входят в школьную программу, но по факту, как отмечали преподаватели рабочей группы, не усвоены. Было проведено исследование уровня знаний по школьной программе информатики путём тестирования в начале года всех студентов первого курса (кроме направлений, где в качестве вступительного испытания выступал данный предмет). Тест, состоящий из шестидесяти вопросов по темам, включённым в ФГОС средней школы, был сделан в форме онлайн-курса с ограничением во времени тестирования и сроком сдачи (рисунок 1).

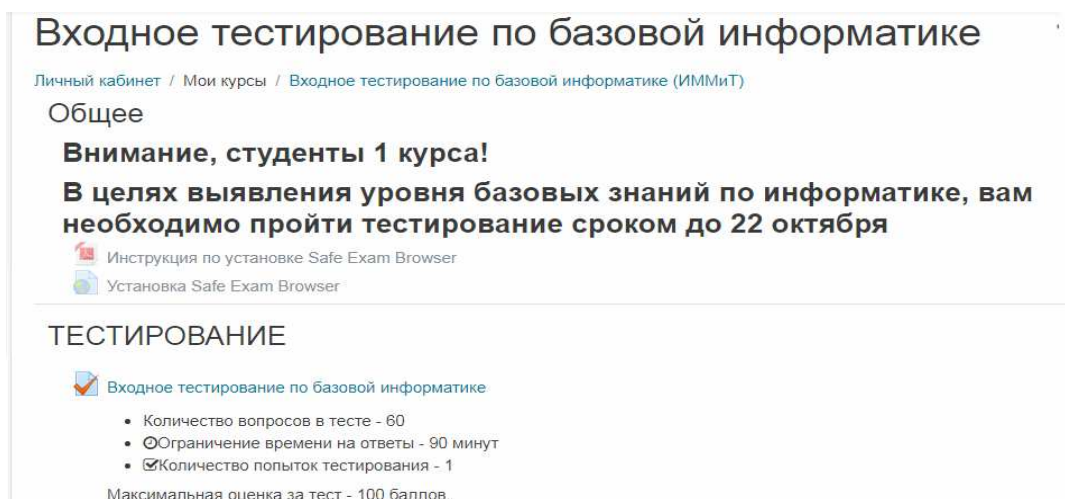


Рис. 1. Титульная страница онлайн-курса для тестирования

На примере студентов первого курса Института машиностроения, материалов и транспорта (ИММиТ) было зафиксировано, что в зоне раз-

дела результата на положительный и отрицательный (42 балла из 60), разместилась максимальная по количеству студентов группа, а именно 101 человек из 432 прошедших тест. Положительно же тестирование прошла примерно половина студентов (рисунок 2).



Рис. 2. Результаты тестирования

В результате оценки знаний первокурсников по школьной программе была выявлена значительная часть студентов с недостаточной базой для перехода к изучению вузовского компонента. Однако, в то же время, повторять во многом школьную программу в ущерб новым темам представляется избыточным. В первую очередь это не в пользу студентов, добросовестно освоивших предмет в школе. Взвешивая обе стороны, найдено решение, при котором в начале учебного года первокурсники сдают упомянутое выше тестирование. Сдавшие отрицательно будут записаны на отдельный онлайн-курс, не входящий в учебный план, т.е. как факультатив для выравнивания общей базы.

В курс же «Цифровая грамотность» после долгих итераций были включены следующие разделы:

- информация и формы представления (формализация и структурирование информации, представление и обработка текстовой, графической, табличной информации, офисные приложения, правила оформления студенческих работ, аппаратные и программные средства реализации информационных процессов, двоичная арифметика и логика);
- цифровые технологии (классификация Интернет-технологий, защита информации, облачные сервисы, информационный поиск, цифровые производственные технологии);
- цифровые образовательные технологии (электронная информационно-образовательная среда, воспринимаемость информации в цифровой среде);



- основы алгоритмизации и цифрового моделирования (структурирование данных, алгоритмы и их свойства, планирование и обработка результатов эксперимента, программные среды и виды цифрового моделирования, основы программирования).

Часть теоретического материала предполагается изучать дистанционно для экономии аудиторных часов. На примере другой массовой дисциплины высшей математики показаны особенности организации удалённого обучения [1]. Здесь же будет полезным сохранение университетом доступа своим выпускникам к дистанционным курсам, которые со временем адаптируются, и к электронному библиотечному комплексу.

### **3. Связь с другими дисциплинами**

Представленный выше комплекс дисциплин, изучаемых на первом курсе и являясь базой, не исчерпывает весь спектр предметов из области информационных технологий изучаемых студентами. В зависимости от специфики направлений подготовки, в учебные планы включены и другие дисциплины, опирающиеся на рассмотренные и формирующие общепрофессиональные компетенции.

Важным является построить правильную последовательность расположения дисциплин на образовательной траектории путём логической связи ранее изучаемых дисциплин, как базовых, с последующими дисциплинами, дополняющими и углубляющими полученные ранее знания и умения. Пример такого междисциплинарного взаимодействия подробно описан в работах [3, 4] в рамках дисциплин «Вычислительная математика» и «САПР в машиностроении», изучаемых студентами второго курса Высшей школы машиностроения ИММиТ. Математический аппарат метода конечных элементов (МКЭ), находит своё приложение в виде выполнения прочностного анализа детали, с предшествующим трёхмерным цифровым моделированием. В свою очередь, реализация МКЭ в рамках вычислительной математики рассмотрена на примерах математических пакетов с применением программирования, изученных ранее на первом курсе. Перемена местами хотя бы пары из этих компонентов приведёт к снижению скорости продвижения студента по образовательной траектории и эффективности учебного процесса.

### **Заключение**

Обучение информационным технологиям идёт весь период обучения в университете. Не заканчивается оно и после студенчества. Принцип, что в первую очередь нужно научить учиться, заложить фундамент в течение учебного процесса, остаётся актуальным и для информационных технологий. Так, например, при изучении численных методов главным является их существо, а компьютерную реализацию лучше продемонстрировать на нескольких универсальных программах; при изучении

основ программирования не следует вдаваться в тонкости отдельного языка, а показать их подчинённость общим технологиям программирования; при теоретическом изучении основ САПР не привязываться к конкретному пакету, а изложить принципы формообразования при моделировании. Знание общих технологий и принципов поможет построить эффективный алгоритм для самостоятельного получения новых знаний.

### Список литературы

1. Лагунова М.В., Иванова Л. А., Ежова Н. В. Организация удалённого обучения высшей математике. Проблемы и решения // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы Международной научно-практической конференции. 25 июня 2020. – СПб: Изд-во Политех-Пресс, 2020. – с. 21–33.

2. Ситкин Д.С. Состояние подготовки студентов-механиков по дисциплине «Информатика» // Инновационные технологии, подходы и методики подготовки студентов-механиков по общепрофессиональным и специальным дисциплинам: сборник материалов научно-методической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – с. 46-49.

3. Солодилова Н.А. Новые технологии проектирования в рамках дисциплины «САПР в машиностроении» // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXIII Международной научно-практической конференции. Ч. 3. – СПб: Изд-во Политех-Пресс, 2019. – с. 391–397.

4. Солодилова Н.А., Петраш В.И. Технологии цифрового моделирования в базовом модуле подготовки бакалавров в области машиностроения // Системный анализ в проектировании и управлении: сборник научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции. Ч. 3. – СПб: Изд-во Политех-Пресс, 2020. – С. 350-357.

УДК 004.04

doi:10.18720/SPVPU/2/id21-104

*Смолина Елена Михайловна*<sup>1</sup>,

аспирант,

*Черненькая Людмила Васильевна*<sup>2</sup>,

профессор, доктор техн. наук

## ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ

<sup>1,2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

<sup>1</sup> smolensk9595@mail.ru,

<sup>2</sup> ludmila@qmd.spbstu.ru

**Аннотация.** В статье рассматривается анализ образовательных данных - направление, которое заключается в применении методов интеллектуального анализа

данных для решения различных задач в сфере образования. Приведены актуальные задачи в области анализа образовательных данных, в том числе накапливаемых в системах электронного обучения. Описаны преимущества применения методов анализа данных для всех участников образовательного процесса. Кроме того, указаны возможные сложности проведения исследований в области анализа данных.

**Ключевые слова:** интеллектуальный анализ данных, анализ образовательных данных, задачи анализа данных, преимущества анализа данных.

*Elena M. Smolina*<sup>1</sup>,  
Postgraduate student;  
*Liudmila V. Chernenkaya*<sup>2</sup>,  
Professor, Doctor of Technical Science

## THE BENEFITS OF APPLYING DATA MINING METHODS IN EDUCATION

<sup>1,2</sup> Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, smolensk9595@mail.ru,  
<sup>1</sup> ludmila@qmd.spbstu.ru

**Abstract.** The article discusses the educational data mining - the direction, which is the application of data mining methods to solve various problems in the field of education. The current tasks in the field of educational data analysis are given, including a data accumulated in e-learning systems. Benefits of applying data analysis methods for all participants of educational process are described. In addition, the possible difficulties of conducting research in the field of data analysis are indicated.

**Keywords:** Data mining, Educational Data mining, data mining tasks, the benefits of data mining.

### Введение

В условиях глобальной пандемии COVID-19 большинство учебных заведений были вынуждены перевести все учебные процессы в дистанционный онлайн режим и использовать различные платформы и системы электронного обучения. Все подобные системы накапливают большие объемы данных различного формата [1], при этом не имеют встроенных инструментов для проведения обработки собранных данных, анализа результатов и оценки процесса обучения. В связи с этим особую значимость принимают методы интеллектуального анализа данных (data mining), которые позволяют решать множество задач, используя данные, накопленные образовательными системами.

### 1. Задачи анализа образовательных данных

В настоящее время анализ образовательных данных (АОД) (англ. educational data mining (EDM)) можно использовать для решения различного рода задач:

*Прогнозирование успеваемости.* Порядок изучения дисциплины, промежуточные результаты, особенности поведения в системе электронного обучения – эти данные можно использовать для прогнозирования оценки, которую обучающийся может получить по итогам обучения. Кроме того, часто решаются задачи прогнозирования, целью решения которых является ответ на вопрос, будет ли обучающимся завершено освоение данной дисциплины [2–4].

*Моделирование обучающегося.* Анализируется мотивация к обучению, удовлетворенность процессом обучения, стиль обучения, порядок изучения материалов и многое другое. Данная группа задач пока только начинает свое развитие, т.к. на текущий момент инструменты для сбора и анализа подобных данных весьма ограничены и сложны в аналитике.

*Выявление групп среди обучающихся.* Распределение студентов на группы на основе анализа результатов и процесса их обучения [2].

*Визуализация многомерных данных.* Часто данные, собираемые с платформ электронного обучения, имеют сложную структуру. Анализ данных о результатах решения итогового теста является тривиальной задачей, но для того, чтобы проанализировать процесс получения студентом решения требуется исследовать данные сложных структур, при этом данные о ходе решения содержат больше информации о знаниях студента, чем собственно результат решения. Так, при решении тестовых заданий, при возможности множественного выбора существует возможность подбора правильного решения, в вопросах открытого типа интересно было бы узнать, каким образом студент получил ответ. Поэтому системы обучения должны оценивать как результат решения задачи, так и ход ее выполнения и поведение обучаемого в процессе получения решения. Сбор подобных данных порождает сложные структуры, которые непросты для анализа, поэтому часто для понимания изначальной структуры и поиска скрытых зависимостей используют визуализацию многомерных и сложных данных.

*Обратная связь для преподавателей.* Дистанционное обучение в сравнении с традиционным лишает возможности преподавателей оценивать и наблюдать за ходом обучения и освоения материала, преподаватели нуждаются в обратной связи для улучшения организации проведения онлайн занятий.

*Организация образовательного контента.* Построение учебных материалов в зависимости от потребностей группы обучающихся. Например, можно выявлять темы, которые вызывают наибольшие затруднения [5], исследовать область интересов и способностей обучающихся.

*Планирование и составление расписания.* Учет временного аспекта освоения обучающимся материалов и выполнения заданий.

*Обратная связь для студентов.* По результатам обучения важно предоставлять обратную связь для студентов, так, с помощью методов анализа данных, можно разработать персональные рекомендации по дальнейшему обучению, связанные со способностями и интересами студента.

*Анализ социальных сетей.* Исследование взаимоотношений между обучающимися и преподавателем или обучающимися между собой в процессе обучения.

*Выявление скрытых проблем в успеваемости.* Исследуя шаблоны поведения при взаимодействии с учебными материалами, можно проанализировать проблемы в обучении, в отсутствии мотивации к обучению, выявить студентов, которые пытаются обмануть систему обучения.

## **2. Преимущества использования анализа образовательных данных для участников образовательного процесса**

Использование методов анализа образовательных данных может принести ряд преимуществ для всех его участников: обучающихся и их родителей, преподавателей, администрации систем электронного обучения или образовательных учреждений.

*Для обучающихся* материалы могут быть адаптированы под их текущий уровень знаний и особенности изучения. Например, студент больше обращается к текстовым, видео или графическим материалам, быстро выполняет практические задания, но несколько раз обращается к теории, часто использует паузу при просмотре видео или использует перематки и ускорение воспроизведения. Если обучающиеся являются детьми школьного возраста, то исследования с помощью АОД помогут получить информацию для родителей о прогрессе в обучении или о возможных проблемах у ребенка.

*Преподаватели* могут получать информацию о том, как улучшить содержание дисциплины и ее реализацию в дистанционном формате, что позволит студентам проявлять интерес к обучению и повысит мотивацию к окончанию обучения.

*Администрация систем электронного обучения* получает информацию для оценки эффективности отдельных дисциплин или всего образовательного процесса. Это позволяет оценивать систему обучения и улучшать ее путем выработки правил реализации образовательных программ, внедрения новых программ обучения или исключения неэффективных.

## **3. Сложности при выполнении анализа образовательных данных**

При использовании методов интеллектуального анализа данных в сфере образования важно учитывать некоторые ограничения и анализировать возможные проблемы:

*Как и какие данные необходимо накапливать?* Предварительный анализ необходимости сбора конкретных данных порой является затруднительной и затратной задачей, важно понимать, какие данные нужно собирать с целью дальнейшего анализа, а какие данные на данном этапе собирать не стоит, так как их анализ будет слишком трудоемким.

*Технические ограничения.* Недостаточно принять решение о необходимости собирать данные, важно решить такие вопросы как хранение и управление накапливаемыми данными.

*Информационная безопасность.* Необходимо учитывать правила информационной безопасности и этические нормы. При использовании образовательных данных необходимо контролировать доступ к этим данным, а также информировать обучающихся о том, что данные, которые они предоставляют в системе электронного обучения, могут использоваться для анализа.

*Специфика предметной области или образовательного учреждения.* Исследования данных по реализации образовательных программ могут быть непосредственно связаны с предметной областью изучаемых дисциплин (что требует определенной осведомленности в конкретной сфере), местом выполнения исследования, временем их проведения. Так, например, результаты студентов, которые обучаются в ведущих высших учебных заведениях, могут не совпадать с результатами обучающихся из образовательных учреждений другого уровня подготовки.

### **Заключение**

Таким образом, в статье рассмотрена проблема необходимости исследования образовательных данных, которые накапливаются системами электронного обучения. Приведены актуальные задачи управления данными в сфере образования, для решения которых могут использоваться методы data mining.

В рамках исследования были также выявлены основные преимущества применения анализа образовательных данных для всех участников процесса обучения: обучающихся, преподавателей, администраторов систем управления обучением. Были рассмотрены основные проблемы и ограничения, с которыми можно столкнуться при использовании методов анализа образовательных данных.

Для решения задач, рассмотренных в данной статье, с помощью приведенных методов интеллектуального анализа данных можно разрабатывать инструменты, которые могут быть впоследствии встроены в системы электронного обучения или использоваться независимо. Важно учитывать, что, если использование подобных инструментов будет встроено в системы электронного обучения, они должны быть адаптиро-

ваны для пользователей, которые не имеют опыта в области применения математических методов анализа данных.

### Список литературы

1. Смолина Е.М., Черненькая Л.В., Методы интеллектуального анализа данных в задачах оценки качества дистанционного образования. Наука и бизнес: пути развития. 2021. - № 3(117). - С.72–75.

2. Нестеров С.А., Смолина Е.М. Оценка результатов проведения массового открытого онлайн курса с использованием методов интеллектуального анализа данных. Информатика, телекоммуникации и управление. - 2020. - Т. 13. - № 1. - С. 65-78. DOI: 10.18721/JCSTCS.13106.

3. Villanueva A., Moreno L.G., Salinas M.J. Data Mining techniques applied in educational environments: Literature review. Digital Education Review. - 2018. - Vol. 33. - P. 235–266.

4. Rechinskiy, A.V., Chernenkaya, L.V., Mager, V.E. System for Quality Assurance of Study Programs in the Area of Engineering Education. 2020 5th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino 2020 - Proceedings, 2020, 9111706.

5. Tabaa Y., Medouri A. LASyM: A learning analytics system for MOOCs. Internat. J. of Advanced Computer Science and Applications. - 2013. - Vol. 4. - Issue 5. - p.113-119. DOI: 10.14569/IJACSA.2013.040516.

УДК 330.1

doi:10.18720/SPBPU/2/id21-105

**Вдовина Елена Константиновна<sup>1</sup>**,

доцент Кафедры экономической теории,  
кандидат педагогических наук, доцент;

**Попова Нина Васильевна<sup>2</sup>**,

профессор Высшей школы лингводидактики и перевода,  
доктор педагогических наук, профессор;

**Коган Марина Самуиловна<sup>3</sup>**,

доцент Высшей школы лингводидактики и перевода,  
кандидат технических наук, доцент;

**Шипунова Ольга Дмитриевна<sup>4</sup>**,

профессор Кафедры общественных наук,  
доктор философских наук, профессор

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ

<sup>1,2,3,4</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого,

<sup>1</sup> evdovina@spbstu.ru,

<sup>2</sup> ninavaspo@mail.ru,

<sup>3</sup> m\_kogan@inbox.ru,

<sup>4</sup> o\_shipunova@mail.ru

**Аннотация.** Системный подход в практике современного инженерного образования связан с новой ориентацией педагогики высшей школы на развитие soft skills, что предполагает создание методик формирования комплекса личностных навыков в качестве когнитивного потенциала саморегуляции в оценке систем суждений и готовности к творческой профессиональной деятельности. В статье рассматриваются методы формирования аналитических способностей в обучении инженеров, связанных с интеллектуальными действиями по структурированию и пониманию специальных англоязычных текстов.

**Ключевые слова:** когнитивный потенциал, soft skills, аналитические способности, англоязычные профильные тексты, анализ контекста, вопросно-ответная методика.

*Elena K. Vdovina<sup>1</sup>,*

Associate Professor of the Department of Economic Theory,  
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor;

*Nina V. Popova<sup>2</sup>,*

Professor at the Higher School of Linguodidactics and Translation,  
Doctor of Pedagogy, Professor;

*Marina S. Kogan<sup>3</sup>,*

Associate Professor of the Higher School of Linguodidactics and Translation,  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

*Olga D. Shipunova<sup>4</sup>,*

Professor of the Department of Social Sciences,  
Doctor of Philosophy, Professor

## **SYSTEMATIC APPROACH IN ENGINEERING EDUCATION WITH FOREIGN LANGUAGE TEACHING AS EXAMPLE**

<sup>1,2,3,4</sup> Russia, St. Petersburg, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University,

<sup>1</sup> evdovina@spbstu.ru, <sup>2</sup> ninavaspo@mail.ru,

<sup>3</sup> m\_kogan@inbox.ru, <sup>4</sup> o\_shipunova@mail.ru

**Abstract.** A systematic approach in the practice of modern engineering education is associated with a new orientation of higher education pedagogy towards the development of soft skills, which implies the creation of methods for building a set of personal skills as the cognitive potential of self-regulation in assessing systems of judgments and readiness for creative professional activity. The article discusses methods for the formation of analytical skills in training engineers associated with intellectual actions for structuring and understanding special English-language texts.

**Keywords:** cognitive potential, soft skills, analytical skills, English-language specialized texts, context analysis, question-answer techniques.

### **Введение**

В современном мире английский язык выступает в качестве общего языка научно-технического сообщества наряду с языком математики. По мнению И.Б. Короткиной любой курс английского языка для специаль-



ных академических целей (ESAP) должен быть ориентирован на академические навыки, основу которых составляют компетенции академического чтения и письма, характерные для научной деятельности [1, с.129, 133].

Предметный технический контекст, также как и английский язык, является своего рода медийным полем в инженерном обучении. Согласование смыслового поля английского языка с техническим контекстом создает необходимую почву для самостоятельного чтения и понимания англоязычного текста в предметной области. Системный подход в практике современного инженерного образования ориентирует педагогику высшей школы на развитие *soft skills*, что предполагает создание методик формирования когнитивного потенциала будущего специалиста на уровне, достаточном для творческой профессиональной деятельности.

Цель статьи связана с развитием педагогических методов активизации ментальной активности в практике изучения специальных англоязычных текстов с ориентацией на адекватность понимания передаваемой информации. В развитии аналитических способностей будущих инженеров, прежде всего, нужно ориентироваться на условия понимания в работе с техническими текстами и контекстами, которая предполагает знание предмета и знание языка. Разработка методики построения вопросно-ответной ситуации при чтении профильного текста, которая направлена на уточнение содержания употребляемых терминов, соотнесение английских фраз с родным языком и понятийным аппаратом технической области, позволяет добиться более адекватного понимания передаваемой информации.

В процессе обучения студент получает информацию о фактах и объектах в переработанном виде, как результат применения третьими лицами интеллектуальных фильтров, которым в первую очередь выступает язык. Нарастание информационного шума в сетевом образовательном пространстве обостряет вопрос о методах формирования аналитических способностей будущих инженеров, связанных с интеллектуальными действиями по структурированию, ограничению, сжатию поступающей информации. В этом случае когнитивные действия направляются определенным алгоритмом преобразования сведений, который сводится к набору процедур по анализу сообщений, вычленению из них квантов информации на основании заданных критериев и правил. Формы ментальной активности активизируются на уровне сложных структур рассуждения, оценивания значения слов и границ контекста.

Бердами и Боландер (Burdumy & Bohlander) указывают, что чтение и понимание, хотя их и относят к пассивным (рецептивным) навыкам, являются сложным активным, продуктивным и конструктивным мен-

тальным процессом [2, с. 246]. Авторы подчеркивают, что если студенты не достигнут порогового уровня понимания глубинных структур (the underlying structure) и грамматики, что соответствует уровню 4 (анализа) в таксономии Блума, т.е. относится к когнитивным навыкам высокого уровня) [3], они не смогут в дальнейшем эффективно работать с профильными текстами самостоятельно [2, с. 247]. Большинство исследователей считает, что при обучении чтению на иностранном языке ключевую роль играет знание лексики и синтаксиса [4,5,6]. Последнее время предпринимаются попытки оценить объем словарного запаса, необходимого для эффективного/свободного самостоятельного чтения текстов разных жанров [7].

Совмещение логики анализа и логики понимания при чтении англоязычного текста усиливается постановкой вопросов, уточняющих смысловую контекст. Умение задавать вопросы ценится в западной традиции гораздо выше, чем давать «правильные ответы», т.к. западная научная школа строится на методе Сократа (Socratic method), когда к истине приближаются путем задавания вопросов. Важность задавания учащимися вопросов при обучении чтению в курсе иностранного языка для лучшего понимания прочитанного настолько важна, что включена авторами методических пособий (см., например, [8, 9]). в арсенал средств, которым должен овладеть преподаватель иностранного языка. Анализируя результаты 35 исследований по влиянию само-вопросания на понимание прочитанного (Self-Questioning on Reading Comprehension), отобранных для анализа по заданным критериям, авторы обзора пришли к выводу, что существует убедительное доказательство того, что вовлечение учащихся в формулирование вопросов к тексту помогает им лучше понять текст [10, с.166], но имеющиеся данные не позволяют сделать вывод, на каком этапе (*до*, *при* или *после* чтения текста) эффективнее применять эту стратегию.

Японская исследовательница Йонезаки (Yonezaki) указывает на то, что большинство исследований, изучающих влияние вопросов, заданных учащимися, на понимание ими прочитанного, проводится на материале родного языка (L1) (в большинстве случаев английского), и гораздо меньше в контексте изучаемого иностранного (английского) языка [11]. Одно из немногих исследований контексте английского как иностранного с русскоязычными учащимися провела Вдовина с соавторами [12,13]. Исследователи обнаружили, что у студентов нет достаточного опыта в постановке вопросов, что приводит к тому, 1) что студентам требуется много времени, чтобы придумать какой вопрос задать (почти половина не справилась с заданием составить 5 вопросов на английском языке (за 15 мин) по прослушанной на английском языке вводной лекции по курсу

*Введение в мировую экономику*); 2) что вопросы однообразны; 3) только 20% составленных вопросов относились к когнитивным навыкам высокого уровня по шкале Б. Блума [3]; 4) вопросы содержат много ошибок, которые авторы попытались классифицировать [13]; 5) студенты даже с высоким уровнем владения английским языком (примерно 40% студентов имели уровень В2 по шкале уровней владения иностранным языком CEFR, принятой Евросоюзом [14]), не владеют в достаточной мере академическим языком. Среди средств развития навыка вопрошания авторы рекомендуют практиковать перевод вопросов с русского языка на иностранный с учетом того, что многие студенты продолжают думать на родном языке.

В заключение отметим, что применение вопросно-ответной методики активизации восприятия информации при чтении англоязычных профильных текстов сопровождается повышением уровня интеллектуальной активности, который соотносится с деятельностью критического мышления, сочетающего логику анализа и логику понимания [14, 15].

#### **Список литературы**

1. Короткина И.Б. 2016. Трансдисциплинарный подход к разработке курса по академическому чтению профильных текстов (на примере публичной политики) // Обучение чтению на иностранном языке в современном университете: теория и практика : монография. Под ред. Н. В. Баграмовой, Н. В. Смирновой, И. Ю. Щемелевой. – СПб. : Златоуст, 2016. С. 123 – 142.
2. Burdumy A., Bohlander C. Designing and Delivering a Programme of Reading Skills Classes to Postgraduate Students // The Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes – 2018. – Vol.6, No 2. – P. 245 – 252. <https://doi.org/10.22190/JTESAP1802245B>.
3. Anderson L. W. Objectives, evaluation, and the improvement of education // Studies in Evaluational Education. – 2005. – Vol.31, No 2-3. – P. 102 – 113. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2005.05.004>.
4. Burt M., Peyton J. K., Adams R. Reading and adult English language learners: A review of the research. – Washington, DC: Center for Applied Linguistics. – 2003. – 58 p.
5. Grabe W., Stoller F.L. Teaching and Researching Reading. London: Pearson Education. – 2011. – 345 p.
6. Rahimi M. A., Rezaei A. Use of Syntactic Elaboration Techniques to Enhance Comprehensibility of EST Texts // English Language Teaching. – 2011. – Vol.4, No 1. – P. 11–17.
7. Laufer B., Ravenhorst-Kalovski G.C. Lexical threshold revisited: Lexical text coverage, learners' vocabulary size and reading comprehension // Reading in a Foreign Language. – 2010. – Vol.22, No. 1. – P. 15-30. <http://www2.hawaii.edu/~readfl/rfl/April2010/articles/laufer.pdf>.
8. Соловова Е.Н. Методика обучения иностранным языкам : базовый курс лекций. 6-е изд. – М.: Просвещение, 2005. – 239 с.

9. Watkins P. *Teaching and Developing Reading Skills*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. – 330 p.
10. Joseph L.M., Alber-Morgan S., Cullen J., Rouse C. The Effects of Self-Questioning on Reading Comprehension: A Literature Review // *Reading & Writing Quarterly*. – 2016. – Vol. 32, No 2, P. 152-173. DOI: 10.1080/10573569.2014.891449 (<https://doi.org/10.1080/10573569.2014.891449>).
11. Yonezaki M. The potential of student-generated questions and answers as scaffolding process for Japanese EFL students' reading. // *兵庫教育大学 教育実践学論集 [Educational Practice Studies]*. – 2018. – 19 (3/March). – P. 165–176. <http://repository.hyogo-u.ac.jp/dspace/bitstream/10132/17606/1/kyoikujissen1914.pdf>.
12. Vdovina E., Popova N., Kogan M. Questioning as a cognitive instrument and a language issue in content and language integrated learning // *ICERI 2019. Proceedings 12th International Conference of Education, Research and Innovation*. Edited by L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres. – IATED Academy. November 11th-13th, 2019. — Seville, Spain. – P. 8431-8440. DOI: 10.21125/ICERI.2019.2013.
13. Вдовина Е.К., Попова Н.В., Коган М.С., Краснова И.А. 2021. Развитие критического мышления путем постановки вопросов в предметно-языковом интегрированном обучении в вузе // *Ин. языки в школе*. – 2021. – №5. – С. 80 – 87.
14. *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment. Companion volume*. Strasbourg: Council of Europe Publishing, 2020. — 278p. [www.coe.int/lang-cefr](http://www.coe.int/lang-cefr).
15. Paul R. *Critical thinking: How to prepare students for a rapidly changing world*. – Santa Rosa (Ca.): Foundation for Critical Thinking. — 1993. — 505p.+xiii.
16. Facione P.A., Facione N.C. *Critical Thinking for Life // Inquiry*. – 2013. – Vol. 28, - No 1. – P. 5-25. DOI 10.5840/inquiryct201328125, 6].

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ .....</b>	<b>8</b>
<i>Васильев Ю.С., Волкова В.Н., Козлов В.Н.</i> ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ: ИСТОКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	8
<i>Соколов Б.В., Юсупов Р.М.,</i> НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИНТЕГРАЦИИ МЕТОДОЛОГИЙ МЕНЕДЖМЕНТА И КИБЕРНЕТИКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОАКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОЦИО- КИБЕР-ФИЗИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	30
<i>Малинецкий Г.Г., Смолин В.С.</i> СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ БУДУЩЕГО РОССИЙСКОГО КОСМОСА .....	41
<i>Мокий М.С.</i> ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА ..	46
<i>Данчул А.Н.</i> АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОПИСАНИЯ БИЗНЕС-АРХИТЕКТУРЫ УМНОГО ГОРОДА .....	60
<i>Зиндер Е.З.</i> РИСКИ ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАЦИЙ И ПОМЕЩЕНИЕ ЗНАНИЙ О НИХ В МОДЕЛЬ АРХИТЕКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ..	69
<i>Волкова В.Н., Леонова А.Е., Логинова А.В.</i> «ГЕН» Ф.Е. ТЕМНИКОВА И «ВЫРАЩИВАНИЕ» СИСТЕМЫ Посвящается 115-летию создателя первой в СССР школы теории систем Федора Евгеньевича Темникова .....	81
<i>Тунда В.А., Тунда Е.А.</i> ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ВЫПОЛНЕНИЮ СИСТЕМНОГО СИНТЕЗА Памяти Феликса Петровича Тарасенко .....	90

<b>Волкова В.Н.</b> НЕОБХОДИМОСТЬ ВВЕДЕНИЕ КУРСА СИСТЕМОЛОГИИ НА ВСЕХ УРОВНЯХ ОБРАЗОВАНИЯ .....	101
<b>Булыгина О. В.</b> СИСТЕМА ИМИТАЦИОННОГО КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ PILGRIM Памяти Александра Анатольевича Емельянова .....	107
<b>Кацко И.А., Кацко С.А.</b> ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ СИСТЕМНО-СТРУКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ Ю.И. ЛЫПАРЯ .....	111
<b>Секция 1</b> <b>ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ</b> <b>ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА .....</b>	120
<b>Шипунова О.Д.</b> КОММУНИКАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СТРУКТУР .....	120
<b>Войцехович В.Э., Вольнов И.Н., Малинецкий Г.Г.</b> «РАЦИОНАЛИЗМ ДВИЖЕНИЯ» И СИНТЕЗ С ИСКУССТВОМ – БУДУЩЕЕ НАУКИ .....	127
<b>Шамис А.Л.</b> ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖИЗНИ И МЫШЛЕНИЯ .....	139
<b>Тунда В.А., Тунда Е.А.</b> ЧЕТЫРЕ ФИЛОСОФСКИЕ КАТЕГОРИИ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ .....	146
<b>Бобер Ж. (Эстония)</b> МАРГИНАЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ В СИСТЕМЕ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ .....	167
<b>Поздеева Е.Г.</b> ДИНАМИЧНОСТЬ СОЦИАЛЬНОГО В ИССЛЕДОВАНИЯХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОЗИЦИЙ КОНЦЕПЦИИ АССАМБЛЯЖА .....	185

<b><i>Сидорова Л.Е., Сидоров С.В., Шарафутдинов Р.Я.</i></b> ОБ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОЛЯХ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ И НЕОБХОДИМОСТИ РАЗВИТИЯ ИНДУСТРИИ КОМФОРТА В РОССИИ .....	192
<b><i>Богомолов А.И., Невежин В.П.</i></b> ПРИНЦИП ПОДОБИЯ В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ ЭВОЛЮЦИИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ .....	203
<b><i>Благовещенская Е.А., Попова Н.В.</i></b> ПРОЯВЛЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛИЗМА В РАЗЛИЧНЫХ ФОРМАХ ТВОРЧЕСТВА .....	208
<b><i>Микони С.В.</i></b> РОЛЬ СИСТЕМНОСТИ РУССКОГО ЯЗЫКА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОНЯТНОСТИ НАУЧНОГО ТЕКСТА .....	216
<b>Секция 2</b> <b>СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ТЕОРИИ СИСТЕМ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА .....</b>	<b>224</b>
<b><i>Горелова Г.В.</i></b> КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	224
<b><i>Арефьев И.Б.</i></b> РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ЛОГИКО-РЕФЛЕКСИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	249
<b><i>Кукор Б.Л., Яковлева Е.А.</i></b> ЛОГИКО-ЛИНГВИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ К РИСКОЗАЩИЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	261
<b><i>Платонов В.В., Яковлева Е.А.</i></b> СОВМЕСТНОЕ КОГНИТИВНОЕ КАРТИРОВАНИЕ КАК МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ СЛОЖНЫМИ СИСТЕМАМИ .....	274

<b><i>Льноградский Л.А.</i></b> СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ МАТРИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	284
<b><i>Виноградов А.Н., Куршев Е.П.</i></b> НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД В МОДЕЛИРОВАНИИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА .....	290
<b><i>Горелова Г.В., Мельник Э.В., Орда-Жигулина М.В., Орда-Жигулина Д.В.</i></b> МОДУЛЬ КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ .....	300
<b><i>Масленникова А.В.</i></b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИИ КОГНИТИВНОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	313
<b><i>Виноградов А.Н., Куршев Е.П.</i></b> МОНИТОРИНГ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ОБОРОННО- ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	320
<b><i>Корсакова Т.В., Корсаков М.Н.</i></b> КРИТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	330
<b><i>Волкова Э.С.</i></b> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РИСКОЗАЩИЩЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	338
<b><i>Кацко А.И., Кацко Д.И., Маций В.С.</i></b> КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ СОСТОЯНИЙ ...	342



<b><i>Нифонтова А.В., Шпорт А.А.</i></b> ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ МАЛОГО ПРЕДПРИМАТЕЛЬСТВА НА ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	346
<b><i>Горелова Г.В., Россинская С.А.,</i></b> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗАДАЧИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МЕТАКОМПЕТНОСТИ ПЕДАГОГОВ С ПОМОЩЬЮ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ .....	351
<b><i>Калиниченко А.И.</i></b> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В МОНИТОРИНГЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПОНТО-КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА .....	361
<b>Секция 3</b> <b>СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ</b> <b>ПРЕДПРИЯТИЯМИ В ПЕРИОД ЦИФРОВИЗАЦИИ .....</b>	368
<b><i>Чудесова Г.П.</i></b> ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ .....	368
<b><i>Герасимов Б.Н.</i></b> ИССЛЕДОВАНИЕ И РЕФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИЯМИ .....	380
<b><i>Чечурина М.Н.</i></b> СТРАТЕГИЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ .....	388
<b><i>Жуковская Л.В.</i></b> СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ, ПРАВОВОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ МАКРОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ .....	393

<b>Халиулин Р.А., Кудрявцева С.С.</b> МЕТОДИКА КЛАССИФИКАЦИИ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК СПОСОБ ОЦЕНКИ ИХ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ .....	398
<b>Толочко И.А.</b> СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	405
<b>Калугян К.Х., Владимиров А.А., Рындин Д.Н., Мазур К.А.</b> РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВ ЕКОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ .....	415
<b>Качалов Р.М., Слепцова Ю.А.</b> КАЧЕСТВО УПРАВЛЕНИЯ УРОВНЕМ РИСКА И ПРОЦЕССЫ ГЕЙМИФИКАЦИИ .....	422
<b>Форманюк И.В., Черненькая Л.В.</b> РАЗВИТИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА .....	428
<b>Козловская Э.А., Шарич Э.Э., Яковлева Д.Д.</b> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ПРИНЯТИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ХЕДЖ-ФОНДЕ .....	433
<b>Докторов Д.В., Искандеров Ю.М., Ласкин М.Б.</b> ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ .....	444
<b>Макареня Т.А., Али Аль-Убайди Ахмед Ибрагим Хусейн</b> НЕОБХОДИМОСТЬ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ ИРАКА	451
<b>Веретенникова Е.Г., Мирошниченко И.И., Калугян К.Х.</b> АНАЛИЗ ДОСТИЖЕНИЯ КРІ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MICROSOFT POWER BI .....	455

<b>Секция 4</b>	
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>464</b>
<i>Leon Vazil</i>	
СИСТЕМЫ ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВЫХ ТУРБИН — БУДУЩЕЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ .....	464
<i>Афанасьева О.В.</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДАМИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА .....	469
<i>Керимов М.А., Керимов М.М.</i>	
СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	474
<b>Секция 5</b>	
<b>СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ ПОДГОТОВКОЙ КАДРОВ И ОБРАЗОВАНИЕМ .....</b>	<b>482</b>
<i>Халин В.Г., Чернова Г.В., Юрков А.В., Забоев М.В.</i>	
РИСКИ ПРОЕКТА «5 в 100» И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ.....	482
<i>Дрогобыцкий И.Н.</i>	
ДЕСКРИПТИВНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ СИСТЕМНОГО ОБУЧЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ .....	492
<i>Абабкова М.Ю.</i>	
ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОНЛАЙН ОБУЧЕНИЯ .....	505
<i>Логинова А.В.</i>	
СТУДЕНЧЕСКАЯ КОМАНДНАЯ РАБОТА КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ .....	512
<i>Аручиди Н.А., Барабаш Д.А., Щербаков С.М.</i>	
ПИВНАЯ ИГРА В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ НАПРАВЛЕНИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА» .....	519
<i>Сажнова В.А., Нестеров С.А.</i>	
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ДИСТАНЦИОННОГО КУРСА .....	526

<b><i>Ситкин Д.С.</i></b> СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИСЦИПЛИН В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	532
<b><i>Смолина Е.М., Черенькая Л.В.</i></b> ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ В ОБРАЗОВАНИИ .....	538
<b><i>Вдовина Е.К., Попова Н.В., Коган М.С., Шипунова О.Д.</i></b> СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ .....	542

# **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ**

Часть 1

Сборник научных трудов  
XXV Международной научной  
и учебно-практической конференции

13–14 октября 2021 года

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 95 3004 – научная и производственная литература

---

Подписано в печать 07.10.2021. Формат 60×84/16. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 34,75. Тираж 100. Заказ 4451.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета,  
предоставленного ответственными редакторами,  
в Издательско-полиграфическом центре Политехнического университета.  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.  
Тел.: (812) 552-77-17; 550-40-14.

