

А.И. Чистобаев<sup>1</sup>, В.В. Дмитриев<sup>2</sup>, З.А. Семёнова<sup>3</sup>, А.Н. Огурцов<sup>4</sup>, Н.А. Грудцын<sup>5</sup>

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ КАК ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

### АННОТАЦИЯ

Представлены концептуальные основы исследования динамики состояния общественного здоровья как одного из индикаторов качества жизни. На примере ряда регионов РФ рассмотрены подходы к моделированию и картографированию общественного здоровья. Процесс оценивания выполнялся для 5 классов — от высокого (первый класс) до низкого (пятый класс). Расчёты оценочных критериев проводились по 4-м группам: социальным, экономическим, экологическим, заболеваемости населения. Свёртка показателей осуществлялась как внутри блоков, так и между блоками. Прослежено линейное изменение показателей в состоянии социо-эколого-экономических систем и качества жизни населения. Динамика расчётных показателей приводится на рисунках. Даны рекомендации по использованию полученных результатов интегрального оценивания состояния общественного здоровья при управлении территориальным развитием сферы здравоохранения с использованием ГИС-технологий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** социо-эколого-экономическая система, здравоохранение, геоинформационные системы, регионы России

Anatoly I. Chistobaev<sup>6</sup>, Vasilii V. Dmitriev<sup>7</sup>, Zoya A. Semenova<sup>8</sup>, Aleksander N. Ogurtsov<sup>9</sup>, Nikolai A. Grudtcyn<sup>10</sup>

## INTEGRAL ASSESSMENT AND CARTOGRAPHIC MODELING OF PUBLIC HEALTH AS AN INDICATOR OF LIFE QUALITY

### ABSTRACT

The conceptual foundations of the study of the dynamics of public health as one of the indicators of quality of life are presented. On the example of a number of regions of the Russian Federation, approaches to modeling and mapping public health are examined. The assessment

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, 10-я линия ВО, д. 33–35, 199178, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail*: [chistobaev40@mail.ru](mailto:chistobaev40@mail.ru)

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, 10-я линия ВО, д. 33–35, 199178, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail*: [vasiliy-dmitriev@rambler.ru](mailto:vasiliy-dmitriev@rambler.ru)

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, 10-я линия ВО, д. 33–35, 199178, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail*: [semzoy@yandex.ru](mailto:semzoy@yandex.ru)

<sup>4</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Институт Наук о Земле, 10-я линия ВО, д. 33–35, 199178, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail*: [aogurcov@yandex.ru](mailto:aogurcov@yandex.ru)

<sup>5</sup> Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций, НОЦ ПОС, наб. Реки Мойки, д. 61, 191186, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail*: [poxes@yandex.ru](mailto:poxes@yandex.ru)

<sup>6</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, VI, 10<sup>th</sup> line, 33–35, 199178, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: [chistobaev40@mail.ru](mailto:chistobaev40@mail.ru)

<sup>7</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, VI, 10<sup>th</sup> line, 33–35, 199178, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: [vasiliy-dmitriev@rambler.ru](mailto:vasiliy-dmitriev@rambler.ru)

<sup>8</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, VO, 10<sup>th</sup> line, 33–35, 199178, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: [semzoy@yandex.ru](mailto:semzoy@yandex.ru)

<sup>9</sup> Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, VO, 10<sup>th</sup> line, 33–35, 199178, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: [aogurcov@yandex.ru](mailto:aogurcov@yandex.ru)

<sup>10</sup> Saint Petersburg State University of Telecommunications, SEC POS, Moika River quay, 61, 191186, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: [poxes@yandex.ru](mailto:poxes@yandex.ru)

process was carried out for five classes — from high (first grade) to low (fifth grade). The calculation of the evaluation criteria was carried out in four groups: social, economic, environmental, and the incidence of the population. Convolution of indicators was carried out both inside the blocks and between the blocks. A linear change in indicators in the state of socio-ecological-economic systems and the quality of life of the population is traced. The dynamics of the calculated indicators is given in the figures. Recommendations are given on the use of the results of an integrated assessment of the state of public health in managing the territorial development of the healthcare sector using GIS technologies.

**KEYWORDS:** socio-ecological-economic system, healthcare, geographic information systems, Russian regions

## ВВЕДЕНИЕ

Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) здоровье трактуется как состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не просто как отсутствие болезней и физических недостатков [WHO, 2008]. Состояние общественного здоровья формируется под воздействием природных, социально-экономических и духовных факторов, оно определяет качество жизни населения (социума), и от него зависят пути развития общества, цивилизаций. Следовательно, качество жизни выступает одновременно как стратегическая цель и как критерий социально-экономического развития общества. При интегративном подходе могут быть выявлены территориальные (региональные) различия в качестве жизни населения, исходя из причинно-следственных связей.

Категории «общественное здоровье» и «качество жизни» взаимосвязаны между собой, они определяют выбор методов социальной защиты, охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности. Общественное здоровье — это не совокупность показателей индивидуального здоровья, а многомерное динамическое состояние социума, ресурс продуктивной жизнедеятельности<sup>1</sup>. Качество жизни населения — постоянно эволюционирующая социально-экономическая и философская категория, характеризующая материальную и духовную комфортность существования людей и результирующая медико-экологическое состояние среды обитания на определённом этапе развития территории [Чистобаев, Семёнова, 2013]. Наряду с материальными жизненными ценностями, качество жизни социума определяется состоянием общественного здоровья, формируемого под воздействием факторов природной и социальной среды. Для выявления меры влияния здоровья на качество жизни населения — или качества жизни, связанного со здоровьем — необходимо установить параметры состояния охраны здоровья населения.

При исследовании динамики состояния общественного здоровья используются модели системной динамики и модели интегрального оценивания. В наших исследованиях неоднократно поднимался вопрос об использовании эмерджентных свойств сложных систем. Как было установлено, воздействия на систему могут быть детерминированными или случайными, касаться изменений в одной, нескольких или всех подсистемах (социальной, экологической, экономической, здоровьесберегающей) одновременно [Огурцов, Дмитриев, 2019]. Попытки оценки состояния сложных систем на покомпонентной основе не позволяют выявлять изменения эмерджентных свойств, характеризующих систему в целом [Leading..., 2010; Рамонов, 2012]. Что касается многокритериальных оценок, основанных на индикативном подходе, то при них могут проявиться ситуации, когда по одному индикатору система попадает в один класс

---

<sup>1</sup> Чистобаев А.И., Семёнова З.А. Индивидуальное и общественное здоровье как категории медицинской географии. Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология, география, 2011. № 3. С. 83–91

состояния (качества), а по-другому — в другой класс. Системы индикаторов устойчивого развития социо-эколого-экономических систем (СЭЭС), получивших широкое распространение в последнем десятилетии прошлого века [Жукова, 1994; Бобылёв, 2007], также могут обусловить неопределённость при оценивании временной динамики развития и не дать должного эффекта. И в данном случае может появиться такая ситуация: по одному индикатору выявляется положительная динамика развития, а по другому случаю (или другим случаям) — стагнация или даже снижение (регресс) темпов развития. В этих условиях оправдан подход, основанный на принципе множественности моделей сложных систем.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Начальным этапом выявления отношения субъекта к объекту оценивания выступает диагностический анализ состояния системы, который включает в себя рекогносцировочное выявление достоинств (положительная значимость) и недостатков (отрицательная значимость) объекта, его свойств и структуры, режимов функционирования. Сложность диагностирования общественного здоровья как элемента СЭЭС сопряжена с отсутствием в практике оценивания аксиометрии для выбранных критериев, по которым состояние системы характеризуется разными уровнями качества — высоким, средним или низким. Иначе говоря, для выполнения оценки недостаёт оценочных шкал для всех или части параметров, позволяющих классифицировать состояние объекта.

Исходя из приведённых выше определений общественного здоровья и качества жизни, основная задача оценки состоит в представлении в количественном и качественном измерении совокупности свойств, природных, социальных и экономических условий, обеспечивающих в той или иной степени здоровье людей и их потребителей. Поскольку общественное здоровье вбирает в себя элементы сложной разноуровневой системы, то оно является объектом и предметом междисциплинарного исследования и должно изучаться на основе комплексного подхода [Семёнова, Чистобаев, 2015]. Познание сложных СЭЭС требует применения системного подхода, т.е. такой методологии, в основе которой лежит исследование объекта как системы.

К основным задачам системного подхода относятся:

- разработка концептуальных представлений об исследуемом объекте как системы;
- построение обобщённых моделей систем и моделей разных классов и свойств систем;
- формирование методологических оснований различных системных теорий.

Системный подход ориентирует исследование на раскрытие целостности объекта и обеспечивающих эту целостность механизмов, а также на выявление многообразных типов связей сложного объекта, его элементов (подсистем) и сведение их в единое теоретическое обобщение.

При ознакомлении с научными литературными источниками нами установлено, что исследователи, как правило, оценивают воздействие на динамику состояния общественного здоровья единичных факторов, при этом внимание концентрируется на конкретных видах заболеваемости населения, проживающего в определенных административных границах [Проблемы..., 2011]; используются только показатели официальной статистики [Душкова и др., 2019]. При попытках разработки интегральных критериев оценивания общественного здоровья предлагалось использовать разнообразные комплексные показатели [Прохоров, Ткунов, 2005; Найговзина, Филатов, 2008; Brousmichea et al., 2020]. В расчётный алгоритм названного индекса входят нормированные значения трёх исходных характеристик: коэффициента младенческой смертности и ожидаемой продолжительности жизни мужского и женского населения.

Обобщение использованных для характеристики здоровья населения индексов свидетельствует о высоком разнообразии подходов и оценочных алгоритмов.

В основу наших исследований положена методология построения интегральных показателей состояния СЭЭС, качества жизни населения, общественного здоровья на основе многоуровневых и многокритериальных моделей. Их использование для оценки состояния СЭЭС, воздействующих на динамику общественного здоровья, иллюстрируется на примере ряда регионов — субъектов РФ.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **1. Оценка состояния СЭЭС региона и её устойчивости к гипотетическому изменению**

В качестве модельного объекта для исследования принята Тверская область РФ. Результаты оценки качества жизни населения выполнялись для 2003 и 2013 гг. Учитывался линейный характер связи параметров с оцениваемым состоянием системы (качеством жизни) при равной весомости параметров 3-х подсистем: экологической, экономической, социальной и между ними. Выполнена оценка изменения системы при 30 % и двукратном ухудшении ситуации внутри блоков и между блоками на фоне 2013 г.

В экологическую подсистему включены 8 параметров оценивания:

- выбросы загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, в атмосферный воздух (тыс. т);
- улавливание загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников (тыс. т);
- использование свежей воды (млн м<sup>3</sup>);
- объём оборотной и последовательно используемой воды (млн м<sup>3</sup>);
- лесовосстановление (тыс. га);
- внесение удобрений на один га посева сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях (т);
- сброс загрязнённых сточных вод в поверхностные водные объекты (млн м<sup>3</sup>);
- образование отходов производства и потребления (тыс. т).

В экономическую подсистему включены 5 параметров оценивания:

- численность населения (оценка на конец года; тыс. чел.);
- численность безработных (тыс. чел.);
- среднедушевые денежные доходы населения в месяц (руб.);
- численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в % от общей численности населения);
- число предприятий и организаций.

В социальную подсистему включены 5 параметров оценивания:

- ожидаемая продолжительность жизни при рождении (число лет, всё население);
- число зарегистрированных преступлений на 100 тыс. чел. населения;
- число посещений музеев на 1 тыс. чел. населения;
- число больничных коек (всего, тыс.);
- число дошкольных образовательных организаций.

Все показатели выбраны из данных Интернет-сайта Росстата (сборники «Регионы России»). Основная задача исследования состояла в выполнении свёртки показателей на первом и втором уровнях и выявлении ситуаций, при которых СЭЭС не сможет сохранить свои свойства и параметры режимов при заданном гипотетическом воздействии на неё в отдельных подсистемах и в СЭЭС в целом. Состояние системы и качество жизни населения региона оценивалось для 5 классов: I — высокое; II — выше среднего; III — среднее; IV — ниже среднего; V — низкое.

Поясним, что в данном примере близость интегрального показателя к 0,0 свидетельствует о высоком качестве жизни населения: близость к 1,0 — о низком качестве

жизни населения. Интегральный показатель последнего уровня свёртки назван сводным показателем.

Качество жизни населения региона на втором уровне свёртки в 2003 г. характеризовалось значением сводного показателя 0,64 (IV класс, середина); в 2013 г. — 0,57 (граница III–IV классов). На изменение качества жизни населения, как следует из расчётов, сильнее всего повлияла экономика (интегральный показатель по подсистеме уменьшился на 18 %). Вклад социальной подсистемы составил 6,7 %, экологической — 8,9 %. В целом, за период с 2003 по 2013 гг. выявлено улучшение социальных и экологических условий.

Оценка устойчивости СЭЭС показала, что гипотетическое 30 %-е изменение ситуации в одной из подсистем в сторону ухудшения качества жизни относительно 2013 г. приводит к увеличению интегрального показателя по экологической подсистеме на 7,3 %, по социальной подсистеме — на 18,6 %, по экономической подсистеме — на 6,8 %. По величине интегрального показателя при 30 %-ом изменении ситуации по всем подсистемам одновременно отмечается 10,5 %-е увеличение сводного показателя. Эта динамика обуславливает снижение качества жизни населения примерно на половину класса.

Двукратное изменение ситуации в одной из подсистем в сторону ухудшения качества жизни относительно 2013 г. приводит к увеличению интегрального показателя по экологической подсистеме на 17 %, по социальной подсистеме — на 34 %, по экономической подсистеме — на 20 %. По величине сводного показателя при двукратном изменении ситуации по всем подсистемам одновременно отмечается 24 %-е увеличение сводного показателя. Эта динамика обуславливает снижение качества жизни примерно на один класс.

## **2. Сравнительная оценка качества жизни населения**

Этот вид исследования проводился на примере трёх областей — Калининградской, Ленинградской и Сахалинской, трёх краёв — Алтайского, Краснодарского и Приморского. Выявление динамики их развития происходило за период с 2003 до 2015 г.

В данном примере нас интересовала тенденция изменения качества жизни населения в направлении с запада на восток. Расчёты интегральных показателей качества жизни выполнялись для тех же 18 показателей и 5 классов (с равновесными приоритетами) как и в примере 1. Приведём основные черты изменения интегрального показателя качества жизни населения (ИПКЖ) в регионах:

1 — во всех регионах ИПКЖ имеет положительную тенденцию изменения от 2003 к 2013 г. Наибольший рост сводного показателя качества жизни отмечен в Калининградской области (16,7 %), а наименьший — в Приморском крае (7,8 %). В остальных регионах вырисовывается такая картина: в Сахалинской области данный показатель составил 15,2 %, в Ленинградской — 14,3 %, в Краснодарском крае — 13,7 %, в Алтайском крае — 10,3 %;

2 — во всех регионах улучшение качества жизни происходило за счёт роста интегрального показателя экономической подсистемы — от 18,6 % в Калининградской области до 26,5 % в Сахалинской области. При продвижении с запада на восток ИПКЖ экономического блока, как правило, растёт;

3 — минимальные изменения отмечены для интегрального показателя экологической подсистемы (качества среды): от тенденции к ухудшению в двух регионах — Ленинградской области и Приморском крае на 2,6 % и 2,2 % соответственно, к нулевому изменению — Калининградская область и Алтайский край, а далее — до улучшения экологической ситуации в регионе на 2 % в Сахалинской области и 11,8 % в Краснодарском крае;

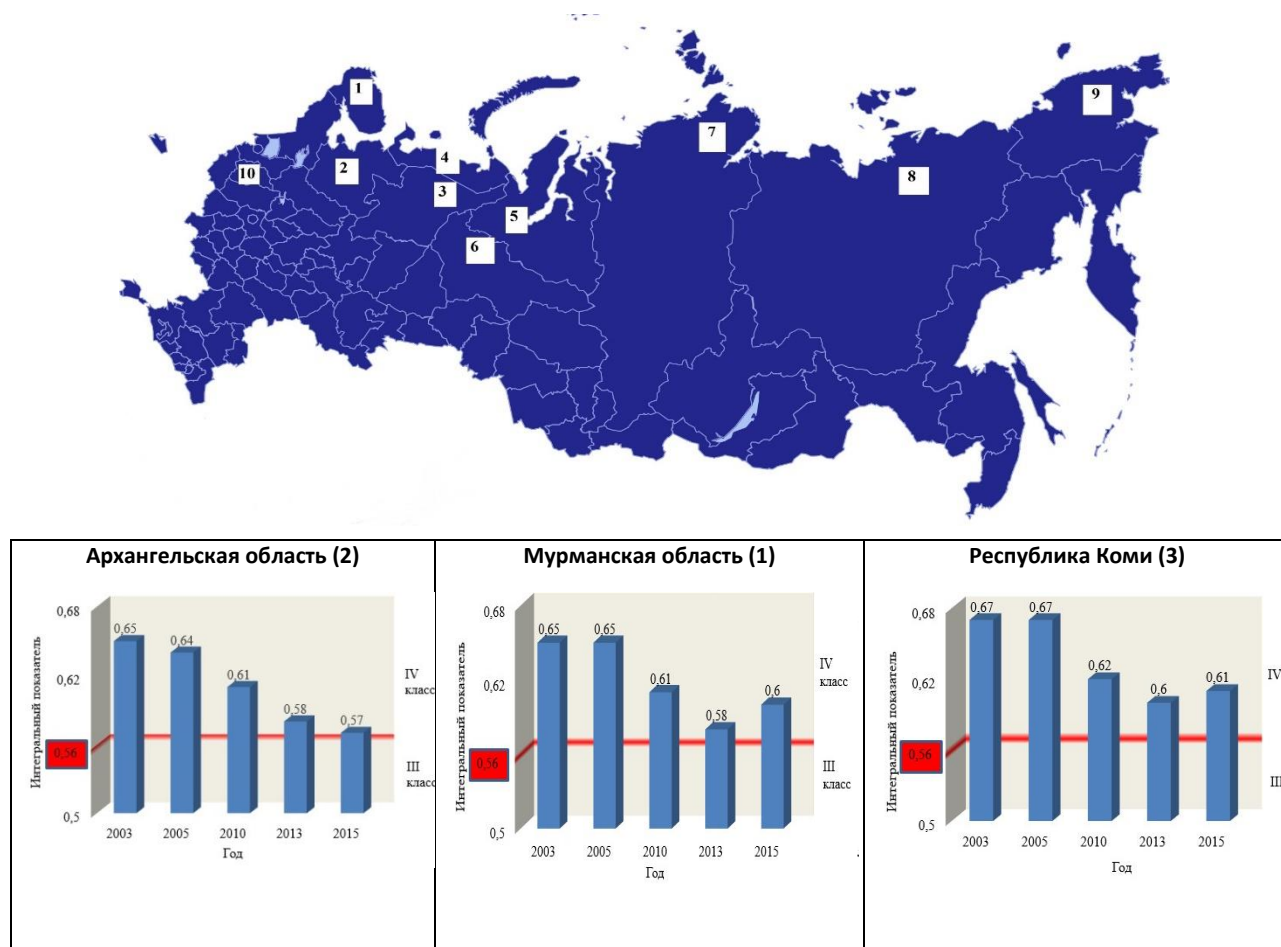
4 — изменения в социальной подсистеме подавляющей части регионов (кроме Приморского края) имеют тенденцию к улучшению от 3,8 % (Краснодарский край) до

24,7 % в Калининградской области. В Приморском крае за этот период отмечено ухудшение социальных условий на 2,2 %;

5 — оценка устойчивости СЭЭС рассматриваемых регионов показала, что два региона (Калининградская и Ленинградская области) за это время перешли из IV-го класса в III-й. Остальные регионы сохранили свой класс: Сахалинская область, Алтайский и Приморский края — IV-й класс, Краснодарский край — III-й класс. Для пяти рассмотренных регионов (кроме Краснодарского края) основным фактором улучшения качества жизни является улучшение качества среды, а для Краснодарского края — улучшение социальных условий.

### **3. Оценка состояния СЭЭС северных регионов РФ и их устойчивости к гипотетическому изменению состояния подсистем**

В экологическую, экономическую, социальную подсистемы включены те же параметры оценивания, что и в рассмотренных выше примерах. Основной недостаток экспериментов с гипотетическим изменением ситуаций в регионах, рассмотренный в первом примере, состоял в том, что в реальных условиях одновременное изменение нагрузки на 30 %, 50 %, в 2 р. и т.п. внутри одного из блоков или во всех подсистемах одновременно маловероятно. Каждый параметр, выбранный в качестве репрезентативного критерия, имеет свои темпы и направленность изменений. Поэтому необходимо было изучить временное изменение каждого из 18 критериев и получить тренды этих изменений.



*Рис. 1 Примеры классов оценки качества жизни в регионах европейской части РФ  
Fig. 1 Examples of classes for assessing the quality of life in the regions of the European part of the Russian Federation*

Анализ трендов изменения отдельных характеристик показал, что темпы и направленность изменений разные. Этот вывод использовался в экспериментах с северными регионами (рис. 1), в ходе которых было выявлено, что в 8-ми регионах проявилась тенденция улучшения качества жизни населения. В Мурманской области, Республике Коми, Ханты-Мансийском автономном округе — Югре, Республике Саха (Якутия) произошло улучшение качества жизни населения на 7–10 %. В Архангельской области, Ненецком, Чукотском и Ямало-Ненецком автономных округах установлено улучшение качества жизни населения на 10–12 %. Неизменным осталось качество жизни в Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе.

#### **4. Оценка личного (индивидуального), общественного здоровья и качества жизни населения северных регионов РФ**

В научной литературе вопросам теории и методологии оценки общественного здоровья в специфических северных, в т.ч. арктических условиях, уделяется повышенное внимание [Алленов, Медведская, 2012; Вязьмин и др., 2012]. В данном контексте нас интересовали вопросы, связанные как с личным, так и общественным здоровьем; кроме того, важно было выявить факторы, формирующие общественное здоровье и определяющие связь общественного здоровья с качеством жизни населения региона, оценки качества жизни населения с учётом и без учёта личного здоровья (рис. 2).



Рис. 2. Примеры факторной оценки качества жизни населения в регионах европейской части РФ

Fig. 2. Examples of factor assessment of the quality of life of the population in the regions European part of the Russian Federation

На основе анализа информации о заболеваемости населения выполнена интегральная оценка личного здоровья в 9 регионах: Мурманской области, Республике Коми, Ханты-Мансийском автономном округе — Югре, Республике Саха (Якутии), Архангельской области, Ненецком, Чукотском, Ямало-Ненецком автономных округах, Тверской области за 2005–2015 гг. Для интегральной оценки было введено 2 группы критериев: 1 — заболеваемость взрослого населения; 2 — заболеваемость детского населения. Состав первой группы: 1 — всего заболевших; 2 — болезни органов дыхания; 3 — болезни системы кровообращения; 4 — болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. Состав второй группы: 1 — всего заболевших; 2 — болезни органов дыхания; 3 — болезни органов пищеварения; 4 — болезни глаза и его придаточного аппарата. В первом расчётном сценарии использовалось представление о равномерном, прямолинейном изменении параметров по классам заболеваемости (здоровья) населения. Близость интегрального показателя к 0,0 свидетельствовала о минимальной заболеваемости (максимальном уровне здоровья) населения — I класс, близость к 1,0 — о максимальной заболеваемости (минимальном уровне здоровья)

населения — V класс. В итоге получилось, что с 2005 по 2015 гг. уровень здоровья населения регионов в отдельные годы изменялся в целом от I до V классов. По регионам: Мурманская область — II–II, Республика Коми — II–III, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра — I–I, Республика Саха (Якутия) — I–II, Архангельская область — II–III, Ненецкий автономный округ — IV–V–IV, Чукотский автономный округ — II–III–II, Ямало-Ненецкий автономный округ — II–III–II, Тверская область — I–II. Как видим, бóльшая часть рассматриваемых регионов относится ко II–III классам. Выделяются Ненецкий автономный округ, который попадает в IV–V классы, и Ханты-Мансийский автономный округ, относящийся к I классу. Для большинства регионов (за исключением республики Саха (Якутия)) наиболее благоприятные значения показателя отмечены в 2005 г. Эксперименты по изменению весов (приоритетов) оценивания показали, что разная весомость, учитывающая ранжирование приоритетов по видам болезней, не внесла существенных изменений в результаты интегральной оценки.

Ещё в одном примере исследовался системный эффект учёта блока заболеваемости в оценке качества жизни населения регионов наряду с другими блоками: экономики, экологии (качества среды), социального. Для этого использовались результаты, полученные ранее в выполненных расчётах (см. пп. 3, 4). Варианты расчётов учитывали разные возможности выполнения второго уровня свёртки (между блоками): по типу «1» — интегральная оценка по 4 блокам с равными весами для каждого блока (0,25); по типу «2» — интегральная оценка для 3-х блоков + 1 блок (здоровье населения) с равными весами (0,5 и 0,5) (рис.2).

В целом интегральная оценка качества жизни в период с 2005 по 2015 гг. по типу «1» дала следующие результаты: Мурманская область — III–III, Республика Коми — III–IV–IV, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра — III–III, Республика Саха (Якутия) — III–III, Архангельская область — III–III, Ненецкий автономный округ — IV–IV, Чукотский автономный округ — III–III, Ямало-Ненецкий автономный округ — III–IV–III.

Свёртка показателей по типу «2» дала следующие результаты: Мурманская область — III–III, Республика Коми — III–III–IV, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра — I–II, Республика Саха (Якутия) — II–III, Архангельская область — II–III, Ненецкий автономный округ — IV–IV, Чукотский автономный округ — III–III, Ямало-Ненецкий автономный округ — III–III. Сравнение результатов по типам «1» и «2» позволило выявить незначительные различия в сводной оценке по регионам. Важным выводом является необходимость учёта блока заболеваемости населения и его оценочного приоритета при интегральной оценке качества жизни населения.

## **5. Картографическое моделирование общественного здоровья**

Картографирование здоровья опирается на общую методологию географического картографирования [Берлянт, 1978] и математико-географического моделирования в социально-экономическом картографировании [Черепанова и др., 2017]. Использование таких карт при обосновании пространственного развития и территориального планирования в последние годы стало типичным явлением [Малхазова, 2001]. Можно выделить карты эволюции нозоареалов, компонентов окружающей среды для выявления причинно-следственных связей в распространении заболеваний, урбанизированных и руральных территорий, обуславливающих взаимосвязь нозоареалов с природными и социально-экономическими условиями среды обитания населения. Возросла роль космофотоснимков и геоинформационных систем (ГИС) и технологий в разработке документов пространственного развития и градостроительного проектирования [Скательщиков, 2007]. Основываясь на привлечении таких технологий, вырабатываются рекомендации по формированию систем расселения, по организации территориального здравоохранения в экстремальных природных условиях, по прогнозированию возможных последствий для здоровья мигрантов, по проведению территориально-



дифференцированных профилактических мероприятий, направленных на оздоровление окружающей среды.

Современное картографирование вбирает в себя 3 типа карт, отображающих природу и общество в связях и отношении со здоровьем населения. Первый тип — это карты, отражающие влияние на здоровье населения свойств окружающей среды. Вторым типом — геомедицинские карты (карты нозоареалов). Третий тип — карты объектов здоровьесбережения. В этом отношении показательны примеры медико-географического картографирования территорий Молдавии [Фельдман, 1977] и Украины [Шевченко, 1994; Поспелов, 1970], которые были выполнены в рамках методологии медико-географической научной школы, созданной в СССР [Игнатъев, 1968; Прохоров, 1968; Поспелов, 1987; Келлер, 1981].

#### **6. ГИС-технологии в территориальной организации системы здравоохранения**

Современные ГИС-технологии реализуют цифровые виды моделирования общественного здоровья. Если ГИС нацелены на научно-познавательный процесс, то ГИС-технологии — на инженерно-технический процесс [Скатурицкий, Тясто, 2007]. При последнем внимание исследователей сосредоточено на использовании ГИС в качестве программного инструмента для ввода, хранения, манипулирования, анализа, отображения и передачи информации как в картографическом виде, так и в виде таблиц, графиков и текстов. При использовании ГИС-технологий преодолеваются недостатки обычных карт с их статичностью, ограниченной ёмкостью, сложностью восприятия.

На основе ГИС-технологий возможно выявление взаимосвязей в экологическом состоянии среды обитания и заболеваемости людей, динамики состояния общественного здоровья. Это даёт ключ к диагностике заболеваний, выбору вариантов в лечебно-профилактической практике. Главная задача, решаемая с помощью ГИС-технологий, состоит в автоматизированном создании карт с применением различных способов изображения.

В наших исследованиях с использованием ГИС-технологии неоднократно поднимался вопрос об оценке эмерджентных свойств (устойчивость, благополучие и др.) сложных систем. При этом учитывалось, что воздействия на систему могут быть детерминированными или случайными, касаться изменений в одной, нескольких или всех подсистемах (социальной, экологической, экономической, здоровьесберегающей) одновременно [Огурцов, Дмитриев, 2019; Dmitriev et al., 2020; Chistobaev et al., 2019].

ГИС-технологии в управлении здравоохранением. Наличие информации ещё не есть гарант повышения эффективности функционирования системы территориального здравоохранения — нужны механизмы и инструментариум управления здоровьесбережением. Для того чтобы это стало возможным, необходима продуманная технология сбора и предоставления аналитических данных. Иначе говоря, речь идёт о создании медико-географической экспертизы, медико-географическом мониторинге, моделей-классификаций уровней заболеваемости [Семёнова, 2019]. Всё это должно охватывать все уровни управления здравоохранением — от страны в целом до городских и сельских поселений, причём в разрезе всех объектов — госпиталей и больниц, медицинских центров и поликлиник, фельдшерско-акушерских и травматологических пунктов. Мало того, информация должна быть привязана к типам местности — ландшафтам, урбанизированным и руральным территориям. В решении этих вопросов без использования ГИС-технологий невозможно сформировать стратегии и программы развития здравоохранения на всех уровнях его организации. В совокупности всё сказанное направлено на создание медико-географического менеджмента как специфической

системы управления здоровьесбережением<sup>1</sup>. Таким образом, медицинская география приобретает новые функции, которые ранее не были присущи этой междисциплинарной науке.

## **ВЫВОДЫ**

В ходе проводимых нами исследований по созданию теории и методологии интегральной оценки общественного здоровья в изменяющихся природных, медико-экологических и социально-экономических условиях жизни получены следующие выводы:

1. Общественное здоровье является одним из индикаторов качества жизни, раскрывает динамическое состояние социума, представляет собой ресурс продуктивной жизнедеятельности. Для выявления меры влияния здоровья на качество жизни необходимо установить параметры состояния СЭЭС. Эта целевая установка может быть достигнута на основе использования моделей изменения эмерджентных свойств, характеризующих систему в целом.

2. Основная задача интегральной оценки общественного здоровья состоит в измерении совокупности свойств СЭЭС, обеспечивающих в той или иной степени динамику состояния здоровья людей. Методология такой оценки базируется на многоуровневых и многокритериальных моделях. Апробация таких моделей осуществлялась в ходе выполнения следующих видов оценок:

- состояния СЭЭС региона и её устойчивости к гипотетическому изменению;
- качества жизни населения в субъектах РФ, расположенных в западных и восточных частях страны;
- состояния СЭЭС северных регионов РФ и их устойчивости к гипотетическому изменению состояния подсистем;
- личного (индивидуального), общественного здоровья и качества жизни населения северных регионов РФ.

Для всех видов оценок подтверждена эффективность предложенных нами методологии и методики интегральной оценки общественного здоровья.

3. Полученные результаты по названным выше видам оценок могут послужить основой картографического моделирования общественного здоровья, использования ГИС-технологий в территориальной организации сферы здравоохранения.

## **БЛАГОДАРНОСТИ**

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по гранту № 18-05-00328.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

The reported study was funded by RFBR according to the research project No 18-05-00328.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алленов А.М., Медведская Д.Р. Опыт применения математического моделирования в управлении общественным здоровьем. Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья, 2012. № 4. С. 8–10.

---

<sup>1</sup> Семёнова З.А. Медико-географический менеджмент: предпосылки становления и развития. Актуальные проблемы современной экономической, социальной и политической географии. Материалы XXVII сессии экон.-геогр. секции МАРС. М.: МГПУ, 2011. С. 211–214

2. Берлянт А.М. Картографический метод исследования. М.: Издательство Московского университета, 1978. 257 с.
3. Бобылёв С.Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение. Пособие по региональной экологической политике. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. 60 с.
4. Вязьмин А.М., Санников А.Л., Мордовский Э.А. Ведущие детерминанты общественного здоровья приарктических территорий европейского севера России. Арктика и Север, 2012. № 7. С. 97–112.
5. Душкова Д.О., Тикунов В.С., Черешня О.Ю. Методика оценки общественного здоровья на уровне муниципальных образований на примере Архангельской области. География и природные ресурсы, 2019. № 1. С. 127–136. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-1(127-136).
6. Жукова Н.В. Индикаторы социального развития как инструмент социального программирования: зарубежный опыт. Социология, 1994. № 3–4. С. 110–153.
7. Игнатьев Е.И. Узловые вопросы медико-географического картографирования. Принципы и методы медико-географического картографирования. Иркутск: ИГС и ДВ, 1968. С. 5–28.
8. Келлер А.А. Опыт составления комплексных карт распространения заразных болезней. Медико-географическое районирование и прогнозирование здоровья популяций. Новосибирск: Наука, 1981. С. 81–84.
9. Малхазова С.М. Медико-географический анализ территорий: картографирование, оценка, прогноз. М.: Научный мир, 2001. 240 с.
10. Найговзина Н.Б., Филатов В.Б. Оценка уровня общественного здоровья населения. Советник бухгалтера в здравоохранении, 2008. № 3.
11. Огурцов А.Н., Дмитриев В.В. Интегральная оценка и геоинформационный анализ социальных детерминант здоровья населения крайнего севера европейской части Российской Федерации. ИнтерКарто.ИнтерГИС-2019. Геоинформационное и картографическое обеспечение экологических, экономических и социальных аспектов устойчивого развития: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2019. Т. 25. № 1. С. 23–34. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-23-34.
12. Поспелов В.П. Ландшафтно-эпидемиологический атлас Европейской части РСФСР, Урала и Крымской области УССР. М.: Главное управление геодезии и картографии, 1987. 162 с.
13. Поспелов В.П. Медико-географический атлас Красноярского края. Красноярск: Главное управление геодезии и картографии, 1970. 41 с.
14. Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России. М.: Paulsen, 2011. 472 с.
15. Прохоров Б.Б. Принципы и методы составления карт комплексной медико-географической оценки территорий. Принципы и методы медико-географического картографирования. Иркутск: ИГС и ДВ, 1968. С. 154–184.
16. Прохоров Б.Б., Тикунов В.С. Общественное здоровье в регионах России. География и природные ресурсы, 2005. № 2. С. 26–33.
17. Рамонов А.В. Анализ статуса здоровья населения России с использованием интегральных показателей. Социальные исследования, 2012. Т. 335. № 3. С. 104–116.
18. Семёнова З.А. Мониторинг, экспертная оценка и классификация показателей состояния общественного здоровья в регионе. Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов, 2019. № 8. С. 96–105.
19. Семёнова З.А., Чистобаев А.И. Медицинская география и здоровье населения. Монография. СПб.: СПб НЦ РАН, СПбГУ, Издательство «Европейский Дом», 2015. 252 с.
20. Скатерициков С.В. 15 лет использования ГИС-технологий в разработке документов территориального планирования. Управление развитием территории, 2007. № 1. С. 23–28.

21. *Скатурицков С.В., Тясто С.Я.* Информационное обеспечение разработки документации территориального планирования субъекта РФ. *ArcReview*, 2007. № 4. С. 5–8.
22. *Фельдман Е.С.* Медико-географическое исследование территории Молдавии. Кишинёв: Штиинца, 1977. 169 с.
23. *Черепанова Е.С., Киселёва Е.С., Перминов С.И., Тарасов А.В.* Математико-картографическое моделирование в социально-экономическом картографировании: особенности визуализации данных. *Географический вестник*, 2017. № 2 (41). С. 137–147. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-2-137-147.
24. *Чистобаев А.И., Семёнова З.А.* Эволюция научных представлений о качестве жизни населения. *Общество. Среда. Развитие*, 2013. № 3. С. 247–254.
25. *Шевченко В.А.* Медико-географическое картографирование территории Украины. Киев: Наукова думка, 1994. 158 с.
26. *Biggeri M., Mauro V.* Towards a more ‘Sustainable’ human development index: integrating the environment and freedom. *Ecological Indicators*, 2018. V. 91. P. 220–231. DOI: 10.1016/j.ecolind.2018.03.045.
27. *Brousmichea D., Occellia F., Geninb M., Cunya D., Derama A., Laniera C.* Spatialized composite indices to evaluate environmental health inequalities: Meeting the challenge of selecting relevant variables. *Ecological Indicators*, 2020. V. 111. 106023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106023>.
28. *Chistobaev A.I., Semenova Z.A., Grudtcyn N.A.* Dynamics and strategic directions of public health preservation in Russian Federation. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2019. Iss. 6 (3). P. 1380–1392. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.3(23).
29. *Dmitriev V.V., Ogurtsov A.N., Hovanov N.V., Osipov G.K., Kulesh V.P., Sergeyev Yu.N., Fedorova I.V.* Integral assessment of condition and sustainability of socio-ecological-economic systems. *Landscape modelling and decision support*. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 48–79. DOI: 10.1007/978-3-030-37421-1\_4.
30. *Wilson I.D., Ware J.M., Ware J.A.* A genetic algorithm approach to cartographic map generalization. *Computers in Industry*, 2003. V. 52. Iss. 3. P. 291–304.
31. *Leading indicators for healthy people: Final report.* Washington DC: National Academy of Sciences, 2010. 80 p.
32. WHO – World Health Organization. *The global burden of disease: 2004 update.* Geneva: WHD, 2008. 160 p.

## REFERENCES

1. *Allenov A.M., Medvedskaya D.R.* The experience of using mathematical modeling in public health management. *Russian Academy of Medical Sciences. Bulletin of the National Public Health Research Institute*, 2012. No 4. P. 8–10 (in Russian).
2. *Berlyant A.M.* Cartographic research method. Moscow: Moscow University Press, 1978. 257 p. (in Russian).
3. *Biggeri M., Mauro V.* Towards a more ‘Sustainable’ Human Development Index: integrating the environment and freedom. *Ecological Indicators*, 2018. V. 91. P. 220–231. DOI: 10.1016 / j.ecolind.2018.03.045.
4. *Bobylev S.N.* Sustainable development indicators: A regional dimension. *Manual on regional environmental policy*. Moscow: Acropolis, CEPR, 2007. 60 p. (in Russian).
5. *Brousmichea D., Occellia F., Geninb M., Cunya D., Derama A., Laniera C.* Spatialized composite indices to evaluate environmental health inequalities: Meeting the challenge of selecting relevant variables. *Ecological Indicators*, 2020 V. 111. April. 106023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.106023>.

6. *Cherepanova E.S., Kiseleva E.S., Perminov S.I., Tarasov A.V.* Mathematical-cartographic modeling in socioeconomic mapping: peculiarities of data visualization. *Geographical Bulletin*, 2017. No 2 (41). P. 137–147. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-2-137-147 (in Russian).
7. *Chistobaev A.I., Semenova Z.A.* The evolution of scientific ideas about the quality of life of the population. *Society. Environment. Development*, 2013. No 3. P. 247–254 (in Russian).
8. *Chistobaev A.I., Semenova Z.A., Grudtcyn N.A.* Dynamics and strategic directions of public health preservation in Russian Federation. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 2019. Iss. 6 (3). P. 1380–1392. DOI: 10.9770/jesi.2019.6.3(23).
9. *Dmitriev V.V., Ogurtsov A.N., Hovanov N.V., Osipov G.K., Kulesh V.P., Sergeyev Yu.N., Fedorova I.V.* Integral assessment of condition and sustainability of socio-ecological-economic systems. *Landscape modelling and decisions*. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 48–79. DOI: 10.1007/978-3-030-37421-1\_4.
10. *Dushkova D.O., Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu.* Methodology for assessing public health at the level of municipalities on the example of the Arkhangelsk region. *Geography and Natural Resources*, 2019. No 1. P. 127–136. DOI: 10.21782 / GIPR0206-1619-2019-1(127–136) (in Russian).
11. *Feldman E.S.* Medical and geographical research of the territory of Moldova. Chisinau: Shtiintsa, 1977. 169 p. (in Russian).
12. *Ignatiev E.I.* Nodal issues of medical-geographical mapping. Principles and methods of medical-geographical mapping. Irkutsk: IGS and DV, 1968. P. 5–28 (in Russian).
13. *Keller A.A.* Experience in compiling comprehensive maps of the spread of infectious diseases. *Medical-geographical zoning and population health forecasting*. Novosibirsk: Nauka, 1981. P. 81–84 (in Russian).
14. *Leading indicators for Healthy people: Final Report*. Washington DC: National Academy of Sciences, 2010. 80 p.
15. *Malkhazova S.M.* Medical-geographical analysis of territories: mapping, assessment, forecast. Moscow: Scientific World, 2001. 240 p. (in Russian).
16. *Naygovzina N.B., Filatov V.B.* Assessment of the level of public health of the population. *Healthcare Accountant Advisor*, 2008. No 3 (in Russian).
17. *Ogurtsov A.N., Dmitriev V.V.* Integral assessment and geoinformation analysis of social determinants of the health of the population of the far north of the European part of the Russian Federation. *InterCarto. InterGIS. GI support of environmental, economic and social aspects of sustainable development: Proceedings of the International conference*. Moscow: Moscow University Press, 2019. V. 25. No 1. P. 23–34. DOI: 10.35595 / 2414-9179-2019-1-25-23-34 (in Russian).
18. *Problems of health and social development of the Arctic zone of Russia*. Moscow: Paulsen, 2011. 472 p. (in Russian).
19. *Pospelov V.P.* Landscape epidemiological atlas of the European part of the RSFRS, the Urals and the Crimean region of the Ukrainian SSR. Moscow: GUGK, 1987. 162 p. (in Russian).
20. *Pospelov V.P.* Medical geographical atlas of the Krasnoyarsk Territory. Krasnoyarsk: GUGK, 1970. 41 p. (in Russian).
21. *Prokhorov B.B.* Principles and methods of compiling maps of a comprehensive medical and geographical assessment of territories. Principles and methods of medical and geographical mapping. Irkutsk: IGS and DV, 1968. P. 154–184 (in Russian).
22. *Prokhorov B.B., Tikunov V.S.* Public health in the regions of Russia. *Geography and Resources*, 2005. No 2. P. 26–33 (in Russian).
23. *Ramonov A.V.* Analysis of the health status of the population of Russia using integrated indicators. *Journal of Social Research*, 2012. V. 335. No 3. P. 104–116 (in Russian).
24. *Semenova Z.A.* Monitoring, expert assessment and classification of indicators of public health in the region. *Socio-economic geography. Bulletin of the Association of Russian Geographers Social Scientists*, 2019. No 8. P. 96–105 (in Russian).

25. *Semenova Z.A., Chistobaev A.I.* Medical geography and public health. Monograph. St. Petersburg: St. Petersburg Scientific Center, RAS, St. Petersburg State University, Publishing house “European House”, 2015. 252 p. (in Russian).
  26. *Skaterschikov S.V.* 15 years of using GIS technology in the development of territorial planning documents. *Territory Development Management*, 2007. No 1. P. 23–28 (in Russian).
  27. *Skaterschikov S.V., Tyasto S.Ya.* Information support for the development of territorial planning documentation of a subject of the Russian Federation. *ArcReview*, 2007. No 4. P. 5–8. (in Russian).
  28. *Shevchenko V.A.* Medical-geographical mapping of the territory of Ukraine. Kiev: Naukova Dumka, 1994. 158 p. (in Russian).
  29. *Vyazmin A.M., Sannikov A.L., Mordovsky E.A.* Leading determinants of public health in the Arctic territories of the European north of Russia. *Arctic and North*, 2012. No 7. P. 97–112 (in Russian).
  30. WHO – World Health Organization. The global Burden of disease: 2004 update. Geneva: WHD, 2008. 160 p.
  31. *Wilson I.D., Ware J.M., Ware J. A.* A genetic algorithm approach to cartographic map generalization. *Computers in Industry*, 2003. V. 52. Iss. 3. 2003. P. 291–304.
  32. *Zhukova N.V.* Indicators of social development as a tool for social programming: foreign experience. *Sociology*, 1994. No 3–4. P. 110–153 (in Russian).
-