

На обложке изображена карта, изданная около 1590 года в Антверпене, где мир представляется в виде головы шута. Над головой шута — девиз: *Nosce te ipsum* («Познай самого себя»). На колпаке по центру написано *O caput elleboro dignum* («О, голова, достойная чемерицы») — настоей этой травы, как полагали в древности, помогает безумцам. На кистях колпака надпись *Auriculas asini quis non habet* («У кого нет ослиных ушей?»). Внизу, под картой, цитата из книги Экклесиаста (версия Вульгаты): *Stultorum infinitus est numerus* («Число глупцов бесконечно»).

*К 40-летию  
Ленинградского семинара по психолингвистике /  
Петербургского семинара по когнитивным  
исследованиям*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
СЕМИНАР  
ПО КОГНИТИВНЫМ  
ИССЛЕДОВАНИЯМ

*Доклады и стенограммы*

Том 1  
2012–2015



ИЗДАТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

УДК 316.276-159.9.072  
ББК 88  
П29

Рецензенты:

д-р филол. наук, PhD *Н. А. Слюсарь* (доц. НИУ ВШЭ, СПбГУ);  
д-р филол. наук *М. Д. Воейкова* (зав. отделом теории грамматики ИЛИ РАН)

Ответственные редакторы:  
*Т. В. Черниговская, Т. Е. Петрова*

*Рекомендовано к публикации  
Научной комиссией в области когнитивных наук  
Санкт-Петербургского государственного университета*

**Петербургский семинар по когнитивным исследованиям:**  
П29 доклады и стенограммы / под ред. Т. В. Черниговской,  
Т. Е. Петровой. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2022. — Т. 1:  
2012–2015. — 272 с.  
ISBN 978-5-288-06300-8 (т. 1)  
ISBN 978-5-288-06299-5 (общий)

В 2021 году Петербургский семинар по когнитивным исследованиям отметил свой 40-летний юбилей. К этому событию был подготовлен первый том сборника «Петербургский семинар по когнитивным исследованиям», в нем освещена работа семинара в период с 2012 по 2015 год.

Книгу открывает обзорная статья Т. В. Черниговской и Т. Е. Петровой, в которой отражена история возникновения психолингвистики и когнитивной науки в нашей стране, приведены воспоминания первых участников семинара. В разделах «Обзор тем и выступлений» помещены имена участников, заявленные ими темы и аннотации выступлений. В разделах «Выступления и дискуссии» представлены тексты наиболее актуальных и интересных докладов, прозвучавших на семинарах разных лет. Они подготовлены по стенограммам состоявшихся выступлений, что позволило сохранить живые интонации авторов. Тексты сопровождаются ссылками на видеозаписи выступлений. Некоторые выступления представлены на английском языке.

Доклады, вошедшие в книгу, затрагивают широкий круг научных вопросов, поэтому материалы сборника будут интересны представителям целого ряда наук, студентам и аспирантам, а также более широкой аудитории.

УДК 316.276-159.9.072  
ББК 88

ISBN 978-5-288-06300-8 (т. 1)  
ISBN 978-5-288-06299-5 (общий)

© Санкт-Петербургский  
государственный  
университет, 2022

## Содержание

<i>Черниговская Т., Петрова Т.</i> От психолингвистики к когнитивной науке .....	6
ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ. 2012 ГОД	
<b>Обзор тем и выступлений</b> .....	29
<b>Семинар «Преподавание естественно-научных дисциплин в контексте либерального образования»</b> .....	32
ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ. 2013 ГОД	
<b>Обзор тем и выступлений</b> .....	35
<b>Выступления и дискуссии</b> .....	43
<i>Пенроуз Р.</i> Нужна ли новая физика, чтобы понять мозг? Почему я не верю, что можно создать мозг на основе существующих теорий искусственного интеллекта .....	43
<i>Медведев С.</i> Сознание и мышление: возможности нейрофизиологических исследований .....	72
ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ. 2014 ГОД	
<b>Обзор тем и выступлений</b> .....	83
<b>Выступления и дискуссии</b> .....	89
<i>Козинцев А.</i> Уничтожение содержания формой .....	89
<i>Аллахвердов В.</i> Осознаваемое и неосознаваемое научение .....	101
<b>Выступления на заседании «Когнитивные сети мозга: теория и моделирование»</b> .....	112
<i>Кузнецов О.</i> Сложные сети и когнитивные науки .....	112
<i>Анохин К.</i> Когнитом: на пути к единой когнитивной теории .....	127
<i>Черниговская Т.</i> Сложные сети и язык .....	150
<b>Симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи</b> .....	166
ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ. 2015 ГОД	
<b>Обзор тем и выступлений</b> .....	169
<b>Выступления и дискуссии</b> .....	175
<i>Александров Ю.</i> Комплементарность культуроспецифичных типов познания .....	175
<i>Величковский Б.</i> Когнитивная психология вчера, сегодня, завтра .....	218
<b>Симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи</b> .....	251
<i>Гор К.</i> Наполовину пустой или наполовину полный? Двуязычный лексический доступ .....	254
<b>Благодарности</b> .....	271

*Татьяна Черниговская  
Татьяна Петрова*

## **От психолингвистики к когнитивной науке**

Когда возникла идея создания книги, в которой можно было бы осветить работу Петербургского семинара по когнитивным исследованиям, речь шла о современной жизни, об отражении записанных на видео научных докладов, лекций и возникающих после них дискуссий. Но вскоре после начала работы стало понятно, что эти материалы составят не один том. Одновременно с этим пришло осознание того, что мы имеем важный повод обратиться к истории первых десятилетий семинара, к доступным на сегодняшний день архивам, чтобы отдать дань уважения тем людям, которые его организовали и развивали. Кроме того, стало понятно, что собранные, хотя подчас и разрозненные, архивные материалы будут важны для студентов, которые, возможно, в дальнейшем обратятся к ним при написании своих курсовых или дипломных работ: все имена, темы докладов, дискуссии представляют собой ценную информацию, относящуюся к становлению когнитивной науки.

Мы не могли пройти мимо истории, однако перед нами встала нерешаемая задача: восстановление и полноценный анализ информации заняли бы целые годы. Поэтому, упоминая о тех или иных событиях, связанных с Петербургским семинаром, мы нередко ограничиваемся ссылками на публикации, доступные архивные данные или видеозаписи. Но и эти материалы не являются исчерпывающими: история семинара, насчитывающая четыре десятка лет, — это сотни исследователей, принимавших в них участие, сотни тем, сотни дискуссий; и как бы трепетно мы ни относились к этому наследию, уже невозможно быть достоверно точными. Работая над текстом этой статьи, мы постоянно находились в контакте с теми, кто принимал участие в семинарах первых десятилетий (и, увы, чем дальше по времени эти события, тем меньше

людей, к которым мы могли обратиться), поэтому часть информации, которая будет далее представлена, — это воссозданные участниками и организаторами по памяти события, и, что очевидно, эта информация по-своему уникальна.

\* \* \*

У истории Петербургского семинара по когнитивным исследованиям существует сохраняемая уникальная черта — преемственность. И прежде чем коснуться истории психолингвистического семинара, от создания и развития которого мы отсчитываем большую историю семинара по когнитивным исследованиям, следует упомянуть два, казалось бы, разных мероприятия, проводившихся в середине — конце 1970-х годов, которые, по воспоминаниям некоторых участников<sup>1</sup>, стали тем не менее концептуальной основой для создания психолингвистического семинара на филологическом факультете тогда еще Ленинградского государственного университета имени Жданова.

Первый из них — философский семинар лингвистов, проходивший на филологическом факультете и организованный кафедрой общего языкознания, в частности ее руководителем Ю. С. Масловым<sup>2</sup>. Этот семинар был внутрифакультетским и был рассчитан на аудиторию из преподавателей, студентов и аспирантов.

Второй, по времени проведения совпадающий с первым, — домашний семинар супругов А. С. Штерн и Л. В. Сахарного в Сосновой Поляне. В их доме собирались как маститые исследователи и преподаватели, так и студенты — лингвисты, филологи, психологи и другие специалисты — не только Ленинграда, но и других городов. На этом семинаре, как правило, обсуждались проблемы психолингвистических исследований.

С приходом в 1978 г. Л. В. Сахарного на кафедру общего языкознания филологического факультета ЛГУ была инициирована организация университетского психолингвистического семинара. Идею его проведения поддержали Л. Р. Зиндер, В. В. Коле-

---

<sup>1</sup> Сердечно благодарим Т. В. Ахутину, Н. Д. Светозарову, С. Н. Цейтлин, Т. И. Доценко, Е. В. Ерофееву, И. Г. Овчинникову и Е. В. Глазанову за участие в специально организованной онлайн-встрече и воспоминания, которыми они поделились для этого издания.

<sup>2</sup> Аффiliationи, ученые степени и звания упоминаемых в статье ученых приведены в комментариях после статьи.

сов, А. С. Герд, Е. Д. Панфилов, М. В. Гордина, Л. А. Вербицкая, Л. В. Бондарко и многие другие ученые, первые заседания открывал Ю. С. Маслов. Семинары по психолингвистике с 1981 по 1982 г. стали проводиться регулярно раз в месяц. И фактически с этого времени внутривузовский семинар стал городским (межвузовским) семинаром по психолингвистике.

По воспоминаниям его участников, с первых же семинарских встреч аудитории всегда были полны; темы докладов, разумеется, не ограничивались проблемами только психолингвистики — приветствовались и поддерживались иные дискуссии. Благодаря Л. В. Сахарному и А. С. Штерн на семинарах царил непринужденная и доброжелательная научная и творческая атмосфера.

Леонид Владимирович Сахарный до переезда в 1975 г. в Ленинград работал в Пермском государственном университете на кафедре русского языка и общего языкознания филологического факультета. В Перми он начал разрабатывать психолингвистический подход к значению слова как коммуникативной номинации. Уже в Ленинграде в 1979 г. он защитил докторскую диссертацию по теории словообразования и первым стал читать курс по психолингвистике на кафедре общего языкознания филологического факультета Ленинградского государственного университета. Увлеченный исследователь, известный и при этом постоянно углубляющий свои знания и компетенции ученый, наделенный, помимо прочего, научной интуицией, прекрасным чувством юмора, успешный организатор и человек исключительно творческий, он непрерывно искал и устанавливал контакты с представителями разных наук, занимался просветительской деятельностью и активно печатался<sup>3</sup>. Л. В. Сахарный является автором первого в нашей стране учебника по психолингвистике<sup>4</sup>, многие теоретические и методологические положения которого не утратили своей актуальности до сих пор.

Его супруга Алла Соломоновна Штерн — авторитетный специалист в области психолингвистики — известна экспериментальными, часто пионерскими работами по нескольким направлениям, важнейшее из которых — перцептивный аспект речевой

---

<sup>3</sup> Развернутый список научных трудов Л. В. Сахарного см.: Слово отзовется: памяти А. С. Штерн и Л. В. Сахарного. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2006. С. 34–42.

<sup>4</sup> Сахарный Л. В. Введение в психолингвистику. Л.: Ленингр. гос. ун-т, 1989.

деятельности<sup>5</sup>. А. С. Штерн работала на кафедре фонетики филологического факультета ЛГУ под руководством Л. Р. Зиндера, который в ту пору несколько скептически относился к утверждению, что психолингвистика — наука новая и отдельная, говорил о ней как о неотъемлемой части общего языкознания и признавал, что по духу она близка Ленинградской фонологической школе. Такого же мнения придерживались В. Б. Касевич и Л. В. Бондарко.

В начале — середине 1960-х годов А. С. Штерн училась на отделении математической лингвистики филологического факультета Ленинградского университета и стажировалась в Москве у Алексея Алексеевича Леонтьева — одного из основоположников психолингвистики в нашей стране, который и стал научным консультантом ее дипломной работы. По воспоминаниям Н. Д. Светозаровой, это был период интереса исследователей к звуко-символизму и фоносемантике. А. С. Штерн регулярно ездила на семинары по психолингвистике в Москву (позже они стали симпозиумами, и в их организации также принимали участие Сахарный и Штерн). Как вспоминает Т. В. Ахутина и подтверждают абсолютно все, кому выпала радость знакомства, дружбы или совместной работы с А. С. Штерн, ей было свойственно увлечение не только психолингвистикой, но и людьми, которые горячо брались за изучение этой науки.

Говоря о времени, когда на психолингвистику было обращено особое внимание и началось активное ее развитие в нашей стране, следует упомянуть одно из ярчайших событий тех лет — XVIII Международный психологический конгресс, который проводился в 1966 г. в СССР и президентом которого был профессор А. Н. Леонтьев (отец А. А. Леонтьева). В одном из интервью во время проведения Конгресса А. Н. Леонтьев отметил актуальность обсуждения проблем, пограничных между психологией и физиологией: «Мне кажется очень важным распространение на психологию некоторых принципов, объединяющих ее с физиологией высшей нервной деятельности. Это понимание сложных структур, одновременно психических, реализующих психическую деятельность, и анализируемых с точки зрения нейрофизиологии и даже

---

<sup>5</sup> Развернутый список научных трудов А. С. Штерн см.: Слово отзовется: памяти А. С. Штерн и Л. В. Сахарного / Пермь: Перм. гос. ун-т, 2006. С. 27–33.

нейроморфологии. Целый ряд симпозиумов посвящен этой проблеме в разных ее аспектах»<sup>6</sup>.

Конгресс в Москве — научное событие мирового значения — произвел огромное впечатление на начинающих тогда исследователей<sup>7</sup>, получивших возможность присутствовать на выступлениях самых крупных ученых того времени (в частности, А. Р. Лурии, Ж. Пиаже, Р. Якобсона). Все увиденное и услышанное усиливалось потребностью обсудить, высказаться и сделать что-то свое, и это, безусловно, поощрялось старшим научным поколением.

В рамках мероприятий Конгресса 1966 г., о которых упоминал в своем интервью А. Н. Леонтьев, в Ленинграде был проведен симпозиум по восприятию речи. Его организовала Л. А. Чистович, руководитель известной лаборатории Института физиологии им. И. П. Павлова АН СССР и признанный в мире авторитет в области речевой перцепции. Почетным гостем и докладчиком симпозиума был Роман Якобсон.

В конце 1960-х — начале 1970-х годов в лаборатории патологии высшей нервной деятельности Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова ее сотрудниками Л. Я. Балоновым и В. Л. Деглиным проводились исследования функциональной асимметрии мозга человека<sup>8</sup>. С лабораторией также активно сотрудничал Вяч. Вс. Иванов (ссылки на проводимые в ней исследования есть также в последних работах Р. Якобсона).

С особым пиететом к Петербургской (Ленинградской) школе языкознания всегда относился А. А. Леонтьев. Он писал: «Что касается советской науки, то в ней еще в 20–30-е годы существовали тенденции к комплексному подходу в исследовании речи. Назовем, в частности, Петербургскую школу русской лингвистики — учеников И. А. Бодуэна де Куртенэ, в частности — Л. В. Щербу, Е. Д. Поливанова, Л. П. Якубинского, С. И. Бернштейна и др.»<sup>9</sup> Ос-

---

<sup>6</sup> Запись интервью см.: Москва. Конгресс психологов. Алексей Леонтьев 05.08.1966 // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=AFThZk47CIY> (дата обращения: 07.09.2021).

<sup>7</sup> Об этом см. также в докладе Б. М. Величковского.

<sup>8</sup> Об истории лаборатории см.: Лаборатория нейрофизиологии и патологии поведения. О лаборатории // ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН. URL: <https://www.iephb.ru/lab/laboratoriya-neurofizologii-i-patologii-povedeniya> (дата обращения: 07.09.2021).

<sup>9</sup> А. А. Леонтьев. Психофизиологические механизмы речи // Общее языкознание. Формы существования, функции, история языка. М., 1970. С. 314–370.

новые положения, отличавшие Петербургскую школу, — понимание языка как формы коллективного мышления, как языковой деятельности; внимание к социальным факторам языковой эволюции; последовательное различение сознательного и бессознательного в языковом мышлении и интерес к «чутью языка»; оригинальное понимание соотношения исторического и описательного языкознания; разработка идеи языковых уровней<sup>10</sup>.

К 1970–80-м годам стали складываться научные школы психолингвистики: в Ленинграде, Москве, Твери, Саратове, Воронеже, Перми. При этом, по мнению Т. В. Ахутиной, говоря о том времени, стоит подчеркнуть, что не существовало какого-либо противопоставления — психолингвистика объединяла людей, в науке и в жизни были энтузиазм и задор, все считали себя единомышленниками. Иными словами, Ленинградская (Петербургская) школа развивалась в тесном сотрудничестве со всеми отечественными учеными.

В сферу научного внимания Ленинградской (позже — Петербургской) школы психолингвистики входили следующие вопросы: экспериментальное изучение языка и мышления, речевой деятельности, в частности восприятие, осознание и продуцирование слова и других лингвистических единиц; анализ живой устной речи; механизмы чтения, речевых ошибок; становление речи при изучении родного и иностранного языков; патология речи и языка; исследование высших функций мозга человека и т. д.<sup>11</sup> Для изучения этих вопросов требовалась разработка иных парадигм и методологии. Однако в первую очередь необходимо было сопоставить и адаптировать для новых целей подходы, уже сложившиеся в лингвистике и психологии, а также в ряде других смежных областей — от физиологии до когнитологии и семиотики.

---

<sup>10</sup> А. А. Леонтьев. И. А. Бодуэн де Куртенэ и Петербургская школа русской лингвистики // Вопросы языкознания. 1961. № 4.

<sup>11</sup> К сожалению, в рамках освещаемой темы мы не имеем возможности более подробно остановиться на истории психолингвистики в целом и рассмотреть особенности ее развития в нашей стране. Об этом см., напр.: Федорова О. В. Отечественная психолингвистика: вчера, сегодня, завтра (субъективные заметки об изучении механизмов порождения и понимания речи) // Вопросы языкознания. 2020. № 6. С. 105–129; Российская психолингвистика: итоги и перспективы (1966–2021) / О. В. Абакумова, Т. В. Ахутина, В. Н. Базылев и др. М.: Институт языкознания — ММА, 2021. 625 с.

Появившаяся нейролингвистика сделала еще один шаг к сближению гуманитарного и естественно-научного знания: ее предметом является сведение конкретных проявлений лингвистического и когнитивного поведения человека с вполне определенными физиологическими структурами и мозговыми механизмами, которые обеспечивают эту деятельность. Все это привело к необходимости обмена знаниями с еще более широким кругом дисциплин, с нейронауками, включающими и собственно медицинские разделы. Стало совершенно очевидным, что недооценка любого из аспектов такой принципиально многомерной проблематики неизбежно приводит к ошибочной трактовке изучаемого лингвистического материала. Крупнейшие исследователи, работавшие в этой области знания, — от лингвиста Р. Якобсона до психолога Л. С. Выготского и создателя отечественной нейролингвистики врача А. Р. Лурии — являют собой блестящие примеры успешности такого подхода.

Понимая необходимость междисциплинарности в науке, Л. В. Сахарный и А. С. Штерн приглашают к сотрудничеству ученых — представителей различных наук. В разное время в городском семинаре по психолингвистике принимали участие лингвисты, психологи, логопеды, педагоги, физиологи, психиатры, философы, историки: А. М. Шахнарович, Вяч. Вс. Иванов, В. Б. Касевич, М. В. Гордина, В. Д. Глезер, Т. В. Ахутина, А. В. Венцов, В. Л. Деглин, С. В. Воронин, В. И. Жельвис, Т. В. Черниговская, А. И. Зайцев, В. А. Ковшиков, Н. И. Лепская, В. М. Павлов, С. Н. Цейтлин, В. Я. Шабес, Н. Д. Светозарова, Т. И. Ерофеева, М. В. Русакова, Г. А. Мартинович, Н. А. Слепокурова, А. Н. Корнев и многие другие — как видные, так и начинающие ученые и исследователи.

Семинар объединял не только психолингвистов Ленинграда (Санкт-Петербурга), но и других городов России. Все докторские диссертации и большинство кандидатских, защищавшихся в те годы, прошли апробацию на заседаниях семинара. Множество студентов, аспирантов и дипломантов не только ЛГУ (СПбГУ), но и других вузов страны смогли получить квалификацию в этой мультидисциплинарной области знаний и продолжают работать в высших учебных заведениях и учреждениях Российской академии наук.

Говоря о начинающих ученых конца 1980-х — начала 1990-х годов, следует упомянуть об учениках Л. В. Сахарного и А. С. Штерн. Организованный на филологическом факультете ЛГУ (СПбГУ)

психолингвистический семинар был открытым, и, конечно, в первую очередь для студентов и аспирантов. По воспоминаниям Т. И. Доценко, И. Г. Овчинниковой, Е. В. Ерофеевой и Е. В. Глазановой, посещение семинара было не просто возможностью узнать много нового об исследованиях, принять участие в дискуссиях, но и установить дружеские, неформальные контакты. В этом со всей очевидностью прослеживается традиция, которую поддерживало в свое время более старшее поколение, учителя самих Л. В. Сахарного и А. С. Штерн, в этом же — традиция формирования особых доверительных и чутких отношений в науке. Список имен учеников Сахарного и Штерн довольно внушительен, начинающие ученые тогда в большинстве своем стали видными учеными сегодня<sup>12</sup>; многие из них снова и снова с теплотой и безграничной благодарностью обращаются к памяти своих учителей<sup>13</sup>.

Леонид Владимирович Сахарный и Алла Соломоновна Штерн, уже будучи известными, состоявшимися учеными, оставались искренне увлеченными, гостеприимными и дружелюбными, о чем с теплотой говорят люди, близкие им по тому времени. Так, С. Н. Цейтлин вспоминает, как по пути из университета домой Леонид Владимирович так азартно рассказывал о своей диссертации, что проехал две лишние остановки. Вопросы цельности и связности текста, по словам самого Л. В. Сахарного, он обсуждал с В. Я. Шабесом в сауне, горячо доказывая, что цельность (от слова «цель») присутствует в любом тексте. Научные увлечения Сахарного всегда усиливались организаторским талантом; так, например, он с воодушевлением откликнулся на идею создания кафедры детской речи в Педагогическом университете им. А. И. Герцена, рекомендовав в ее состав нескольких молодых талантливых исследователей и согласившись прочитать курс по психолингвистике будущим педагогам. Иными словами, в любых, даже обычных, житейских проявлениях Л. В. Сахарный и А. С. Штерн создавали вокруг себя особое поле доброжелательности и были полностью включены в происходящее вокруг, ценили искренние отношения.

---

<sup>12</sup> См.: Российская психолингвистика: итоги и перспективы (1966–2021) / науч. ред. И. А. Стернин, Н. В. Уфимцева, Е. Ю. Мягкова. М.: Институт языковедения — ММА, 2021.

<sup>13</sup> См. публикации: Слово отзовется: памяти А. С. Штерн и Л. В. Сахарного. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2006; Проблемы социо- и психолингвистики: сб. ст. / отв. ред. Т. И. Ерофеева. Вып. 15. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2011.

Еще одно частное воспоминание касается того, что Алла Соломонова, при всей серьезности науки, которой была поглощена, продумывала тексты своих работ, занимаясь обычными бытовыми делами — под звуки включенного телевизора или за гладильной доской. Именно такими — привносящими теплоту отношений в сферу науки — они остались в памяти коллег и учеников<sup>14</sup>.

Рано ушедшие из жизни А. С. Штерн (в 1995 г.) и Л. В. Сахарный (в 1996 г.) по-прежнему остаются учеными, наследие которых является темой многих исследований и публикаций. Деятельность созданного ими городского семинара по психолингвистике, как из-за ухода из жизни, так и в силу перемен, произошедших в науке, и отчасти смены научного поколения, несколько изменилась.

\* \* \*

Сегодня Петербургская школа психолингвистики — это активно развивающееся научное направление. Представители Школы, используя в своих работах разные методы и подходы, строя конкретные модели языковых процессов и обосновывая их теоретически, опираются на понимание единства языка, речи и речевой деятельности. Во всех исследованиях, выполняемых в рамках Школы, строго соблюдаются принципы, заложенные Л. В. Сахарным, учитываются три фактора, на которых держится отечественная психолингвистика: фактор человека, фактор ситуации, фактор эксперимента.

В 2000 г. на кафедре общего языкознания филологического факультета СПбГУ открылась специализация «Психолингвистика», рассчитанная на три года обучения. Сначала она реализовывалась в формате факультативов и дополнительной специализации, затем преобразовалась в магистратуру. Сейчас по этому направлению открыты аспирантура и докторантура. Кроме того, была открыта магистерская программа «Когнитивные исследования». В рамках Школы созданы два онлайн-курса: «Психолингвистика» и «Нейролингвистика», которые выставлены на международных образовательных платформах. Продолжается тесное сотрудничество с целым рядом отечественных и зарубежных университетов и научных центров.

---

<sup>14</sup> Изданный в 1997 г. учебник А. А. Леонтьева «Основы психолингвистики» был посвящен памяти А. С. Штерн и Л. В. Сахарного. См.: *Леонтьев А. А. Основы психолингвистики*. М.: Смысл, 1997.

К сотрудничеству привлекаются известные мировые психо- и нейролингвисты. В частности: в 1996 и 1999 гг. состоялись лекции американского лингвиста Сергея Аврутина, специалиста в области когнитивной лингвистики; с 2000 г. на филологическом факультете СПбГУ в рамках работы Петербургского семинара с лекциями и мастер-классами неоднократно выступал американский профессор лингвистики университета штата Нью-Йорк в Стоуни-Брук (США) Джон Фредерик Бейлин (основная тема выступлений: психолингвистические исследования грамматики русского языка с позиций генеративного синтаксиса); в 2006 г. профессором Утрехтского университета (Нидерланды) Эриком Ройландом был прочитан курс лекций по генеративному синтаксису и психолингвистике; в 2009 г. с докладами выступили известные московские лингвисты Андрей Кибрик и Мира Бергельсон.

В 2000 г. был проведен Международный семинар по нейролингвистике в рамках Нейролингвистической программы постдипломного образования Северных стран. Материалы семинара опубликованы в одном из выпусков журнала «Язык и речевая деятельность / Language and Language Behavior»<sup>15</sup>.

В 2000–2002 гг. научная работа Школы была поддержана грантом РФФИ № 00-15-98855, который так и назывался: «Петербургская школа психолингвистики. Исследование речемыслительной деятельности человека: экспериментальное изучение роли полушарий головного мозга в обеспечении речевых и когнитивных функций; экспериментальное изучение детской речи и речевых аномалий».

Деятельность Школы и дальше регулярно поддерживалась различными фондами<sup>16</sup>.

В 2003 г. в СПбГУ для экспериментального изучения речемыслительной деятельности человека была открыта научная лаборатория, в 2020 г. она была преобразована в Институт когнитивных исследований.

---

<sup>15</sup> См.: Язык и речевая деятельность. Информация о журнале // eLibrary. URL: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9310](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9310) (дата обращения: 07.09.2021).

<sup>16</sup> См. сайт ИКИ СПбГУ: Институт когнитивных исследований // Факультет свободных искусств СПбГУ. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/structure/institut-kognitivnyh-issledovaniy> (дата обращения: 07.09.2021).

В 2006 г. в Санкт-Петербурге проводилась Международная конференция по когнитивной науке<sup>17</sup>, в программный комитет которой входили ученые — представители разных наук (которые в разное время также являлись участниками Петербургского семинара по когнитивным исследованиям), среди них: Б. М. Величковский, Ю. И. Александров, В. М. Аллахвердов, К. В. Анохин, А. Е. Войскунский, Д. И. Дубровский, А. А. Кибрик, А. Г. Козинцев, О. П. Кузнецов, В. А. Лекторский и др. Конференцию открывала Н. П. Бехтерева.

В рамках Петербургской школы психолингвистики была продолжена работа городского психолингвистического семинара. Тематика семинара заметно расширилась, пополнилась большим количеством докладов и обсуждений; он изменил название, став Петербургским семинаром по когнитивным исследованиям.

Всего за одно десятилетие (2000–2010) исследования, и ранее объединявшие психологию, лингвистику, философию, математические дисциплины, неврологию, нейробиологию, нейрофизиологию, этологию, искусственный интеллект и т. д., изменили научный мир, появилось четкое осознание необходимости комбинированных, конвергентных знаний.

С 2011 г. в рамках Петербургского семинара стал проводиться Международный зимний симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи «The Night Whites Language Workshop», среди тем которого: психология, онтолингвистика, билингвизм, экспериментальная лингвистика, философия, искусство, биология, педагогика, корпусная лингвистика и др. Симпозиум объединяет исследователей, работающих в различных научных областях, которые так или иначе связаны с изучением языка и речи — их развитием, патологией, биологическими, психическими механизмами. Симпозиум дает возможность донести результаты опыта инновационной деятельности и научно-технических достижений СПбГУ до самой широкой, в том числе международной, аудитории, что и повышает престиж научной и образовательной деятельности университета, и способствует обмену знаниями и методиками.

В Петербургском семинаре по когнитивным исследованиям и связанных с ним мероприятиях принимают участие ученые миро-

---

<sup>17</sup> См. архивы: URL: <https://istina.msu.ru/conferences/302882509> или <http://www.cogsci.ru/cogsci06/program.htm> (дата обращения: 07.02.2012).

вой известности. Как и прежде, семинар является открытым, а с переходом в онлайн-формат участвовать в нем могут все желающие.

\* \* \*

Основы отечественной психолингвистики во многом были заложены лингвистами Л. В. Щербой, Л. П. Якубинским, Е. Д. Поливановым, Б. А. Лариным, психологами Л. С. Выготским, А. Р. Лурией и др. Ученые, изучавшие вслед за ними язык, разум и сам мозг, все более отчетливо понимали, что имеют дело с самыми сложными из известных систем — неопределенными и многозначными, и что встающие перед исследователями вопросы все более переплетаются с иными знаниями — нейронаук, философии, семиотики, физики, биологии, антропологии, искусства... «Дороги разных наук»<sup>18</sup> приводят к когнитивным исследованиям, которые являются примером конвергентного и трансдисциплинарного знания. Развитию этого знания мы во многом обязаны следующим ученым: семиотике Ю. М. Лотману, философам В. А. Лекторскому, М. К. Мамардашвили, А. М. Пятигорскому, нейрофизиологам Н. П. Бехтеревой, Н. Н. Трауготт, Г. В. Гершуни, физику С. П. Капице и др.

«Язык многомерен, подвижен, динамичен и чрезвычайно разнообразен, он принципиально не настроен на жесткость значений и формулировок, и это может быть объяснено только запросами самого когнитивного ментального пространства, если не сказать — самого мира», «исходная гипотеза — язык как интерфейс между мозгом, сознанием и миром — отражает мой взгляд на эволюцию и природу вербального языка и других высших функций, их фило- и онтогенез, на генетические и кросс-культурные аспекты развития сознания и языка и их мозговых коррелятов, на возможности межвидовой коммуникации и перспективы моделирования человеческих когнитивных процессов»<sup>19</sup>.

\* \* \*

И еще несколько слов об этом издании. Понимание того, какое научное богатство мы накапливаем, записывая выступления докладчиков Петербургского семинара по когнитивным исследованиям и связанных с ним научных мероприятий, привело к идее

---

<sup>18</sup> Черниговская Т. В. Чеширская улыбка кота Шредингера: язык и сознание. М.: Языки славянской культуры, 2013. С. 10–18.

<sup>19</sup> Там же.

публикации наиболее ярких из них. В этот (первый) том вошли: открытая лекция, прочитанная британским физиком Роджером Пенроузом (2013), которая проводилась на английском языке; доклады А. Г. Козинцева, С. В. Медведева, В. М. Аллахвердова, а также выступления О. П. Кузнецова, К. В. Анохина и Т. В. Черниговской, объединенные темой «Когнитивные сети мозга: теория и моделирование» (2014); доклады Ю. И. Александрова, Б. М. Величковского и американской исследовательницы Киры Гор (2015).

Предлагаемые читателям тексты составлены нами на основе сделанных докладов; иными словами, в них почти дословно воспроизводится то, о чем говорилось во время того или иного выступления на семинаре или мероприятиях, с ним связанных. В некоторых текстах выступлений можно найти комментарии, сделанные авторами по прошествии времени (это своего рода взгляд из дня сегодняшнего). Кроме того, издание сопровождается материалами специально созданного электронного архива, в котором размещены как видеозаписи самих выступлений и последовавших за ними дискуссий, так и некоторые материалы, относящиеся к истории Петербургского семинара по когнитивным исследованиям, ссылки на которые также приводятся. Помимо текстов выступлений мы предлагаем читателям подробный обзор рассматриваемых тем.

## Комментарии

*Аврутин Сергей* (род. 1960) — лингвист, PhD в области лингвистики и когнитивных исследований, профессор Утрехтского университета (Нидерланды). Сооснователь и координатор совместной международной программы постдипломного образования по психолингвистике, в том числе между Санкт-Петербургским государственным университетом и Утрехтским университетом (2001–2007). Автор монографии «Development of the Syntax-Discourse Interface» (1999).

*Александров Юрий Иосифович* (род. 1948) — доктор психологических наук, кандидат медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАО. Заведующий лабораторией психофизиологии им. В. Б. Швыркова Института психологии РАН; заведующий кафедрой психофизиологии факультета психологии Государственного академического университета гуманитарных наук. Ученик П. К. Анохина, В. Б. Швыркова.

*Аллахвердов Виктор Михайлович* (род. 1946) — доктор психологических наук, профессор кафедры общей психологии Санкт-Петербургского государственного университета. Почетный президент Санкт-Петербургского психологического общества. Ученик В. А. Ганзена.

- Анохин Константин Владимирович* (род. 1957) — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН. Директор Института перспективных исследований мозга Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова; заведующий лабораторией нейробиологии памяти Научно-исследовательского института нормальной физиологии им. П. К. Анохина. Внук физиолога академика П. К. Анохина (1898–1974), сын академика И. П. Анохиной (род. 1932).
- Ахутина Татьяна Васильевна* (род. 1941) — доктор психологических наук, профессор. Заведующая лабораторией нейропсихологии факультета психологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Последователь А. Р. Лурии, коллега и соавтор А. А. Леонтьева. Автор монографии «Порождение речи. Нейролингвистический анализ синтаксиса» (1989).
- Балонов Лев Яковлевич* (1917–1983) — доктор медицинских наук, психиатр. С 1972 по 1982 г. — заведующий лабораторией по изучению функциональной асимметрии мозга человека Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова. Автор фундаментальной работы «Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий» (1976).
- Барулин Александр Николаевич* (1944–2021) — лингвист, семиотик, кандидат филологических наук. С 2012 по 2021 г. — руководитель группы «Семиотика глоттогенеза» и организатор междисциплинарного семинара по происхождению языка. Автор монографии «Основания семиотики. Знаки, знаковые системы, коммуникация» (2002).
- Бейлин Джон Фредерик* (род. 1966) — лингвист, специалист в области генеративной грамматики и когнитивной лингвистики, профессор, содиректор Нью-Йоркского — Санкт-Петербургского института лингвистических, когнитивных и культурологических исследований. Соавтор монографии «Современная американская лингвистика: фундаментальные направления» (2002) и «The Syntax of Russian» (2012).
- Бергельсон Мира Борисовна* (род. 1956) — доктор филологических наук, профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, профессор Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».
- Бехтерева Наталья Петровна* (1924–2008) — кандидат биологических наук, доктор медицинских наук, профессор, академик АН СССР, академик АМН СССР. В 1990–2008 гг. — научный руководитель Института мозга человека РАН. Внучка В. М. Бехтерева.
- Бондарко Лия Васильевна* (1932–2007) — доктор филологических наук, профессор. С 1977 по 2006 г. — заведующая кафедрой фонетики и методики преподавания иностранных языков Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. Автор монографии «Фонетическое описание языка и фонологическое описание речи» (1981) и учебника «Фонетика современного русского языка» (1998). Ученица М. И. Матусевич и Л. Р. Зиндера.
- Величковский Борис Митрофанович* (1947–2022) — доктор психологических наук, профессор, член-корреспондент РАН. Основатель (2008) Инсти-

туда когнитивных исследований в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт». С 2013 г. — заведующий кафедрой НБИК-технологий Московского физико-технического института. Ученик А. Р. Лурии.

*Венцов Анатолий Владимирович* (род. 1933) — кандидат биологических наук. Старший научный сотрудник Института физиологии им. И. П. Павлова РАН, старший научный сотрудник Лаборатории моделирования речевой деятельности Санкт-Петербургского государственного университета. Соавтор монографии «Проблемы восприятия речи» (1994).

*Вербицкая Людмила Алексеевна* (1936–2019) — доктор филологических наук. С 1985 г. — заведующая кафедрой общего языкознания Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. С 1994 по 2008 г. — ректор Санкт-Петербургского государственного университета, впоследствии Президент СПбГУ. Академик РАО. Президент Российского общества (1999–2019) и Международной ассоциации преподавателей русского языка и литературы (2003–2019). Автор монографии «Русская орфоэпия» (1976) и пособия по фонетике русского языка (1993). Ученица Л. Р. Зиндера.

*Войскунский Александр Евгеньевич* (род. 1947) — кандидат психологических наук. Старший научный сотрудник кафедры общей психологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, заведующий лабораторией «Психологические проблемы информатизации» факультета психологии МГУ.

*Воронин Станислав Васильевич* (1935–2001) — доктор филологических наук, профессор кафедры английской филологии Санкт-Петербургского государственного университета. Основоположник Санкт-Петербургской (а также российской) научной школы звукосимволизма. Автор книги «Основы фоносемантики» (1982). Один из авторов монографии «Психолингвистические проблемы семантики» (1983).

*Выготский Лев Семенович* (1896–1934) — российский психолог, создатель культурно-исторической теории происхождения высших психических функций. С 1924 г. — сотрудник Института экспериментальной психологии при Московском университете, с 1928 г. — профессор Института психологии. Ученики и сотрудники: Л. И. Божович, А. В. Запорожец, А. Н. Леонтьев, А. Р. Лурия, Д. Б. Эльконин и др.

*Герд Александр Сергеевич* (1936–2016) — доктор филологических наук, профессор. С 1973 по 2015 г. — заведующий кафедрой математической лингвистики Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. Автор первого в России учебника по этнолингвистике (1999). Ученик Б. А. Ларина, К. А. Тимофеева.

*Глазанова Евгения Валентиновна* (род. 1970) — кандидат филологических наук, доцент кафедры теории и методики преподавания искусств и гуманитарных наук факультета свободных искусств и наук Санкт-Петербургского государственного университета. Ученица А. С. Штерн, В. Я. Шабеса и В. Б. Касевича.

- Глезер Вадим Давидович* (род. 1923) — доктор биологических наук, главный научный сотрудник Лаборатории физиологии зрения Института физиологии им. И. П. Павлова РАН.
- Гор Кира* (род. 1954) — кандидат филологических наук, доктор русистики и психолингвистики усвоения неродного языка, профессор школы языков, литератур и культур Мэрилендского университета (США). Исследователь когнитивных процессов при изучении иностранных языков. Ученица М. В. Гординой и Л. В. Бондарко.
- Гордина Мирра Вениаминовна* (1925–2018) — доктор филологических наук, профессор кафедры фонетики и методики преподавания иностранных языков филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
- Деглин Вадим Львович* (1931–1994) — физиолог и психиатр, доктор медицинских наук. С 1982 по 1994 г. — заведующий лабораторией функциональной асимметрии мозга человека Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова. Автор монографий «Слух и речь доминантного и недоминантного полушарий» (1972), «Унилатеральный электросудорожный припадок» (1976), «Лекции по функциональной асимметрии мозга» (1996).
- Джекендорфф Рэй* (род. 1945) — американский лингвист, профессор философии, содиректор Центра когнитивных исследований в Университете Тафтса. Основоположник теории концептуальной семантики.
- Доценко Тамара Ивановна* (род. 1950) — кандидат филологических наук, доцент кафедры общего языкознания, русского и коми-пермяцкого языков и методики преподавания языков Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Ученица Л. В. Сахарного.
- Дубровский Давид Израилевич* (род. 1929) — доктор философских наук, профессор. С 1998 г. — ведущий научный сотрудник Института философии РАН.
- Егоров Алексей Юрьевич* (род. 1961) — психиатр и нарколог, доктор медицинских наук, профессор. С 2009 г. — заведующий лабораторией нейрофизиологии и патологии поведения Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова. Ученик В. Л. Деглина.
- Ерофеева Елена Валентиновна* (род. 1965) — доктор филологических наук, профессор. Заведующая кафедрой теоретического и прикладного языкознания Пермского государственного национального исследовательского университета. Автор книги «Вероятностные структуры идиомов: социолингвистический аспект» (2005). Ученица А. С. Штерн и Л. А. Вербицкой.
- Ерофеева Тамара Ивановна* (род. 1937) — доктор филологических наук, профессор. С 1982 по 1998 г. — декан филологического факультета Пермского государственного университета, с 1996 по 2012 г. — заведующая кафедрой общего и славянского языкознания. Основоположник Пермской школы социопсихолингвистики. Докторская диссертация написана под консультативным руководством А. С. Штерн.

- Жельвис Владимир Ильич* (род. 1931) — советский и российский психолингвист и антрополог, доктор филологических наук, профессор кафедры иностранных литератур и языков Ярославского педагогического университета. Автор монографии «Наблюдая за русскими: скрытые правила поведения» (2011).
- Зайцев Александр Иосифович* (1926–2000) — кандидат филологических наук, доктор исторических наук, профессор. С 1959 г. работал на кафедре классической филологии Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. Ученик Я. М. Боровского.
- Залевская Александра Александровна* (1929–2021) — доктор филологических наук, профессор Тверского государственного университета, руководитель Тверской психолингвистической научной школы. Автор учебника «Введение в психолингвистику» (2003) и многочисленных работ по психолингвистике (см., напр.: *Залевская А. А. Психолингвистические исследования // Слово. Текст: Избранные труды.* М., 2005).
- Зиндер Лев Рафаилович* (1904–1995) — доктор филологических наук, профессор. С 1962 по 1995 г. — заведующий кафедрой фонетики и методики преподавания иностранных языков Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. Один из вдохновителей и создателей отделения математической лингвистики и кафедры математической лингвистики, которую в течение нескольких лет возглавлял одновременно с кафедрой фонетики. Автор фундаментального учебника «Общая фонетика» (1957). Ученик Л. В. Щербы.
- Зорина Зоя Александровна* (род. 1941) — российский этолог, доктор биологических наук, специалист в области изучения мышления животных. С 1997 г. заведует лабораторией физиологии и генетики поведения биолого-почвенного факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.
- Иванов Вячеслав Всеволодович* (1929–2017) — доктор филологических наук, профессор, академик РАН. Ученик С. П. Кузнецова, М. Н. Петерсона, Н. С. Поспелова.
- Капица Сергей Петрович* (1928–2012) — доктор физико-математических наук, профессор. Один из основоположников клиодинамики. Сын лауреата Нобелевской премии по физике П. Л. Капицы.
- Касевич Вадим Борисович* (род. 1941) — доктор филологических наук, профессор. С 2019 г. исполняет обязанности заведующего кафедрой общего языкознания имени Л. А. Вербицкой филологического факультета Санкт-Петербургского государственного университета. Автор книги «Элементы общей лингвистики» (1977) и многочисленных работ по общему языкознанию. Ученик М. В. Гординой, Л. Р. Зиндера.
- Кибрик Андрей Александрович* (род. 1963) — доктор филологических наук, профессор. С 2017 г. — директор Института языкознания РАН. Учителя: С. В. Кодзасов, В. Н. Ярцева.
- Ковшиков Валерий Анатольевич* (1936–2000) — кандидат педагогических наук, доцент. Без малого сорок лет работал на кафедре психопатологии

- и логопедии Ленинградского государственного педагогического института (позже — Российского государственного педагогического университета) им. А. И. Герцена.
- Козинцев Александр Григорьевич* (род. 1946) — доктор исторических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела антропологии Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН (Кунсткамера).
- Колесов Владимир Викторович* (1934–2019) — доктор филологических наук, профессор. С 1979 по 2006 г. — заведующий кафедрой русского языка филологического факультета Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета. Учителя: Н. А. Мещерский, М. А. Соколова.
- Кузнецов Олег Петрович* (род. 1936) — доктор технических наук, профессор. Главный научный сотрудник лаборатории методов интеллектуализации дискретных процессов и систем управления Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, с 2000 по 2020 г. — председатель Научного совета Российской ассоциации искусственного интеллекта.
- Ларин Борис Александрович* (1893–1964) — доктор филологических наук, профессор, член-корреспондент АН Украинской ССР, академик АН Литовской ССР. Основоположник социальной диалектологии. Ученик И. А. Бодуэна де Куртенэ, Л. В. Щербы.
- Лекторский Владислав Александрович* (род. 1932) — доктор философских наук, профессор, академик РАН. Создатель научной школы исследования познания и знания в междисциплинарном и культурно-историческом контексте.
- Леонтьев Алексей Алексеевич* (1936–2004) — доктор филологических наук, доктор психологических наук. С 1966 г. — старший научный сотрудник, с 1969 г. — руководитель Группы психолингвистики и теории коммуникации Института языкознания АН СССР; с 1975 г. — заведующий кафедрой методики и психологии Государственного института русского языка им. А. С. Пушкина, с 1976 г. — профессор; с 1986 г. — профессор кафедры методики преподавания иностранных языков Московского государственного педагогического института им. В. И. Ленина; с 1997 г. — профессор кафедры психологии личности факультета психологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Автор учебника «Основы психолингвистики» (1997) и многочисленных трудов по психолингвистике.
- Леонтьев Алексей Николаевич* (1903–1979) — доктор педагогических наук, профессор. С 1966 по 1979 г. — декан факультета психологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Ученик Л. С. Выготского.
- Лепская Наталья Ильинична* (1941–1998) — доктор филологических наук, профессор кафедры теоретической и прикладной лингвистики Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.
- Лотман Юрий Михайлович* (1922–1993) — доктор филологических наук, профессор, академик АН Эстонской ССР. Создатель и руководитель московско-тартуской семиотической школы.

- Лурия Александр Романович* (1902–1977) — доктор педагогических наук, доктор медицинских наук, профессор. Один из основателей нейропсихологии, основоположник российской нейролингвистики, сотрудник Л. С. Выготского.
- Мамардашвили Мераб Константинович* (1930–1990) — доктор философских наук, профессор Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова.
- Мартинovich Геннадий Ананьевич* (род. 1940) — доктор филологических наук, психолингвист. Автор монографии «Вербальные ассоциации в ассоциативном эксперименте» (1997).
- Маслов Юрий Сергеевич* (1914–1990) — доктор филологических наук, профессор. С 1960 по 1984 г. — заведующий кафедрой общего языкознания Ленинградского университета. Ученик В. М. Жирмунского и Л. Р. Зиндера; своими учителями называл также Л. В. Щербу, И. И. Мещанинова и С. Д. Кацнельсона.
- Наточин Юрий Викторович* (род. 1932) — доктор биологических наук, профессор, почетный профессор Санкт-Петербургского государственного университета, академик РАН. С 1964 г. — заведующий лабораторией физиологии почки и водно-солевого обмена Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН. В 1995–2002 гг. — декан медицинского факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
- Овчинникова Ирина Германовна* (род. 1960) — доктор филологических наук, профессор. В 2006–2010 гг. — заведующая кафедрой речевой коммуникации филологического факультета Пермского государственного университета. Ученица Л. В. Сахарного.
- Павлов Владимир Михайлович* (1925–2011) — доктор филологических наук, профессор. В рассматриваемое в статье время являлся ведущим научным сотрудником отдела теории грамматики Института лингвистических исследований РАН.
- Панфилов Евгений Дементьевич* (1921–1999) — доктор филологических наук, профессор кафедры общего языкознания Ленинградского (Санкт-Петербургского) университета.
- Парин Сергей Борисович* (род. 1952) — российский психофизиолог, доктор биологических наук. Заведующий лабораторией когнитивной психофизиологии Нижегородского государственного университета.
- Пенроуз Роджер* (род. 1931) — британский физик и математик, доктор философии, доктор наук, глава кафедры математики Оксфордского университета, автор теории твисторов, лауреат Нобелевской премии по физике 2020 г.
- Петрова Татьяна Евгеньевна* (род. 1972) — кандидат филологических наук, доцент кафедры теории и методики преподавания искусств и гуманитарных наук факультета свободных искусств и наук Санкт-Петербургского государственного университета. Соавтор коллективной монографии «Российская психолингвистика: итоги и перспективы (1966–2021)» (2021). Ученица Л. В. Сахарного и Т. В. Черниговской.

- Пиаже Жан Вильям Фриц* (1896–1980) — швейцарский психолог и философ, создатель теории когнитивного развития.
- Поливанов Евгений Дмитриевич* (1891–1938) — русский и советский лингвист, востоковед, литературовед. Один из основоположников советской социолингвистики. Ученик Л. В. Щербы.
- Пятигорский Александр Моисеевич* (1929–2009) — кандидат филологических наук, профессор Лондонского университета. Один из основателей московско-тартуской семиотической школы, автор текстовой модели коммуникации.
- Ройланд Эрик* (род. 1944) — лингвист, профессор Утрехтского университета (Нидерланды), директор Утрехтского научно-исследовательского института языка и речи. Автор монографии «Anaphora and Language Design» (2011).
- Русакова Марина Валентиновна* (1957–2009) — доктор филологических наук. Является одним из основоположников психолингвистического исследования грамматических явлений русского языка. Автор книги «Элементы антропоцентрической грамматики русского языка» (2013).
- Сахарный Леонид Владимирович* (1934–1996) — доктор филологических наук, профессор Ленинградского (Санкт-Петербургского) государственного университета. Автор учебника «Введение в психолингвистику» (1989). Один из основоположников российской психолингвистики.
- Светозарова Наталия Дмитриевна* (род. 1941) — доктор филологических наук, профессор кафедры фонетики Санкт-Петербургского государственного университета. Ученица Л. Р. Зиндера.
- Слепокурова Наталия Арсеньевна* (род. 1944) — кандидат филологических наук, доцент кафедры общего языкознания Санкт-Петербургского государственного университета. Ученица Л. А. Чистович.
- Слобин Дэн Айзек* (род. 1939) — американский психолог. Профессор Калифорнийского университета в Беркли. Специалист в области восприятия речи, психолингвистики и социолингвистики. Соавтор фундаментальной работы «Психолингвистика» (1976). Ученик и коллега Дж. Миллера.
- Соловьев Валерий Дмитриевич* (род. 1952) — доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института филологии и межкультурной коммуникации Казанского федерального университета. С 2016 г. — президент Межрегиональной ассоциации когнитивных исследований.
- Трауготт Наталья Николаевна* (1904–1994) — доктор медицинских наук, профессор. Советский нейрофизиолог. Научные руководители: И. П. Павлов, А. Г. Иванов-Смоленский. С 1956 г. — заведующая лабораторией патологии высшей нервной деятельности. Автор масштабных исследований в области изучения физиологии высшей нервной деятельности людей с нарушениями речи, а также изучения физиологии высшей нервной деятельности людей с психопатологическими синдромами.
- Цейтлин Стелла Наумовна* (род. 1938) — доктор филологических наук, профессор. С 1991 по 2011 г. — заведующая кафедрой детской речи Россий-

- ского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Заведующая Лабораторией детской речи в Петербурге.
- Черниговская Татьяна Владимировна* (род. 1947) — доктор биологических наук, доктор филологических наук, член-корреспондент РАО, заслуженный деятель высшего образования и заслуженный деятель науки РФ. Директор Института когнитивных исследований СПбГУ. Ученица Л. А. Вербицкой, Л. В. Бондарко, Г. В. Гершуни и Л. Я. Балонова.
- Чистович Людмила Андреевна* (1924–2006) — доктор биологических наук, профессор. С 1961 по 1985 г. — руководитель лаборатории физиологии речи Института физиологии им. И. П. Павлова. Совместно с В. А. Кожевниковым являлась редактором фундаментальной коллективной монографии «Речь. Артикуляция и восприятие» (1965).
- Шабес Владимир Яковлевич* (1943–2013) — доктор филологических наук, профессор кафедры романской филологии Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. Автор книги «Событие и текст» (1989).
- Шахнарович Александр Маркович* (1944–2001) — доктор филологических наук, профессор. С 1969 г. и вплоть до своей кончины работал в Институте языкознания АН СССР (затем — РАН); в 1993–2001 гг. — заместитель директора по научной работе. Ученик А. А. Леонтьева.
- Штерн Алла Соломоновна* (1942–1995) — доктор филологических наук, профессор Ленинградского (Санкт-Петербургского) государственного университета. Автор книги «Перцептивный аспект речевой деятельности» (1992). Ученица Л. Р. Зиндера и А. А. Леонтьева.
- Щерба Лев Владимирович* (1880–1944) — доктор филологических наук, академик АН СССР. Основатель Ленинградской фонологической школы. Ученик И. А. Бодуэна де Куртенэ.
- Якобсон Роман Осипович* (1896–1982) — один из крупнейших лингвистов XX в. В последние десятилетия жизни был профессором славянских языков и литературы Гарвардского университета и профессором Массачусетского технологического института (США).
- Якубинский Лев Петрович* (1892–1945) — доктор филологических наук, профессор. Один из основоположников российской социалингвистики.

# ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ 2012 ГОД

- Обзор тем и выступлений
- Семинар «Преподавание естественно-научных дисциплин в контексте либерального образования»



## ОБЗОР ТЕМ И ВЫСТУПЛЕНИЙ

*Юрий Александров* (Институт психологии РАН). **Мозговые основы психики и культура.**

В докладе рассматриваются вопросы коэволюции и формирования специализаций нейронов мозга, особенности ментальности и мозгового обеспечения поведения у людей, принадлежащих к разным культурам и разным внутрикультурным социальным общностям. Обсуждается, каким образом взаимодополнительность этих особенностей может обеспечить процесс индивидуального и общественного познания.

*Григорий Крейдлин, Георгий Шабат* (Российский государственный гуманитарный университет). **Математика, лингвистика и интуиция: лингвистика в попытках помочь математике.**

В совместном докладе лингвиста и математика, профессоров Института лингвистики РГГУ (Москва), шла речь о нетривиальных связях математики и лингвистики.

*Андрей Родин* (Университет Париж VII им. Дени Дидро, Франция). **Математика, лингвистика и интуиция: как математические понятия воплощаются в интуиции.**

Докладчик представил анализ того, как математическая интуиция менялась и продолжает меняться в результате прогресса математики.

*Виктор Аллахвердов* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Когнитивная психология сознания.**

В докладе рассматривается история возникновения и становления когнитивной психологии, приведены результаты экспериментальных исследований, проведенных в русле оригинального подхода автора к проблеме психики и сознания (радикальный когнитивизм).

*Денис Ахапкин* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Когнитивная поэтика: проблемы и перспективы.**

В докладе был рассмотрен один из разделов когнитивной науки, связанный с изучением механизмов воздействия художественного текста на читателя, — когнитивная поэтика. Это направление, возникшее на рубеже XX и XXI вв. на стыке когнитивной лингвистики, психолингвистики и рецептивной эстетики, фокусирует внимание прежде всего на процессах семантического выдвигания в тексте.

*Александр Козинцев* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Теория юмора: когнитивные и метакогнитивные подходы.**

Оценка чувства юмора производится с точки зрения различных научных дисциплин, таких как лингвистика, социология, психология, антропология. Существуют сотни теорий юмора. Многие из них утверждают, что назначение юмора в том, чтобы разряжать напряженность и снимать стресс, а также в том, чтобы побуждать к поиску новых интерпретаций различных ситуаций.

*Марина Корсакова-Крейн* (Школа музыки и искусства, Университет Техаса, США). **Музыка и мозг.**

Музыка, как универсальный язык общения, доступна всем и не требует специальной подготовки для понимания самого существенного — богатства человеческой эмоции, передаваемой музыкальными звуками. Научные исследования показывают, что занятия музыкой благотворно влияют на мозг и детей, и взрослых. Эти занятия улучшают память и повышают остроту восприятия. Как мы воспринимаем музыку? Почему мы отвечаем на мелодические послания душой и телом? Как занятия музыкой влияют на структуры мозга?

*Александр Барулин* (Институт языкознания РАН). **Первый шаг в восхождении к языку. Проблема перехода от закрытых знаковых систем обезьян к открытым знаковым системам.**

В докладе изложены основные принципы исследования глоттогенеза. На основании известных фактов проведен сравнительный анализ существенных характеристик голосового тракта шимпанзе и человека, дана общая семиотическая характеристика их звуковых коммуникативных систем (ЗКС); сформирован перечень изменений, необходимых для перехода к человеческому аппарату звукопроизводства; сделан вывод о зависимом от других поведенческих программ характере звукового сигнала; выдвинуты гипотезы о противопоставлении в условиях саван-

ны дальних и ближних сигналов в новой ЗКС поздних австралопитеков и хабилисов, о формировании у хабилисов в системе ближних сигналов коллективной звуковой демонстрации агрессии в противостоянии крупным хищникам, а также об использовании в дальней системе сигналов свиста как сигнала, производимого скелетными мышцами и послужившего катализатором для выработки нового режима дыхания — производства звука на долгом выдохе, что открыло неограниченные возможности в звукоподражании, в появлении открытой ЗКС, в искусстве комбинирования тонов.

**Зоя Зорина (Московский государственный университет). Элементарное мышление животных.**

Изучение мышления животных как эволюционной предпосылки мышления человека — одно из актуальных направлений современной когнитивной науки, которое объединяет биологические, физиологические и психологические подходы к проблеме. В докладе кратко освещена история исследований, благодаря которым к настоящему времени экспериментально доказано, что у широкого круга видов позвоночных имеются элементы мышления. Они проявляются как в решении новых задач в экстренно возникших ситуациях, так и в способности к обобщению, абстрагированию и даже оперированию символами.

Спектры когнитивных способностей разных видов весьма разнообразны и зависят от уровня структурно-функциональной организации мозга. Отдельные наиболее примитивные способности имеются уже у рептилий, а высшего развития они достигают у человекообразных обезьян, которые обладают самым широким спектром возможностей. Источником данных о мышлении животных служат, прежде всего, эксперименты, проводимые в строго контролируемых условиях с помощью довольно обширного комплекса тестов. Самостоятельный вклад вносят и наблюдения этологов за животными в их естественной среде обитания. В докладе показано, что такие наблюдения подтверждают реальность и приспособительное значение данных, полученных в эксперименте, а также выявляют новые факты, которые не могут быть обнаружены в лабораторных условиях, кроме того, рассмотрены данные о способности животных к обобщению, абстрагированию и символизации как биологических предпосылок возникновения речи человека.

## СЕМИНАР «ПРЕПОДАВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН В КОНТЕКСТЕ ЛИБЕРАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

На заседании «Преподавание естественно-научных дисциплин в контексте либерального образования», состоявшемся в рамках семинара «Практики либерального образования» и Петербургского семинара по когнитивным исследованиям, обсуждались вопросы, связанные с методологией и методикой преподавания. Семинар проходил на английском языке.

Основными участниками и выступающими были: Татьяна Черниговская (Санкт-Петербургский государственный университет) **Introduction**; Тим Стернз (Tim Stearns) (Стэнфордский университет, США) **Using Human Biology to Engage Students in Experimental Science**; Дарси Келли (Darcy Kelly) (Колумбийский университет, США) **Creating a Science Component for a Liberal Arts Curriculum**; Марта Саэрт (Marta Saert) (Стэнфордский университет, США) **Introducing Stanford Undergraduates to Scientific Thinking and Analysis**<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> См. запись семинара: Заседание «Преподавание естественно-научных дисциплин в контексте либерального образования» в рамках семинара «Практики либерального образования» и Петербургского семинара по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 154) // Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 19.04.2012. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/calendar/prepodavanie-estestvennonauchnyh-disciplin> (дата обращения: 08.07.2021).

# ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ 2013 ГОД

- Обзор тем и выступлений
- Выступления и дискуссии

*Roger Penrose. Why New Physics Is Needed to Understand the Conscious Mind*

*Святослав Медведев. Сознание и мышление:  
возможности нейрофизиологических исследований*



## ОБЗОР ТЕМ И ВЫСТУПЛЕНИЙ

*Наталья Слюсарь* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Грамматические категории рода, числа и падежа в ментальной грамматике.**

В мировой психолингвистике уделяется большое внимание согласованию по числу, которое было изучено в многочисленных экспериментах на порождение и восприятие на материале разных, преимущественно германских и романских, языков. Представлено несколько экспериментов, отвечающих на вопросы, которые можно решить, только обратившись к морфологически богатому языку, такому как русский. Помимо категории числа, в них исследовались категории рода и падежа. Подобные эксперименты позволяют понять, как в реальном времени осуществляется при порождении и анализируется при восприятии согласование — одна из важнейших грамматических операций. Кроме того, они помогают ответить на вопросы, которые уже не одно десятилетие стоят перед лингвистами-теоретиками. Например, какую грамему в той или иной категории можно считать маркированной? Как представлены в парадигмах омонимичные формы?

*Валерий Тимофеев* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Генеративная нарратология: когнитивный подход при анализе порождения художественных текстов.**

В докладе рассмотрены теоретические положения генеративной нарратологии (ГН) и система приемов, позволяющих получить гипотетическую реконструкцию процесса порождения нарратива. В основу ГН положены результаты теоретических исследований, проводимых автором последние 25 лет и лежащих в русле когнитивной нарратологии и теории концептуального смешения. Основными категориями ГН являются «рефлексия», «интроспекция» и «конвенция».

Практическое применение ГН демонстрируется примерами анализа отдельных эпизодов рассказа В. Набокова «Ultima Thule», который

можно описать как серию матрешек, способных к инверсии, то есть к выворачиванию наизнанку, когда центральная часть оказывается охватывающей все остальные, при этом сама структура не застывает и продолжает свои превращения. Неустойчивость, а главное — обратимость природы переживаемого и описываемого состояния и статуса персонажей рассказа представляются важнейшими характеристиками этого произведения. Главное внимание при анализе рассказа сосредоточено на зонах информационной многозначности, возникших как результат всплеска гипертрофированной рефлексии, которая ярче всего проявляется в эпизодах, маркированных авторскими неологизмами. ГН позволяет проследить объекты внимания рефлексии и «реконструировать» картину наррации в процессе ее порождения.

*Сергей Парин* (Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского). **Правда и вымыслы об эндорфинах: когнитивные последствия.**

Об эндорфинах сегодня знают все. Это «гормоны счастья», позволяющие нам пребывать в состоянии перманентного восторга вне зависимости от повседневных неурядиц. Часто серьезное научное открытие, если оно хоть немного затрагивает повседневные интересы каждого, быстро становится объектом манипулирования, обрастает легендами и околонучными мифами. Какова же правда об эндорфинах? Ответ на этот вопрос вкратце представлен в докладе.

Прежде всего, обширная группа эндорфинов — это всего лишь малая часть семейства опиоидных, то есть подобных опиатным наркотикам пептидов. В это семейство входят энкефалины, динорфины, параопиоиды и др. — всего более четырех десятков веществ. История их открытия неразрывно связана с попытками решения проблем боли, обезболивания и наркомании.

За прошедшие годы было выяснено, что именно опиоидным пептидам мы обязаны возможностью не чувствовать боль от повреждения в стрессовых ситуациях. Ученым удалось выяснить базовый механизм формирования наркотической толерантности / зависимости. В ходе исследований обнаружилось участие опиоидов в зимней спячке, стрессе, шоке, работе «центров удовольствия», регуляции функций сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной, дыхательной, иммунной и других систем организма. Установлено, что эти пептиды играют важную роль в процессах восприятия, обучения, памяти и выполнении других когнитивных функций. Стало очевидным наличие в нашем организме мощной информационной системы — эндогенной опиоидной. Наконец, пришло понимание того, что опиоидные пептиды являются и гормонами, и медиаторами одновременно. Дело осталось за малым: выяснить, какое они имеют отношение к счастью.

*Ирина Головачева* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Зачем писателю психологическая теория? Воззрения западных писателей-интеллектуалов первой половины XX века.**

Структура и принципы функционирования сознания составляют предмет исследования отнюдь не только психологии и смежных гуманитарных дисциплин. Очевидно, что художественная литература с момента своего возникновения с той или иной степенью осознанности занималась изысканиями в области человеческой психики.

В критике по-прежнему доминирует стереотип, согласно которому художественная литература, будь то проза или поэзия, демонстрирует всего лишь интуитивное прозрение тайн сознания. Вероятно, этот тезис правомерен в отношении классической прозы до последней четверти XIX в. Между тем литературная ситуация стала принципиально иной после того, как психология (в частности Уильям Джеймс и Вильгельм Вундт) открыла фундаментальные законы мышления и восприятия. Большинство школ психологии и психотерапии в тот или иной период сыграли роль стимула, реакцией на который было изменение представлений писателей о сознании.

Особая задача в выделенной таким образом междисциплинарной области исследований — выявление разнообразных причин того пристального интереса, который многие западные писатели проявляли к психологическим теориям.

*Дмитрий Пунда* (ООО «Наукомп — технологии моделирования»). **Когнитивные технологии и проблема управления социальными системами.**

Затянувшийся кризис последних лет показал, что в своей основе он является кризисом потери управления экономикой и эффективности регулирования рынка. Основные регуляторы рынка (самоорганизация, а также нормы и институты регулирования) продемонстрировали полную несостоятельность. Сегодня мы наблюдаем попытки управления властных регуляторов в отсутствие действенных инструментов такого управления.

Поиск «правильных законов» самоорганизации, развития общества (социальных систем), построение прогнозируемых его сценариев и тенденций всегда были и будут главными инструментами и развития, и устойчивости общества. Равно как развитие и применение интеллектуальных систем обеспечения управления информационной и иной инфраструктурной устойчивостью, совершенствование социальной среды (таких систем и технологий обеспечения управления, как ИТ, современные сетевые мультиагентные системы, коллективные технологии управления, технологии «отбора лучших управленцев и оптимальных моделей», психологические методы управления и иные подобные). Но адек-

ватные теории и эффективные технологии обеспечения управления позволяют в лучшем случае выйти на предельные природные возможности человека управлять, но не увеличить эти ментальные предельные возможности его управления, что сегодня необходимо.

Таким образом, с одной стороны, сложность современного кризиса требует управления той частью (технологиями) рыночной экономики, которые не регулируются, с другой стороны, даже упрощение сложности требует управления. Нужны технологии, увеличивающие предельные природные возможности управлять. Такие когнитивные технологии управления можно строить способами и средствами разделения функций управления на уровне мышления, для чего необходимо представлять мышление человека при осуществлении им управления.

Из всего этого мы вправе заключить, что сегодня необходимо передовые «коллективные» интеллектуальные ИТ-системы и иное обеспечение управления и регулирования дополнять «индивидуальным» когнитивным инструментом для руководителя. О развитии общества как переходе от регулирования деятельности общества самоорганизацией к ее «функциональному системному» управлению говорили еще XX веке многие разработчики синергетической и когнитивной наук (например, С. П. Курдюмов, И. Р. Пригожин, К. Майнцер, П. К. Анохин, Дж. Миллер и др.).

*Ольга Щербакова* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Качественный подход к исследованию когнитивной феноменологии.**

Доклад посвящен рассмотрению текущего состояния качественных исследований в мировой психологии и социальных науках, обсуждению конкретных возможностей применения качественного инструментария для изучения идентичности и когнитивной феноменологии, а также методологической рефлексии над проблемными зонами качественной парадигмы и возможностями преодоления существующих ограничений. Кроме того, внимание уделяется обсуждению вопроса об особом статусе качественных исследований в психологии и типичных заблуждений в отношении качественных методов.

*Брайан Роджерс* (Оксфордский университет, Великобритания). **Восприятие глубины, искусство и иллюзии (3D Perception, Art and Illusion).**

Лекция Брайана Роджерса была проведена совместно с кафедрой общей психологии СПбГУ и прочитана на английском языке.

Брайан Роджерс — профессор Оксфордского университета, руководитель департамента экспериментальной психологии Pembroke College. Известен своими работами в области зрительного восприятия,

ученик и соратник Ричарда Грегори. Является основателем одной из самых серьезных и известных исследовательских групп в области зрительного восприятия; при содействии профессора Роджерса в Великобритании открыта и оборудована сеть лабораторий, занимающихся бинокулярным зрением, восприятием движения, регистрацией движений глаз. Профессор Роджерс является редактором ряда авторитетных научных журналов (Nature, Experimental Psychology, Vision Research), а также экспертом научных фондов (NIH (USA), NATO, The Wolfson Foundation); состоит более чем в десяти научных сообществах (среди которых Experimental Psychology Society, Brain Research Association, Biotechnology and Biological Sciences Research Council). Часто выступает в качестве приглашенного докладчика на международных симпозиумах, сотрудничает с радио и телевидением.

**Ольга Драгой (НИИ психиатрии Росздрава). Реорганизация языка при поражениях мозга.**

После локальных поражений головного мозга реорганизация мозгового субстрата, вовлеченного в речевую деятельность, может затрагивать как зоны левого (обычно доминантного по речи) полушария, так и все правое полушарие мозга. Рассмотрены факторы, определяющие функциональную успешность каждого из видов реорганизации, а также влияние различных терапевтических методик на ее характер; представлены данные фМРТ-исследований, проводимых с участием русскоязычных пациентов с афазией на базе Центра патологии речи и нейрореабилитации (Москва).

**Алексей Редозубов (прикладной математик, разработчик систем искусственного интеллекта). Разгадка тайн юмора с позиции теорий адаптивного управления.**

Построение сильного искусственного интеллекта неразрывно связано с созданием теории, описывающей природу человеческих эмоций и архитектуру того, как эмоции участвуют в процессах мышления и формирования поведения. На сегодняшний день наиболее востребованный подход — это трактовка эмоциональных оценок как оценок качества ситуации, необходимых для механизма обучения с подкреплением. И теория Анохина, и информационно-потребностный подход Симонова, и когнитивный диссонанс Фестингера — это частные случаи общего принципа.

Такой общий подход исследуется в теории адаптивных критиков. Определенные успехи достигнуты в направлении, описывающем механизм формирования эмоциональных оценок в онтогенезе. Развитие этих идей в рамках модели адаптации к окружающей среде позволило дать очень интересное толкование красоты и гармонии, приложение

к механизмам адаптации в социальной среде позволило описать природу смешного. Все это в совокупности привело к достаточно убедительной концепции объяснения юмора.

*Александр Хомяков* (руководитель исследовательского проекта Art-Brain). **О происхождении сознания в процессе формирования речи.**

Основная особенность человека — это возможность оперировать вне наличной ситуации, то есть осуществлять перенос во времени. Это тот рубикон, который даже при всех натяжках не могут преодолеть высшие приматы. В то же время возможность управлять речью в воображении, оторванном от наличной ситуации, является уверенным признаком «осознанности». В докладе показано, каким образом могла возникнуть способность к отвлеченной речи, одним из следствий которой и является возникновение сознания, а также чем еще речь человека принципиально отличается от коммуникации животных, чем обоснован речевой взрыв у детей.

В докладе обосновывается сознание как процесс формирования мозгом модели среды, в которой он действует, в том числе возникновение модели Я (как тела, личности, мысли) через отражение ее в социальной речи. В результате сознание (ментальное) возникает как эффект двухкомпонентного процесса распознавания мозгом среды и самого себя как формула «Я знаю, что Я вижу». В докладе рассматриваются структура сознания и некоторые эффекты, такие как время и свобода воли, которые данный подход позволяет объяснить лучше, чем другие. Данный подход также позволяет исследовать сознание как физический процесс, устанавливая нейрофункциональные корреляты сознания.

*Святослав Медведев* (Институт мозга человека РАН). **Современные методы нейровизуализации.**

Несмотря на то что первый позитронно-эмиссионный томограф появился в нашей стране более двух десятилетий назад и приблизительно столько же в мире существует функциональная магнитно-резонансная томография, до сих пор очень большое количество не только врачей-практиков, но и ученых, исследующих мозг человека, имеют об этих методах достаточно туманные и иногда просто неправильные представления. Существуют международные данные, что около половины медико-биологических публикаций содержат те или иные погрешности или прямые ошибки в области обработки результатов. Все это связано с тем, что при кажущейся понятности и наглядности результатов часто нужно «не верить глазам своим». В выступлении предлагается обзор современных методов нейровизуализации, приводятся примеры правильной обработки и того, какие выводы о работе мозга можно сделать. Обсуждаются достоинства и недостатки различных методов.

*Валерия Гершкович* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Ошибки памяти: механизмы возникновения ложных воспоминаний.**

В когнитивной психологии широко известны так называемые иллюзии памяти — случаи, когда отчет человека о прошлом опыте серьезно не совпадает с реально произошедшим событием. Доклад посвящен обсуждению механизмов возникновения ложных воспоминаний. В ходе выступления рассмотрены экспериментальные психологические исследования, проводившиеся на материале задач выбора.

*Сурен Золян* (Институт философии НАН Армении). **«Бесконечный лабиринт сцеплений»: семантика текста как многомерная структура.**

При обращении к семантике текста необходимо учитывать его существенное отличие от других единиц языка. В отличие от высказывания текст не имеет фиксированной прагмасемантики, он не зависит от определенного коммуникативного контекста. При этом текст предполагает семантизацию применительно к множественным областям референции (возможным мирам). Это предполагает описание семантики текста как такого отношения (функции) между множеством возможных миров и множеством возможных контекстов, при котором высказывания-конституенты истинны. Тем самым текст выступает как своеобразный аналог понятия модели или модельной структуры С. Крипке. Это операция, соотносящая пропозиции и возможные миры внутри той модельной структуры, которая формируется самим текстом, а также путем соотнесения с возможными контекстами его актуализации. Л. Толстой прекрасно метафорически выразил эту идею: «бесконечный лабиринт сцеплений». Текст мультисемантичен, и эта метафора показывает, что его семантика не может быть сведена пусть и к сложной, но линейной структуре. Семантика текста должна пониматься именно как бесконечное множество возможных интерпретаций — межмировых отношений.

*Елена Ерофеева* (Пермский государственный национальный исследовательский университет). **Социальные структуры в пространстве ментального лексикона.**

Ментальный лексикон напрямую связан с картиной мира, семантические связи в ментальном лексиконе определяют границы категорий. Характер этих категорий чрезвычайно разнообразен, и категории социальной жизни также находят свое отражение в ментальном лексиконе. Категории социальной жизни — это те социальные структуры, в которых так или иначе функционирует человек, а также его социаль-

ные взгляды и ценности. Социологи обыкновенно изучают их путем анализа социальной активности либо путем анкетирования, интервьюирования. Однако не все аспекты социальной жизни человека можно эксплицитировать, поскольку далеко не все они являются осознанными. Изучение таких проблем можно производить и изнутри, исследуя имплицитно заложенные в ментальном лексиконе социальные структуры. Социальные идентичности и ценностные установки отражаются в ментальном лексиконе через актуализацию лексем, описывающих близкие группе представления и ценности, то есть единицы, связанные с обозначением фрагментов реальности, которые являются ключевыми в социальной жизни данного человека, более активны в его внутреннем лексиконе. Это отражается в актуализации семантических полей, связанных с описанием социальных групп и их признаков, а также через большую детализированность соответствующих полей.

В докладе рассматривается отражение социальных идентичностей и социальных ценностей в ментальном лексиконе трех групп информантов: русских, коми-пермяков и татар. Предметом анализа является структура семантического поля «человек» (актуализация в нем социальных, биологических и психологических аспектов жизни человека) и реализация ценности «страна».

Анализ семантических полей и групп слов, реализованных в психолингвистических экспериментах (актуальный лексикон, перечисление слов группы), показал, что группировка реакций по семантическим полям отражает сущностные, глубинные структуры ментального лексикона и позволяет выявить закрепленные в них социальные идентичности и ценности: для русских ведущими признаками в идентичности оказываются личностные, для татар — социальные, а для коми-пермяков — биологические. При этом у разных групп информантов они оказываются отличными друг от друга (когда речь идет о русскоязычном лексиконе), а при смене языка у билингвов наблюдается перестройка лексикона. Структура актуализации ценности «страна» также оказывается разной в зависимости от группы информантов и языка репрезентации: ценностный концепт состоит из разных составляющих, строится на актуализации разных смысловых компонентов.

## ВЫСТУПЛЕНИЯ И ДИСКУССИИ



*Роджер Пенроуз*

Оксфордский университет, Великобритания

**Нужна ли новая физика, чтобы понять мозг? Почему я не верю, что можно создать мозг на основе существующих теорий искусственного интеллекта<sup>2</sup>**

Open Lecture

*Roger Penrose*

Oxford University, United Kingdom

### **Why New Physics Is Needed to Understand the Conscious Mind**

*Tatiana Chernigovskaya.* It is my great honor to present Professor Roger Penrose. We are so lucky to have you here and to have a wonderful opportunity to listen to your talk. Of course, the audience is well acquainted with your papers. Even our students read it, to say nothing about us. Your views are so intriguing because you argue that conscious-

---

<sup>2</sup> См. запись лекции и дискуссии на английском языке: Открытая лекция Роджера Пенроуза — «Нужна ли новая физика, чтобы понять мозг? Почему я не верю, что можно создать мозг на основе существующих теорий искусственного интеллекта» (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 223) // Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 27.03.2013. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/nuzhna-li-novaya-fizika-ctobu-ponyat-mozg> (дата обращения: 08.07.2021). Редактуру англ. текста выполнил д-р философ. наук А. Родин.

ness is the most difficult topic in cognitive science and even in physics, and it is something that needs quantum interpretation. Otherwise, it looks like we face a gap which is unbridgeable. This audience includes physicists, psychologists, students of many faculties of the University and researchers from the Academy of Sciences. It is multidisciplinary, but I think well-prepared. Before you begin, I'll give the floor to Michael Wright who is the director of the Archive Trust of Mathematical Sciences and Philosophies.

*Michael Wright.* Thank you very much indeed and before introducing Roger, I have just wanted to say a few brief words of thanks and recognition to the people both here at the Smolny Academy in Saint Petersburg and further afield in the Russian Federation who have enabled this event to take place. I would particularly like to thank your Dean Alexey Leonidovich Kudrin; and I would also particularly like to thank Director Valery Mikhailovich Monakhov; Vice-Dean Denis Nikolaeovich Akhupkin and dear Professor Tatiana Vladimirovna Chernigovskaya who has just introduced me. All of these people helped to make this event possible. I'd also like to particularly thank my friends Andrei Rodin and Marina Kravtsova who have taken such a key part in the organization.

And before introducing Roger, I must mention somebody who is not here tonight, but who has played an absolutely key part in Roger's visit to Russia, and it is Doctor Dmitri Gennadievich Pavlov of the Institute of Hypercomplex Systems in Geometry and Physics based on Fryazino in the greater Moscow area. It is almost entirely as a result of Dr. Pavlov's untiring efforts in support of science education, both here in Russia and further afield that Roger Penrose and his family are here in St Petersburg as your guests tonight. And it is very much thanks to his efforts and this generous commitment of personal resources that this visit has come about, and I would like to pay tribute to his decisive role in making tonight's event possible.

As Tatiana has already told you, Roger Penrose needs no introduction, and I would be quite unqualified to give such an introduction. Fortunately, his own achievements speak for him far more eloquently than I can do. I will, just before introducing him, say that one of the hallmarks of his entire scientific life has been a readiness to go against the grain of conventional wisdom and the consensus of opinion in any field, when his own considerations about the subject pointed towards a new and different way of looking at things. And with that remark, I hand you

over to Roger Penrose, who will speak to you on the question that is new physics needed to understand the mind.

*Roger Penrose.* Thank you very much, Michael. And it's a particular pleasure and honor for me to be back in St Petersburg. The last time I was here was in 1971, I think when it was called something else. And one of the special reasons that I'm greatly honored to be here is that my great grandfather used to live here. And my grandmother on my mother's side, also who wasn't actually born here, lived from a quite a young age in St Petersburg. And I was trying to make sure I knew exactly where the house was in case I was interested in looking for it. And I knew it was in the street where presently the US consulate is. I have only just learnt the other day from my niece that the house is where the US consulate is now located.

Before I begin, I want to say something. I hope that people aren't too expert on my ideas, because a lot of things I want to say here will be things I've said many times before, so I apologize for that.

The title of my talk is "*Why New Physics Is Needed to Understand the Conscious Mind*". I'm being quite definite here; I think that it is needed. My explanation for why it's needed is the basis of the talk.

Well, I don't know too much about consciousness, I don't think many people do. So that's probably not a disadvantage for me, but I do want to concentrate on one aspect of consciousness and provide a lot of points here that are relevant to consciousness. It has many manifestations, some of them are passive and some of them are active. You see, the thing that philosophers called qualia, such as redness and pain which are conscious feelings, are the active things. And free will is that.

I want to concentrate on the word "understanding", which I do regard as a manifestation of consciousness so that if a computer or a computer-controlled robot were capable of understanding, it would have to have consciousness. The argument I'm trying to make uses three English words. I hope there are good Russian equivalents. These words are words that I would hate to have to define and in fact, I wouldn't know how to define them. They are the following: "understanding", "intelligence" and "awareness". As a mathematician, I'm allowed to talk about things that I don't understand, provided I can talk about connections between them and maybe something implies something else.

I would say that the word "intelligence" does require "understanding". It seems to me that it doesn't make too much sense to say of an entity that it is genuinely intelligent if it doesn't understand anything.

So, understanding seems to be something that one would need to be intelligent. Now, the word “understanding”, it seems to me also, but I don’t know what either of these words really mean, is something which does require awareness. I think it’s unreasonable to say something genuinely understands something, if it’s not even aware of it. I mean the normal usage of the word and people talk about computers and say: “Does my computer understand this?” They don’t mean understanding in a different sense. The sense I mean is one which does imply that there is some awareness present so that a genuinely understanding entity would have to be aware of it, of what it’s trying to understand. If understanding can be shown to be beyond computation, and that’s the idea, then intelligence is not a matter of computation, and moreover, certain aspects of awareness, and perhaps all of them, are beyond computation as well. Therefore, I’m going to address the question of whether this is a thing that AI people, people who work in artificial intelligence, often say: does the robot have consciousness or something? And they might argue that it has, or it hasn’t. But it seems to me it doesn’t understand something. And if it understands something, I would claim, in the ordinary sense of the word, it really would have to have awareness. It’s relevant.

For example, if you want to build a robot, and send this robot to a distant planet, people often say that “well, wouldn’t it be wonderful, you don’t have to send a human being out there”. And the key thing is you could just leave it there. You don’t have to bring it back. It seems to me that if that robot actually did have awareness, you would have, if it was really conscious, a responsibility to bring it back. We’re a long way from that anyway, but an issue that would be relevant is whether that robot, if it really was intelligent, did have conscious things that you need consciousness for to behave, then it would not solve your problems about not sending humans unless it happened to be very small and was therefore cheaper, I suppose. But those are issues that one has to think about.

Okay, well, let me start by talking about something that we know computers are very good at — playing chess. We know with Deep Blue and all these things that computers can play wonderful chess. We partly know why because they compute move after move, after move, after move, and so on. There are the so-called Turing tests where they might have a lot of computers and people, and you have to try and distinguish one from the other. One way to do this would be to give these things a lot of chess problems. And this was done by William Hartston and David Norwood several years ago. They devised a significant number of

chess problems, half of which were easy for human beings and difficult for computers. And the other half were easy for computers and difficult for human beings. And this was a very good example of a chess position where White has to play a draw. You don't have to know much about chess, I'm not an expert in chess, and I can pretty well see how to do this one. Whereas if you give this to a computer, we have almost a barrier of pawns, except there's a gap here. And you notice that there's a great advantage in the Black pieces. They have two extra rooks. This should be a hopeless position for White, but all you have to do is block, bring the bishop there, and then you have a completely impenetrable barrier and the black pieces can't get across. As a result, there's no way you lose the game. I don't know what the status is now because this is quite an old problem, but if you gave this to a chess computer it would take the rook. Well, the point about this is not so much whether the computers eventually can solve these things, but it was easy to tell the people from the computers. Half of the problems are easy for humans, half for computers and it was easy to tell the computers from the humans. This is just telling you that whatever humans do is completely different from what the computers do.

Now, there is a problem with chess, it is a finite game. You could imagine, with a little bit more development of computers, that they could completely work the game up from beginning to end. And so that it would be solved in any chess position whatsoever. The computer would know the right moves... "know" is the wrong word. I shouldn't use that word. The computer would be able to make the right move and know when a position was winnable. In order to make the distinction a little bit more precise, I want to talk about things which are infinite. Chess is a finite thing and maybe someday it will be completely solved by computers, but mathematics is often about the infinite. How might computers be able to deal with the infinite? Well, with human understanding we can often deal with infinite issues. I mean, we can't necessarily always deal with infinite things, but we often can.

I'll give you a simple example of how we can deal with infinite things, and in a completely reliable way. It's one of the most elementary ways we do this, and it's learnt in school as one of the most basic procedures, which is what's called mathematical induction. I'm talking about the non-negative whole numbers: 0-1-2-3-4. And that clearly is an infinite sequence of things. If you want to prove a proposition, which depends on 'n', an example might be the number expressible as the sum

of four square numbers. That's a famous theorem due to Lagrange where every number is the sum of four square numbers. I don't quite know how you prove it directly this way, but this is the way you often prove things. If you wish to prove that  $P(n)$  is true for all natural numbers, first of all you need to establish that  $P(0)$  is true. And then you show that if it is true for 'n', then it's true for 'n plus one'. These are two things you can do. It's completely finite, you do this and automatically you have 'P' for 'n'. You could prove an infinite number of things by doing a finite number of things. This is very common in mathematical proofs. You have procedures which can be finalized, can be checked in finite ways, and, nevertheless, can establish things to do with the infinite numbers of things. This is what's called First-order Peano Arithmetic if you include ordinary logic together with this principle, but let's not worry too much about that.

But I want to raise the question here: are computational rules such as those provided by ordinary mathematical induction sufficient for establishing the perceivable truth in arithmetic? And there's this famous result of Kurt Gödel which says 'No.' And I want to put this theorem of Gödel's in a particular way, which is the way I want to use it. People often phrase it in a different way. We're talking about natural numbers, and we might have propositions about natural numbers, such as every natural number is the sum of four square numbers, for example, or every even number above two is the sum of two prime numbers. The first one has been known for quite a long time, due to Lagrange. The second one is still unknown. We have examples and you can make some which are very easy. The Lagrange theorem is not so easy. The Goldbach conjecture where every even number above two is the sum of two prime numbers is so difficult that we don't yet know whether that's true for sure. But what does Gödel's theorem say? Let's suppose you have some system of theorem proving rules, they might be your axioms. The key point about these is that they are things that could be checked by a computer. I'm not asking that the computer should be able to find them; the computer can only check whether you have actually used these rules correctly. Whatever they are, I suppose that we have a set of rules 'R', which enable you to prove propositions about natural numbers.

And I want to say that let's suppose we trust R, we look at the construction of R and say that it seems alright. And the computer program says yes, that is a genuine proof. What is it going to do? You produce a very specific statement that looks at R, in fact a computational proce-

ture, and you can construct a statement  $G(R)$  which, if we believe in the validity of  $R$ , if we do trust  $R$ , then we must trust  $G(R)$  to be true. And you can see that it's not hard. It is very subtle, of course, but not hard. If you trust  $R$  to give you only truths, then you must trust  $G(R)$  to also be true. However, you can see by the way you construct it that it cannot be proved using  $R$ . Therefore, the rules that we use to understand the truths of statements about natural numbers are not encodable in any  $R$  that you can construct and believe in. There are possible loopholes to that, but if you trust  $R$  and you know how to go through this, it is pretty straightforward. I mean, the question of really whether you trust it depends on  $R$ . But if you trust  $R$  then you must also believe that  $G(R)$  gives you a truth, and you must also believe the  $G(R)$  is not attainable by  $R$ . So how do we know  $G(R)$  is true? We just follow the argument you can see it's as I say, I could have given it to you.

Sometimes people say these things are so incredibly complicated that why bother with them? Well, I'm going to show you that this is not a fair way of dealing with it. I gave you here the procedure of mathematical induction and that gives you a perfectly well-defined  $R$ . If you have this, can you prove the following thing? Well, I'm going to give you a procedure and this is a theorem due to Goodstein proved in 1944. And I'm just going to illustrate it with a particular example, but it applies to any natural number whatsoever. I'm going to take 1077 and what I'll do first is express this in binary form. So, you've got one,  $2^{10} + 2^5 + 2^4 + 2^2 + 1$  — this binary number. What does that mean? Well, each of these numbers represents a power of two. It means 1024 plus 32, plus 16, plus four, plus one. Any natural number is always a sum of distinct powers of two. And that's what a binary expansion is about. We have done that and there's nothing controversial. But then you might say: "Well, I haven't done this, I haven't put these things in binary. I've used ordinary decimal notation for that". Let's write those as sums of powers of two as well. What's 10? Well, it's two cubed plus two, that is eight plus two; five is two squared plus one, four is two to the two and so on. As you can see, I've done that. And then you say, Well, I haven't really finished because look at that three up there. I should write that as two to the two plus one. So, that is three is two to the one plus one. Okay, so you might have to make towers which are bigger than that, because I might get some more numbers here which weren't written this way. But after a point it'll come to an end and the numbers will be expressed in this sort of way. Now I want to define two procedures. The first procedure takes the twos

and replaces them by threes. Okay, that number has gotten enormously larger, but it's a perfectly well-defined procedure. That's procedure A, and procedure B is subtract one.

Application of A makes the number larger, subtracting the one makes it just a little bit smaller. Okay, now I do this again. Procedure A replaces all the threes by fours. This is larger again, subtract one. It's a little difficult now because there isn't a handy one sitting at the end, but it's like subtracting one from 10000, which gives 9999, okay? Well, you can do that. And then you will replace all the fours by fives, subtract one, and so on. It's a perfectly well-defined procedure. The numbers get larger and larger. We started with 1077, then they get bigger and bigger. Where do they get? Zero!

Every number you start with, no matter how big, you end up with zero. That's Goodstein's theorem that you always get zero, whichever you start off with. And it's a theorem more recently due to Harrison Kirby that you cannot prove Goodstein's theorem using these procedures. It is an example of a Gödel theorem, which is simple enough that you can explain it to somebody who's not a mathematician. You just have to know what exponents mean. This is very remarkable result. I would not recommend you go home and try using it on your home calculator. And why don't we try four? I would not recommend using your home computer. I would not recommend using the university mainframe. I would not recommend using any computer. The number goes up absolutely enormously before it starts to come down again. And you might say, well, how on earth you know that this must be true? Well, the actual ways it is proved is using something called transfinite induction, but you could sort of get a feeling for it when you play with it for a bit. You see what happens is you have these big towers of exponents. And there's a lot of stuff going on down here and then it hits where you should keep subtracting one then it hits another one of these and then that tumbles down and tumbles down, and eventually hits the bigger ones. Can you see why it's going to get smaller and smaller? It's a bit of a subtle reason that it always works. But it's not a very difficult piece of mathematics once you know the right things. So okay, it's certainly true.

*Unknown spectator.* Sorry, is there a limit of this sequence?

*Roger Penrose.* Yes, you get zero if you keep on doing this procedure. AB, AB, AB, AB, AB, and so on, and eventually you get zero. It's hard to believe, but you do get zero. Try it with three and it's not so hard to see why you get zero and then try it with four. And maybe you can

convince yourself it will give you zero eventually. That's good enough. But it's more subtle than that, clearly.

Even though these numbers look as though they're going up and up and up, it's a good variant of the Achilles and Tortoise example. You see, the Tortoise wins, eventually, subtracting one. But in the end, it is an incredible length of time. The factor of the incredible length of time is quite important. Let me leave you with that thought. I'm not going to prove it here, but I'll leave you with that thought.

How do we know that  $G(R)$  is true, if you even follow through the argument? It's one of these arguments that turns on its tail. And you can see it is a subtle argument, and it depends on a sort of coding things in a certain way and then assigning numbers to the codes and so on. But the actual logic involved is not that difficult when you get it, but it's not worth my time to explain here because I think it would take too long. You might say what does this tell us from understanding in relation to computers? Well, it seems to me that it's telling us that we do not use something like  $R$  to establish mathematical truth. How we know certain things are true in mathematics are by using understanding, and they can be used in subtle ways. And understanding whatever it is, is not something that you can encode in a computational procedure. Now that's what it tells me and of course a lot of people don't like that, particularly if they are working in Artificial Intelligence. As a result, they try and find ways around it.

Let me provide you with some of the arguments against it. The arguments my colleague raised against the Gödelian case is that we are non-computational beings. The errors argument is interesting because this was Turing's reason. Turing is a very interesting example, because in his early work before the war, the Second World War, he actually did try and explore things more general than computers. It didn't get him very far. They are very interesting ideas, but the fact that he was trying to do that suggests he was exploring the possibility that there might be things that you could talk about sensibly mathematically, which went beyond what we understand by computer today. But then during the war, and later, he became so engrossed in the ideas of what computers can do, that he seemed to have changed his viewpoint. He took the view that the argument I just gave you is more or less this one, the errors argument, that human mathematicians make errors. Therefore, the rigorous Gödel type arguments do not apply. I personally think this is a very unlikely let out. And let me just give you a quote from Turing, actually from a

lecture he gave to the London Mathematical Society in 1947. He said, “if a machine is expected to be infallible, it cannot also be intelligence”. There are several theorems that tell you what he meant basically. These theorems say nothing about how much intelligence may be displayed if a machine makes no pretense of infallibility. He thought that it’s really the fact that humans make mistakes that make them superior. Now I find that very implausible for various reasons. And one of them is that the errors can be corrected, and others can correct us and say: “Oh gosh, that was a mistake”. It’s a sort of an inbuilt thing that you can’t see the errors that human beings make.

I would say people who were least rational human beings are correctable by the mathematician or by some other persons. Also, it’s easy to make computers make mistakes. It seems to me that this isn’t a very good argument. I have tremendous respect for Turing, but I do find this to be not a very plausible explanation. You can make computers make mistakes and it doesn’t make them superior.

What about the other ones? The extreme complication argument that the algorithms governing human mathematical understanding are so vastly complicated that their corresponding Gödel statements are completely beyond reach. Well, I also find that rather implausible. You might refer, for example, to Euclid’s famous proof that there is no largest prime number: you multiply together all the primes less than that number and then construct a prime which is either bigger than that, or you’ve left it out. It’s quite a straightforward argument. Then somebody might come up saying: “Well, some of those numbers might be so big, that you will never be able to write them down in the observable universe”. I mean to a mathematician it’s not enough, so it seems to me that the complication argument doesn’t go through.

The other argument is ignorance. Now this is a better argument. This is in Gödel’s own letter. I should say that Gödel would be on my side in this argument in a sense. He would be on my side because he was really taking this point of view as saying that we are not computers. However, he took the point of view that the mind was something beyond the brain. And that I’m not doing. I’m saying that the brain, whatever the mind is, is a feature or manifestation or something of what the brain is doing. And so, I have a different way to this, which I’ll come to shortly. But I think that there is something else in this argument that you have to take seriously, namely, that you don’t necessarily know  $R$ . In order to construct  $G(R)$ , you have to know what  $R$  is. And you have to believe it.

Gödel's view was that maybe there was some fantastically complicated algorithm in our heads. And that was something we couldn't know. Now there's real trouble with that sort of argument, which has to do with his discussion here.

This is a cartoon from my book *Shadows of the Mind*, which I drew to illustrate various things, but the idea is if there was some such complicated algorithm or something in our heads, how on Earth could it have come about? It has to be able to handle the Goodstein theorem, for example. And the Goodstein theorem requires going to numbers which are so ridiculously enormous that our ancestors would certainly not have encountered them or even considered them. So how is it? And this is the more general argument here, and I'm trying to say that it's no selective advantage to be a mathematician. And I think that's probably true now, it's true now as it ever was. But here you see, I have this poor fellow who's evidently a mathematician, proving some quite subtle theorem, actually. He's so engrossed in what he's doing that he's not going to notice that he's going to be eaten by a saber-toothed tiger any minute. So, we're cousins over here doing more directly useful things with our understandings, like growing crops and domesticating animals and building houses, mammoth traps and things like that, which evidently were useful to their evolution. Whereas to do sophisticated mathematics of the kinds of the Goodstein theorem has no advantage whatsoever, as far as I can see, with regard to the kind of development of consciousness, understanding and so on. It is something quite different. Consciousness and understanding were something which evolved, which was of a selective advantage I'm sure, but it was not to enable us to do sophisticated mathematics. That seems to me not the reason for it at all.

I really don't see how this very sophisticated algorithm could conceivably have come about by natural selection, and that applies to both of these arguments. Let me just leave you with that. I'm prepared to say these arguments do seem to me to suggest that there is something fundamentally outside computation going on in our brains. And it also involves, specifically, conscious understanding.

Well, there is a question here of where do we draw the line? Some people say, "Oh, well, all you've done is shown that mathematical understanding is not terribly important, or something". Well, if that's non-computational, what does it say about the rest of the world? You see, I don't have to think that there's anything very specific about mathematical understanding, beyond understanding generally. It's just a feature of

our ability to understand whatever it is, and I said, I don't really know what understanding is. But whatever it is, it has tremendous power in our evolution. And it's not just mathematics because I can prove something in mathematics. It's not because I think of it being specific to mathematics at all, which I certainly do not.

What about human consciousness? Well, I do think that's an important aspect, but then you might draw the line somewhere else. What about animal consciousness? I would hate to draw a line between these two. It seems to me that animals, many of them at least, are so much like us. I'm not drawing a line between mathematicians and non-mathematicians, certainly. And I'm not drawing a line between, you know, human understanding and human consciousness. However, I would be prepared perhaps to think of drawing it between animal consciousness and life. Therefore, I would regard consciousness to be the key issue.

Well, we really do need something outside computation. So, that's what I'm saying is beyond computation. Now, if you believe as I do that whatever is going on in our heads, and consciousness being something I would believe is going on in our heads if you like, there is physics involved. And then you can ask questions about what kind of physics might be beyond computation. And there are question you can raise here. It's not absolutely clear, but it is classical particle physics and classical field physics. People do wonderful simulations of classical physics. One thing you perhaps have to address if you're doing a mathematical demonstration of something is whether the fact that most physical theories depend on the continuum that is to have continuous numbers are not just discrete, whereas computers, as we understand them depend on the discrete. Is that difference an important one?

I don't think it is. I think one could make an argument that it's not important. Turing himself did, I think fairly convincingly, and said that the distinction is not really there. What about quantum physics? And I'll say something about quantum mechanics. Do we need to go beyond quantum physics? Well, I'm going to try and say that quantum physics as we know, it is like these other kinds of physics, is basically something computational. And it uses continuous parameters rather than discrete ones. If that's not important, and I'm trying to say that it's not the important point, then we have to go beyond quantum physics. Which is pretty outrageous because I find that people are already balking to some extent when you talk about the quantum physics being important in brain

action already. I think I'm saying something more outrageous, namely, that we're having to go beyond quantum physics.

Can you have a non-computational physical theory? That again is something that people are sometimes balking at, they say: "Well, if you have a good physical theory, surely you could put it on a computer". That is not true. Well, I'm going to give you a toy model. This is a toy model universe, which is definitely not computable. It happens to be deterministic, but that's another separate issue, whether it's deterministic. But this particular example I'm going to give you is deterministic and it is provably non-computable. It's not realistic. I'm not making any argument that this is a realistic model. But let me tell you what it is. It's based on finite sets of what are called polyominoes. These are plain shapes built from equal squares joined along the edges. And here's some examples of polyominoes. Now, let me just first of all, say what you might do with them, and this is what I'm concerned with. These are equal size squares in the plane glued together along the edges. And here's an example of one and the question is whether you can cover the plane without any gaps or overlaps? And that cross shape? Yes, indeed, I can do it. What about that shape? That table shape thing? Yes, indeed, you can do it. What about this shape? No, you can't, you always find there is going to be little holes and it doesn't work. What about this shape? No, you can't. But if you had both of them, yes you can. And that's a way of doing it. What about this shape? Well, yes, you can see that works. Now, it's a theorem proved basically by Robert Berger that there is no computational procedure if you're given a set of polyominoes to decide by computer whether or not it will tile the plane.

And that depends on examples like this one where I have three shapes, and they will tile the plane. And you can see here, well, it's not an infinite tiling, but that can be extended to infinity. And I would challenge you to see how that's done. It has the property that if you take those three shapes, there is no way of tiling the plane which is periodic, it will always not be periodic. And if you look at that you can't see any way that it repeats itself. It never repeats itself. And it's the existence of these things which never repeat themselves, which make it a non-computational problem. You could make use of that to construct a toy model universe, which is what I'm doing here, as I say totally unrealistic, but that's not the point. The point is that you can do it. And this particular model, the state of the universe, is going to depend on some kind of enumeration  $P_0, P_1, \dots, P_k, \dots$  of all the finite sets of polyominoes.

Now, I sort of made this up randomly, but you could have either the vacuous set which certainly won't tile the plane, or the single square and it certainly will.

Never mind what the model is, when you have a discrete time where  $t$  equals zero and goes 1, 2, 3, 4, like that, the state at any time is given by one of these sets of polyominoes and a natural number. And then you start with  $P_0$  naught, and the evolution is given by the following rule. If at time  $t$  the current state  $P_k$  is such that it tiles the plane then at time  $t + 1$  the new state will be  $P_{k+1}$ . If at time  $t$  the current state  $P_k$  is such that it does not tile the plane then at time  $t + 1$  the new state will be  $P_{k+2}$ . It's a pretty stupid rule for the universe, but the part about this is not that it's a sensible universe, rather it is because of the Berger theorem. There is no simulation of this universe, there is no computational simulation of it. And that's the point. Now, I have just been able to construct this artificial model. Who's to say whether the laws which actually govern our actual universe, are something like this, in detail, that there is no way of simulating it with a computer? Well, I'm trying to claim that there is such a thing. And our own universe is like that. It may not be deterministic, but it's non-computable.

It has something to do with quantum physics or beyond quantum physics. Now, let me explain about quantum physics because I'm not going to assume that people here know quantum theory backwards. I'm going to explain it perhaps slightly backwards, but nevertheless this is quantum mechanics. I'm just going to illustrate two very basic features of quantum mechanics. We know about things sometimes behaving like particles and particles sometimes behaving like waves, or waves behaving like particles, and here we have two experiments. We have a laser emitting individual photons and a half-silvered mirror or more technically, it's a beam splitter. And the photon might go this way, or it might go this way. And we have detectors here and apart. But the particle characteristic of that is either this one registers the photon or this one registers the photon, never both of them and never neither of them. It's one or the other. It's an exclusive all. That's a particle-like behavior. However, what you could do here is something a little more sophisticated — it's called the Mach — Zehnder interferometer. Here we have a beam splitter again, on the mirrors here and here and another beam splitter such that these lengths are equal, this is a square in there. And you might say, well, if it's like a particle, the particle might go this way. And if it goes this way, then it might go this way or this way. If it goes this way,

it might go this way, this way. So it's going to be 50% chance of this and 50% chance of that. That's not what happens. What happens is that it's always this one that detects the photon. And to understand that, well, now you don't think of it as a particle, you think of it as a little wave, and the wave gets split. And then the waves add up this way, and they cancel out this way. And so you can understand it. If it's a little particle, which has got ripples, it's like a wave. Okay, I would say a wave packet would be an explanation for this one, but it doesn't work for this. You go back to this one, suppose it was a little wave. And when it hits this thing, there's a 50% chance of activating and when it hits this there is a 50% chance. It will be either both of them registering photon or neither of them. Therefore, little waves don't explain this one. They explained that one, but they don't explain this one. So you're stuck, unless you're Schrödinger or Heisenberg or somebody. And what they do is the following that is completely crazy, but it works. You say, well, the photon does both things at once in a way which is weighted. If there were probabilities of doing one thing or the other, then you'd have weighting factors here of these two alternatives, I should say, A is that route and B is that route. And if you say that they could do this with a certain probability, you'd have probabilities here and here, but they're not probabilities. They're not even real numbers, they're complex numbers. In other words, you can plop them in the complex plane, and I won't go into the details of that at all. First of all, I'm using two letters here, U and R. What is U? U is what people sometimes call unitary evolution, it's really the Schrödinger equation. The Schrödinger equation is a deterministic evolution. It tells you what will happen to the state of the photon. As a result, the state of the photon is this thing with two things happening at once. And it has certain properties, which I'll tell you about in a minute, the most important being linearity, which I'll say. So, it has certain properties of evolution — deterministic evolution of the state. However, when you make a measurement, and that's what these detectors are doing, you do something completely different. You then look at these numbers sitting here, you see where they are on the complex plane, you take the distance from the origin, square each of them (squared modulus), and then those things are the ratios of the probabilities of each outcome. It's a completely different thing, and, in a certain sense, inconsistent with each other. That's what I'm calling R, that's the reduction of the state, U is the Schrödinger equation. I want to tell you some very specific properties that the Schrödinger equation has, which is called linearity. It means

that according to U or the Schrödinger equation, alternative A is some evolution. Whatever B does is some other evolution, and the total evolution just continues with each of them evolving in its own merry way without paying any attention to the other one.

Okay, let me give you a very simple setup, illustrating this linearity. Suppose we have a photon, a fairly high energy photon coming along, hitting a brown thing here, and it produces a whole lot of stuff. On the other pictures, B is another photon just like this one, it is a green thing producing a lot of stuff. Now, what linearity says is that you have this superposition of going this way and going this way, then whatever it does, will be a superposition of the two alternatives. This will continue to produce this stuff. This will continue to produce this stuff, and the total state is this stuff superposed with this stuff. And that's what you do in quantum mechanics. If you work with neutron interferometry or something, you do this. Schrödinger himself was well aware of the problems in his own equation, more aware than anybody else. Most people know Schrödinger's Cat. I don't know whether how happy he'd be about that, but never mind. I'm going to give you my version of Schrödinger's Cat. Here we have a photon going around coming from this laser hitting a detector and it triggers a gun, which kills a poor cat. Well, you might say that's pretty cruel. Well, of course, it's only a thought experiment. So, there's nothing cruel about it. Schrödinger's Cat was clearly only a thought experiment. But let's nevertheless even as a thought experiment, let's be a bit coming to the Cat. We'll reflect it in the mirror and the Cat is fine. What I'm going to do is replace that by a beam splitter. And then as Schrödinger tells us, the state is a superposition of alive and dead Cat. Schrödinger did not put this forward as an interesting experiment that you might try and do in the lab. No, he was saying: don't do that experiment, because he was a very humane person. And he wasn't even an experimentalist, he wouldn't have suggested such a thing to anybody seriously. He was saying, this is a pretty good demonstration that my equation, the Schrödinger equation, is not the whole story. You don't see superpositions of live and dead cats. There's something else going on. I often share this to people who are physicists, and they say, "you have forgotten to put in the environment". Okay. You have to realize that the environment is all entangled with a cat state. So, here we are, there's the environment. And let's do it with the other one. Okay, there's a cat and there's its environment a bit different, but nevertheless it's still there.

Okay, what does that do? Nothing. It might be harder to solve the equation than it was before, but you are still not any happier off since you've got a cat which is superposed live and dead. Life and death don't help too much. Oh, they say "no, you forgot to put the observer in". Ah, yes, yes, of course. There's the observer when we put the environment in this world, it makes my transparencies a little bit opaque if I do that, so let me put it there. This is the Cat, the coral, dead Cat, and the observer, and I can put the environment too, but it gets a little blurred. You can't see too much when I start doing it. There's the observer. Many might say, well, the observer's consciousness, you don't know how to treat that quantum mechanically, do you? They say knowingly. Well, I said, no, I don't. But I don't bother with that. There's a thought bubble, and the observer is obviously thinking of a dead cat, but you can tell from the expression on the observers face that he's not too happy about it, which tells you that he's conscious of a cat that is actually being killed.

And then, okay, you might have the other case. Live cats, and they're happy to see that, of course, you've put all these things together. And then we have the observers. So I could put my environments on swell if you like, but I don't think that makes you different. The observer now has a rather confused expression of superposition of happiness and sadness, but it doesn't really solve the problem. People tend to go on this route—often they do in Oxford, all the philosophers seem to like this viewpoint here that somehow is supposed to mean that the observer, either if it is one world or another world. I've never regarded this as a very clear explanation. My own view is this is it's just telling us that quantum mechanics is incomplete as Einstein said, Schrödinger evidently thought and as Dirac said. So, if quantum mechanics is incomplete, in what way might it be incomplete?

Well, as I have sort of been working in Einstein's General Relativity for a long time, I tend to think in terms of this sort of thing. I also have removed the Cat from the experiment because it seems to me that it introduces unnecessarily complication because the Cat no doubt has its own consciousness as I would maintain and if it has, then you have to know how to treat that and so on. As a result, you get stuck. But let's not do it with a cat. Let's do it with a lump of material. If the photon goes this way, it moves it from here to here. If it goes the other way, it stays put. And so you have a superposition of this lump of material in two different locations. And I'm supposing within either one it would

have been stationary; it would have just sat there. The question is, is this superposition stationary?

Now, according to linear quantum mechanics, quantum mechanics as we understand it, Schrödinger equation quantum mechanics, that would also be a stationary state. However, if we consider the space-time and here, I have a diagram of a space-time, with a little bit of a bump and it is much exaggerated due to the presence of this lump here. And one of them gets moved and the other stays put. And you have now two space-times, which are superimposed. Now I don't want to go into the reasons behind believing this, but I had ideas which were based on general relativistic principles, one of which I will mention in a minute. But here is the formula that we came up with, which is that there is a timescale for this new position, that it will only last for a time that you can calculate, and it goes spontaneously into one or the other. It's a bit like a radioactive nucleus, which will decay in some time, or it won't decay in a certain time. And quantum mechanics says in superposition averse to that there is a timescale for that superposition. It depends on the Heisenberg time energy Uncertainty Principle, on the uncertainty in the energy of the superposition. And if you try to work out what the energy of the superposition is taking into consideration Einstein's General Relativity, you come up with a formula like this. The *EG*, which I'm calling it, can be understood if these two states are simply a translation from one location to another. So, imagine it was originally here, and I move it to here. And I imagine sort of two instances of that object in superposition originally. I pulled one away from the other and I asked myself how much energy that cost me pulling against gravity, just gravity, and that is *EG*. Therefore, you can explain what *EG* is and I've got it at the bottom here. That is *EG* and this is the time scale, this is Planck's constant divided by two pi. And so that is the formula which is a suggestion that this state for good principles coming from Einstein's theory is a reasonable estimate for the lifetime.

We will come to experiments in a minute. It sort of involves gravity and quantum mechanics at the same time. People usually say in physics, well, "that's ridiculous". Quantum gravity is a subject where you have to consider things like the so-called Planck length, which is 20 orders of magnitude smaller than ordinary particles, the Planck time, which is 10 to the minus 43 seconds, 20 orders of magnitude smaller than the fastest physical processes we know about. So, these are ridiculously tiny things. We're never going to know anything about that, they tend to say.

But they all arise by multiplying two fundamental quantities. This  $G$  is Newton's gravitational constant, and this is Planck's constant over two pi. And so, you're multiplying a very small quantity by another very small quantity, and you're getting a ridiculously small quantity. However, the formula I've just given you, I'm dividing a small quantity, that's this  $H$  thing by something here, which depends on the gravitational constant. You have to look at the details to see whether it is a long time or not. It's an interesting question and let me just quickly give you one of the arguments, perhaps I shouldn't say too much about this. This is just the argument, which I'm giving you here drawn again, this is the lump in one location, and I move it to two. And these represent the two space-times, you can find a measure of the distance deviation between these two space-times, which depends on the time scale, and on special considerations. And you measure that in these Planck units that I've just been talking about... these units here. And if that becomes avoiding unity, then that's the time that the thing does decay. So it tells you they have done it. You see what that region is where both things are happening and then only one of them persists. And that measure of that thing is about a unity in Planck units. That's a simple way of thinking about it.

Fundamental principles you can use are Einstein's or Galileo's, I should say, principle of equivalence, which says that a gravitational field is equivalent to an acceleration. And if you're Galileo, imagine dropping a big rock and little rock from the top of the leaning tower. And here's an insect sitting on one rock looking at the other. And that's to that insect, the gravitational field of the Earth has been canceled out. Is that consistent with quantum mechanics? That's the question. You come up again with this formula, the  $H$  cross over  $EG$  formula. So maybe that is a true formula. Is it true? We don't know.

I have colleagues, Baumeister is the main colleague and he was a former student of mine, and there are others working on this now. This is quite an old slide, but he is still working on this. He's been doing it for about 10 years. Last time I saw him, which is about a year and a half ago, quite uncharacteristically he said: "Give me 10 years, and I'll have an answer". Well, that was more or less eight and a half years now. So I'm counting him down. Basically, the idea of the experiment is, as I've just been explaining, you have a photon laser using a photon. There're two ways of splitting these two routes. This one you keep it in a cavity bouncing backwards or forwards. Here you keep it in another cavity bouncing backwards and forwards in a nice hemispherical mirror actu-

ally, and it hits this little tiny mirror, which I've imagined larger here. It's about 10-micron cube, it's about a  $10^{\text{th}}$  of the thickness of a human hair. And if the photon keeps hitting it, it will just move it in the order of seconds, two minutes is about enough to displace the nuclei. Here, this is a picture of the nuclei displaced by a nuclear diameter. And that's when the effect, if it's true, would be at its maximum. As a result, you could work out what the *EG* is and you'd come up with an answer that would be a matter of seconds or minutes, depending on the details of the experiment. If you can keep it for longer than that, that would show I'm wrong. If it spontaneously goes one or the other in that timescale, well, either there's something wrong with experiment, or maybe it's right. So, that's the idea.

Okay, that's the basic scheme. Now, what's the relevance of the brain? Well, you see, when I wrote my book, *The Emperor's New Mind*, I didn't really know enough and I hoped by the time I got to the end of the book, I would have a clue as to what the answer is. I didn't. However, it was an advantage because Stuart Hameroff read my book and he proposed something which I had never, in my ignorance, heard of. I was really thinking about ordinary synapses, neurons and so on, and it didn't seem to me that you're going to be able to preserve quantum coherence in a neuron since you have magnetic and electric fields, which go outside and will disturb the environment in ways which are completely uncontrollable. I thought this was not going to work. However, it didn't stop me from writing the book, maybe it should have. But then Stuart Hameroff came up and suggested that microtubules might be playing a key role. And I said microtubules. What's this? I should say I get lots of letters from people which are completely crazy. And so he was another one. This did actually have pictures and microtubules and I said, let's get serious. I went and looked it up and found that there are such things and so it did seem to me for various reasons that that was a far better place where there could be coherence preserved at the sort of level. I should explain, I want quantum coherence preserved at a level where you see this new procedure comes in. As I said, ordinary quantum mechanics is as far as we can see computable. If you're going to have something non-computable, this is how the argument goes, then it's got to be in how quantum mechanics is made sense of. And this is understanding the measurement problem, as part of a more global scheme. And I did think that gravity has played a strong role for the sort of reasons I've been sketching shortly up to this point, but I had no idea how such a

thing could be playing a role in the brain. As I said before, let me say it again, it's not just that quantum mechanics is playing an important role in the brain according to the scheme. It has to be where quantum mechanics goes wrong, and this is playing an important part in the brain. And that is doubly outrageous. Most people have so much trouble with the first one that they don't even realize that that's only the first part of the problem. But yes, indeed, you need something more.

I was rather taken by these microtubules largely because of the very symmetrical, organized structure, which to me suggested much more chance of preserving quantum effects at a large scale. Well, one of the arguments that Hameroff put to me was: well, think about one-celled animals like a paramecium. He says paramecium can learn by experience; they can certainly make use of what they've learned by experience. And how do they do that when they don't have any neurons at all? I mean that's not a neuron, that's the whole paramecium. If the whole paramecium is a neuron, he says they have microtubules that act in intermediate filaments, and so on. They have these very fascinating structures. And so, we got together and produced ideas that somehow their microtubules are playing an important role in governing in some global kind of coherent way, the strengths of the synapses. And that would be making use of the non-computational aspect of quantum mechanics which we would be crediting when you have large collections of microtubules in some sense acting in concert. A lot of arguments people made against this idea was these things are two different lattices. And it does seem that it's got to be the A-lattice that we're using. I won't go into that here.

Very recently, there have been some fascinating new developments. Now these developments are largely done in experiments by this Indian chap, his name is Anirban Bandyopadhyay, in conjunction with quite a lot of his Japanese colleagues. He works on individual microtubules and I've got a sketch of the sort of thing he does. He has these individual microtubules, and he measures the voltage applied and the resistance also. At the same time, that seems to be important, he has different temperatures, and he claims there are eight different fundamental frequencies that are not related harmonically, which seem to be important in certain very strange features that these microtubules have. I should say that they become extremely conductive at very specific frequencies. There is the thing which is referred to as ballistic conductors and it is more or less the same thing. I'm not going to spend too much time on this largely, because I don't know enough about it, but he does say that they become

extremely conductive. The claim is that these different frequencies that come about here, involve different tracks along the microtubules. You have different routes around the microtubules, and they do different things. It involves signals which go along these microtubules.

This resistance is called ballistic resistance and here are some figures I've got. First of all, it seems to be independent of the temperature, or at least up to considerably above body temperature. I find this very remarkable. When he was explaining these things to me at first, he didn't let on that these are individual microtubules in vacuum, so they're slightly unusual circumstance for microtubules. They seem to be independent of the temperature. Now, what is the temperature? Well, it's photons running around. You have a thermal bath, which is basically photons, and that can vary over a wide range, certainly considerably above body temperature. Even more striking is that it is independent of the length. Therefore, you can have long microtubules if it's beyond a certain length, and no matter how long it is, the resistance seems to be independent of that length. This is very unlike the way you know Ohm's law. We would expect that the longer it is, the more resistance you get, but these things are not like that. And it is independent of the vibrational state, which I think must be the thing he's talking about here with these different Hertz's and so on.

I can't say too much about this, because I haven't studied it sufficiently. I really must. But he's got two papers published at the moment and some of these things can be read, but unfortunately, I don't have the specific references with me. I think to end I want to mention one thing, which I started thinking about again, in connection with this. This is partly because Stuart Hameroff and I were writing a paper and he was talking about how this scheme might apply, and it seemed to me not quite the way I would like to think about it.

One of the things you have to explain are things like the 40 hertz oscillations and you have these various frequencies in the brain, which were rather specific frequencies. And some of these seem to have to do with consciousness and so on. What's that got to do with the things I've been talking about? Well, Stuart had some ideas about this, which I didn't find very convincing. So, let me try and explain to you what I think is more likely. See the particular scheme I was talking about where you have a lump in one place or another. And you ask for how long that will last before it becomes one or the other, according to the scheme I was talking about. But something that is a big assumption is that the

two states are exactly in the same energy set. Let's just say you're moving from one place to another, but you might have slightly different energies. The picture I have here is a little step, you see, and one of them is in this and the other has a slightly different energy. As a result, you've got two different energies. And then there is a frequency associated with energies. This is very standard quantum mechanics. See, I've written it down here. This is a complex frequency, that's quantum mechanical frequency, which simply depends on the energy of the system. If the energy is A, and then this is this frequency associated with it, but if this is a different energy, then your superposition will not be an eigenstate of the same energy. But you can rewrite this like this, this is just mathematics. What you have is a quantum mechanical frequency here, another one here, these are complex, you see, and here we have another complicated quantum mechanical frequency. And here we have a cosine. So what you have is this thing.

One is the average of this frequency and then this thing is the difference, so this is the kind of beats. If you have systems where the energies are not quite the same, then you're going to get this beat frequency. And the state reduction process, you've got to think like this when the energies are not quite the same, is that it reduces to something which is an all-real oscillation. As a result, you have something which was a real oscillation. If you like this, this frequency disappears when you've got maximum, when you've got bigger, big masses here, and you've got this frequency here. The idea is that things like the 40 hertz and all the other frequencies seem to maybe deal with consciousness in some ways, and that there could be things which come about, because you have energy states, which are not exactly the same as each other. This is a new thing which I've only been starting to think about quite recently. Prior to that, I couldn't see how you could relate these quantum mechanical frequencies, which are enormously high frequencies, to something you might measure. And it's because it's a beat frequency between these quantum mechanical frequencies. It could be lots and lots of microtubules all over the place, which are doing the same kind of thing here. And this could result in a big frequency. I wanted to put some sense here. It is, at least, a possible way of relating the observed frequencies which are related to different parts of the brain and have perhaps no immediate connection with each other, but yet they do seem to be connected in the conscious pictures of things. And that's a possible way of getting a handle on that. Anyway, thank you very much.

## Discussion

*Tatiana Chernigovskaya.* I think we have some 20 minutes for questions, preferably in English, of course.

*Question.* What do you think about the quantum decoherence in the microtubules?

*Roger Penrose.* The important thing is yes, it's very remarkable, if you could preserve coherence in such structures. Now, there is one important point to bear in mind here and that is you only have to preserve coherence in certain degrees of freedom. And these degrees of freedom have to be well shielded from the outside. I mean, ordered water, all sorts of things are possible ways in which you might shield this kind of cohesion, coherence from the outside world. Obviously, the key thing is you have to see how you could possibly prevent these things from decoherence. And that's right. Most physicists would say, you know, anything. Clearly it's true. With the neurons, obviously nobody agrees completely there because you know that with neurons the nerve signals do have electric fields which invade neighboring cells and so on. There's no question that there is a fundamental problem for conserving coherence. With the microtubules, what's actually going on there is much more subtle. And you might ask your same question in connection with Bandyopadhyay's results because he does seem to see something of a quantum mechanical character, which persists at high temperatures. And so we have to understand what's going on there. I'm not disagreeing with your question because I think it is the right question. Certainly, with a scheme like this, you have to have an understanding of how you can preserve at least some degrees of freedom, which are key to this whole process in a way and it does not decohere. But it's the sort of thing that does seem to be going on in advance. Bandyopadhyay has experiments that you seem to see that there is some kind of shielding of some degrees of freedom from decoherence. Well, how that's coming about in detail would have to be understood. But there you can see a lot of these arguments apply to things like high temperature superconductors. As a result, high temperature superconductors, low temperature ones, which are near absolute zero, you can understand you can preserve coherence down there, but these high temperature ones are about halfway to body temperature, which is already a bit of a mystery why they do not decohere. And as far as I'm aware, there is no good physical explanation for why high temperature superconductivity works. We see that problem

doesn't mean that we have an answer to that problem there, but it's a similar problem. But you do seem to find large scale quantum activities taking place coherently where they should have decohered. It's certainly the right question to ask. Yes.

*Question.* If Bandyopadhyay's experiment is correct, then it demonstrates the same effect of conductivity at high temperatures?

Yeah, it's not exactly high temperature. I mean, Bandyopadhyay doesn't claim it's super conductivity. Ballistic conductance? Well, only very long microtubules might possibly compete with a superconductor. It's not that good, but it's much better than you would have expected in a biological system, as far as I'm aware. It's by far the most conductive system that's been found in biology. There's something going on there, which is hard to explain on this sort of simple point of view that one comes up with in regard to decoherence in the physical system.

*Tatiana Chernigovskaya.* I know that there are some questions from the other room, so they will continue.

*Question.* Thank you very much for the lecture. My question concerns the beginning, the first part of your talk. You used the expression "computable physics". I would like to better understand what you mean. And I'm a bit confused because you referred to the standard mathematics including the Goldstein's theorem. It's not computable. So, we are doing through standard mathematics something which we cannot formalize in a computable form. Then I assume that kind of mathematics, say, the differential equations, etc., be used in physics including classical physics. So, by the same argument, it is not computable either. Now, I don't understand your claim that classical physics is computable because it involves only computable mathematics.

*Roger Penrose.* I tried to touch on this point, but only rather briefly. And this is what you're addressing. Because if you were talking about continuous systems, you have to know what computable means. And one of the great advantages about discrete systems is we have one notion of computability. And that notion: there are many, many different proposals that people came up with, you know, Turing, Gödel, Church, Curry and other people. These different procedures all turned out to be equivalent. And so, it seems that there was one overriding fundamental notion of computability that everyone agreed about. But when we talk about continuous systems, there seems to be no consensus, whatsoever, many different points of view. And I think it's something where we're stuck. To what extent with the Turing argument if you like, and here I'm

using material where he tried to say that using continuous parameters is not really that important, could you use approximations? I don't really quite agree with that. Because when you have chaotic system, you have systems of various kinds where you're not quite sure how the errors come in, and so on. There are subtleties here, and I think this is what you're saying, which I do agree with.

But for the purpose of this talk let's assume that that's not where the issue arises. Maybe there are subtleties about using continuous parameters, which give you something quite different in physical systems that you might be able to construct. The usual problem is how precisely you can define your system. And there are errors in that. And so we have to say, well, does it matter or not? If it's a chaotic system then it depends on how far these things might cause problems.

Now, if you're saying that yes, I'm agreeing with you. Because I think that there is an issue there, which possibly is attached to the argument. But in my argument I assume that that's not the case. I don't tend to think that's where the problem lies, but that doesn't mean I don't think you should think about it. I think it's very important. And I think it's very nice to have proper mathematical theorems of that nature, which, you know, depending on what viewpoint you take, with what you mean by continuous computability, and so on. And to what extent do you get genuinely non-computable effects? These are the things Pour-El and Richards worked on. They said if you have a certain degree of differentiability and it isn't big enough, then you would get non-computable behavior. Now, is that a serious thing that we need to think about here or not? Good question but I don't know the answer. But my own opinion is that it's unlikely to be the real answer.

*Question.* I'm a theoretical computer scientist. Do I understand it correctly that you would like to model consciousness by using quantum mechanics or maybe quantum computation?

*Roger Penrose.* Well, I'm trying to say it is beyond that. I'm trying to say, as we understand quantum computation, it's only a speed up.

*Question continued.* Yes. Okay, so how about trying to use this? Using it to compute computational processes that are done in nature. Do you think that would make any sense?

*Roger Penrose.* But I think if you say how nature computes... that's already begging the question. You see people often put it that way.

I should mention one important point in relation to quantum computing and I didn't address this. If you want to evolve the Schrödinger

equation, it depends exponentially on the number of degrees of freedom. It's quite unlike classical. If you try to simulate a quantum system classically, it's extremely inefficient. And so one of the big uses of quantum computers might well be to simulate quantum systems because that's already using the quantum procedures to simulate quantum processes, that could be a powerful way. Yes, I can understand that this is possible. It's just that I don't think it answers my question here because I'm not talking about the difficulty or the length of time it takes to compute things. I'm talking about computability, which transcends all those things. It could be of relevance to these issues, specific cases, but it doesn't directly address the question I'm putting.

*Tatiana Chernigovskaya.* Are there any more questions? I have a question. If the next asteroid will be more active and arrives in time at the needed place, kills all the human beings, where will mathematics be?

*Roger Penrose.* Our mathematics is the problem. Maybe people will see it coming and they will send out messages with various theorems hoping that some distance intelligence will pick these things up. There is also a slightly different answer, which is a talk I'm giving in Moscow relevant to this, but it's rather more science fiction.

*Tatiana Chernigovskaya.* Any more questions?

*Question.* My question is about the model of non-computable physics you've talked about. You have a set of polyominoes and can you actually tile the plane with these polyominoes? You said that this dynamical system is not computable. The question is what exactly is that non-computability? Given a set of polyominoes, is this always the case that one can check whether it tiles the plane or not, or for some such sets this cannot either be proved or disproved?

*Roger Penrose.* Let me put it like this. The real statement is that you can prove that it will not tile a plane. If you have any set of polyominoes, which do not tile the plane, there is an algorithm for establishing that fact. But the problem is the other way around. If it will tile a plane, how do you know it does? If you could give a period parallelogram and you say, well, look, this works to the fair value. Okay, that's fine. But here is the problem. These are sets of tilings like the one I showed, they don't have any period parallelogram. Now you might be able to prove by some other means that they tile a plane. I could prove it for you. But then whatever system of rules I have, there will be others which transcend those rules. You could construct a set of tiles out of the rules, which those rules could not deal with. So, you will always find, no matter what

the rules are, if there are computation rules, there will be a set of polyominoes that will tile the plane but which you will not be able to establish using those rules to tile the plane.

I should mention, however this was after the Turing centenary, I was asked to write an article for one of these volumes. And I thought, well, I have a vague idea that I could go beyond the Gödel argument to show there's a thing called the halting problem. Does a computation ever terminate or not? And that's a non-computational issue, whether it does not terminate. Now, suppose you have an oracle, this was Turing's idea also, which could always say correctly, whether it will tile or not, or whether a Turing machine will halt or not. And you put that into your machine, you put that Oracle into the machine, you have an Oracle machine. And the argument that I was giving is that even with Oracle machines, you can still show that's not what we do. So, it seems to me, you can go beyond this, Oracle, Oracle, Oracle and you can oracleise as many times as you like. And if you believe the Oracle, that's the critical thing, then you can transcend the Oracle. And this is an argument that goes beyond all these things. I don't know where it leads us. It says that our understanding is something very subtle and is not simply the Turing Oracle machine because there's already something which is pretty outrageous to have a physical system, it was just like that. There's something else going on of a very subtle character.

*Question.* My question is about computability. Marcus Hutter claimed that he created a formula, which is actually an agent. Basically, it is a reinforcement learning agent and it is the optimal agent. I just want to know your opinion about that.

*Roger Penrose.* I have heard people use that term before and you need to remind me what it is.

*Question continued.* The agent is the actor in the environment who observes the states and gives some actions.

*Roger Penrose.* So, it's a robot?

*Question continued.* You can say that it is. And in this setup, it is possible to create the absolutely optimal and universal agent. It's going towards artificial general intelligence.

*Roger Penrose.* I'm gonna have trouble here because you'd have to formalize what environments are in a very specific way, and so on and so forth. It's going to lead me too far away from things I know about.

*Question continued.* The second question is, how do you define curiosity, beauty, other things? Could these things be computed? Can we

base this, for example, on the definition of Kolmogorov complexity, or those are things in your setup, which are not computable?

*Roger Penrose.* I hate to make any pronouncement on such matters. If you want an opinion, I would think there's something extremely subtle about aesthetics and so on. And I would hesitate to take the view that there's anything really computable in that. I have no idea. It seems to me that if you're doing mathematics or doing physics, there is something that guides you to your results and what kind of aesthetic judgments you make. There's something. Let me say I'm way out of my depth here. These things I'd like to think about from time to time. My normal feeling is that these are not computable issues, but I would have to understand the question a little bit more clearly than that to make such a claim.

*Tatiana Chernigovskaya.* Isn't this question about qualia?

*Roger Penrose.* Well, we have very little understanding of these issues. You might ask about music issues. I mean, it's extraordinarily subtle and, okay, there are mathematical things lying on the basis, like harmonies and so on, but it's something extremely soft. I would tend to guess there is something much more directly accessible to... It seems to be true that microtubules play a role in all our senses in a way, in vision in the air and so on. And is there something going on there which is much more direct? These things directly impinge on our feelings about things, not going through some circuitous route with neurons doing some complicated things. Something is much more direct there, which probably does relate to these quantum coherence issues, but I'm just talking in the dark. I would hate to make any pronouncement on these matters.

*Tatiana Chernigovskaya.* Thank you so much.



*Святослав Медведев*

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой РАН

## **Сознание и мышление: возможности нейрофизиологических исследований<sup>3</sup>**

Это доклад о возможностях исследований, поэтому многие вещи будут очевидны для тех, кто этим занимается профессионально.

Люди всегда интересовались тем, как устроен мозг. Это положило начало целенаправленным исследованиям мозга, который можно представить как связующий элемент между материальным и идеальным, то есть некий интерфейс между нашими мыслями, которые не сводятся только к движению молекул в мозге, и нашими реальными делами.

Первой разумной (физиологической) теорией о мозге была френология, создателем которой считается австрийский врач и анатом Франц Йозеф Галль (первая половина XIX в.). Считалось, что определенные функции связаны с некими участками мозга. По сути, это то или иное представление о мозге, которое было в ходу в той или иной форме до середины прошлого века.

А вот уже серьезным и важным шагом стали работы Поля Брока и Карла Вернике: на основе анатомических сопоставлений они обнаружили два речевых центра — артикуляторный и центр фонологического понимания речи.

Первый простой эксперимент по картированию мозга, то есть изучению того, как реально работает мозг, провел итальянский ученый Анджело Моссо во второй половине XIX в. Он показал, что, когда человек начинает думать, к мозгу приливает кровь. У него был пациент с дефектом черепа — с дыркой в голове; Моссо приложил к ней чувствительную мембрану и записал пульс

---

<sup>3</sup> См. запись выступления: Медведев С. В. Сознание и мышление. Возможности нейрофизиологических исследований // YouTube. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=VJjiaeXfLBY&t=958s> (дата обращения: 08.07.2021).

и колебание сосудов головного мозга под этой дыркой. Так можно было точно наблюдать вызванную реакцию на кровотоке.

Это [реакции мозгового кровотока] абсолютно современная концепция исследования, на этом открытии основаны функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и многие другие методы исследования головного мозга.

Британские ученые Чарльз Рой и Чарльз Скотт Шеррингтон в 1890 г. показали, что кровоток зависит от интенсивности работы нейронов. Однако в то время электроэнцефалография (ЭЭГ) не могла давать полную информацию. Люди пытались понять род деятельности французского ученого Анри Гасто, который в середине 1970-х годов создал специальную лабораторную программу по исследованию того, как в энцефалограмме отражается мысль. Но эта программа провалилась, потому что не было достаточных электронных мощностей.

Первый прорыв — это прямой контакт с мозгом человека методом вживленных тонких электродов. Эксперименты начались еще в конце 1940-х годов, а у нас в стране — с 1962 г. Можно было регистрировать различные виды активности, в том числе и активность отдельных нейронов. Я помню, у нас в лаборатории это все было показано в конце 1980-х годов. Так можно было исследовать и картировать различные участки мозга.

При исследовании изменений активности отдельных нейронов во время выполнения различных видов деятельности в основном изучались текущая частота, количество импульсов за короткий временной отрезок.

Здесь пример [демонстрируется слайд]. Детектор грамматической правильности, корректности правильной осмысленной фразы. Было обнаружено большое количество нейронов, которые занимались и счетом, и различением грамматики, и различием конкретных и абстрактных слов. Это 1960-е — середина 1970-х годов.

Была получена точная информация из большого числа зон мозга [демонстрируется слайд]. В этом эксперименте электроды, конечно, были у разных людей, но эти 200 нейронов — исчезающе малое количество на фоне миллиардов нейронов. И самое главное, что мы практически всегда находили то, что искали, так что стало не очень интересно. Оказалось, что нейроны занимаются почти всем. Более функционально было прийти к повышению активности всего мозга.

На таблице показаны различные методы исследования головного мозга, которые существуют на данный момент [*демонстрируется слайд*]. Например, ПЭТ и МРТ. Это, пожалуй, лучшее из того, что есть. Хотелось бы отметить, какой существенный прогресс прошли за последние 40–50 лет методы визуализации. Например, интровидение — это ультразвуковые устройства, термовизоры, гамма-камеры. Мы можем видеть плотность деталей (на ПЭТ видна опухоль в четком разрешении), мы можем видеть области мозга, которые реагируют, когда человек сознательно лжет (например, в компьютерной игре, когда он должен скрывать свои мысли). Сейчас я покажу степень сложности связей в мозге: это магнитно-резонансная трактография, которая демонстрирует соединения между различными частями мозга (это норма, а это пациентка — видно, что у нее почти полностью уничтожены эти связи).

Электроэнцефалография является очень мощным методом исследования. С помощью компьютерной ЭЭГ обеспечивается точное картирование электрической активности коры; с помощью ЭЭГ мы можем увидеть, как очаг возбуждения перемещается в процессе деятельности. Это очень точная иллюстрация знаменитых слов Павлова о том, что если бы мы могли видеть сквозь свою черепную коробку, то увидели бы светлую ветку сознания, перемещающуюся по коре мозга. Это видно на экспериментах.

Позитронно-эмиссионная томография позволяет исследовать любую физиологическую функцию, так как все процессы в мозге — биохимические, и их можно наблюдать с помощью слежения за препаратами или за концентрацией воды, которая отражает динамику кровотока.

Магнитно-резонансная томография тоже может исследовать функции различных частей мозга. По сути, ПЭТ и фМРТ — это одно и то же, потому что они исследуют скорость мозгового кровотока (именно это является основой работ более чем столетней давности Мосса, Роя и Шеррингтона). Обычная история: тест, контроль, разница в группе испытуемых и статистическая оценка.

С помощью ПЭТ можно разделить обработку афферентных сигналов и ощущения, возникающие уже на сознательном уровне. Также можно исследовать, какие области принимают участие в обеспечении внимания; селективного внимания — когда вы можете разговаривать друг с другом, даже если рядом еще десять

человек что-то говорят, или непроизвольного внимания — когда стучит двигатель и вы отвлекаетесь на его стук.

Пример исследования мозгового обеспечения речи [*демонстрируется слайд*]. Мы видим, что в различных аспектах речи участвуют разные зоны мозга. Это показательное фМРТ-исследование, которое мы провели, как только получили томограф. Исследование было такое: человек либо нажимал пальцем на кнопку, либо этот палец раздражали щеткой. Результаты абсолютно точно ложились на те анатомические структуры, которые должны были быть по результатам всех исследований. Это работа 2003 г., и похожие вещи мы сделали в прошлом году. Вы видите, что воспроизводимость остается очень высокой, это реальный метод.

Вот пример одной из работ [*демонстрируется слайд*]: визуализация реального и воображаемого действия (фМРТ). Это то, что активируется при реальном действии; при воображаемом действии возникает дополнительная активация затылочных долей. С помощью фМРТ мы можем установить мозговую активность при разных видах деятельности.

Но не всегда так просто мы можем все объяснить. Например, человеку одновременно предъявляли текст на экране и в наушниках, и, когда нужно было понять текст из наушников, возникала непонятная активация в затылочной коре. Ее не могли объяснить четыре года; длились дискуссии, никто не мог понять, почему при внимании к слуху происходит активация затылочной коры, но внимание остается на зрительном стимуле. Нам удалось показать, что эта активация — «нештатная» работа зрительной системы: через зрительный канал приходит информация о том, что мы читаем текст нужный, важный, но «дальше» его пускать нельзя — ждать можно, пускать нельзя. И нейроны работают более интенсивно, чем когда все идет «по правилам».

О том, какая ситуация сейчас. Прорыв, совершенный в последние десятилетия в области технического оснащения, не привел к изменению ситуации в понимании работы мозга. В настоящий момент некоторые ежегодные форумы собирают около трех тысяч докладов (это три километра постеров, а *neuroscience* — это двадцать два километра постеров). Исследованы все зоны мозга, то есть мы знаем физическую «географию» мозга, однако наше понимание функциональной организации работы мозга по обеспечению процессов сознания и процессов мыслительной деятель-

ности, а также основных законов регуляции работы мозга существенно слабее.

\* \* \*

Одним из механизмов, регулирующих работу мозга по обеспечению в том числе и сознательной деятельности, является детектор ошибок, открытый в 1968 г. Натальей Петровной Бехтеревой и Валентином Борисовичем Гречиным. Они обнаружили, что условный кровоток (поскольку это не совсем кровоток) давал селективную реакцию, когда больной делал ошибку в тесте. Этот механизм получил название «детекция ошибок». В 1978 г. финским ученым Ристо Наатаненом был открыт феномен, получивший название «негативность рассогласования», являющийся частью детектора ошибок.

Детектор ошибок — это базовый механизм мозга. При согласовании текущей ситуации с записанной в матрице стандартов как бы поднимается «флажок» — ошибка (что-то не так), причем неспецифический к виду ошибки. Механизм детекции ошибок принимает участие в регуляции осознанного поведения, не оптимизируя, а стабилизируя; одна из функций — уберечь от заведомо ошибочных действий и неприемлемых решений и организовать рутинную деятельность. Ну, например, когда мы думали о том, что сегодня соберемся здесь на мероприятии, никому в голову не пришло прийти сюда в купальном костюме — детектор ошибок на подсознательном уровне отбрасывает ненужные варианты. Но он делает это очень мягко, и мы понимаем, что его работа — это не как указание на что-то, а как чувство неудобства.

Здесь речь идет о матрице стандартов [*демонстрируется слайд*]. Мы можем, думая утром о предстоящем докладе, выполнять все рутинные действия (почистить зубы, принять душ, причесаться, застелить постель, позавтракать и т.д.), и только если что-нибудь забудем (например, закрыть дверь), то будет смутное чувство расстройства.

Теперь, что происходит, когда ошибка делается сознательно, то есть нужна индивиду, — когда человек говорит неправду? Сознательное совершение ошибки с целью манипуляции — ложь. И это оказалось очень интересной проблемой, в частности проблемой совести, то есть механизма, запускающего работу совести человека.

Вот, например, в компьютерной игре по принципу «верю — не верю», в которой человеку одинаково выгодно говорить правду и неправду: если компьютер «угадывал», где правда, а где ложь, то выигрывал он, а если не «угадывал», то есть удавалось обмануть компьютер, то выигрывал испытуемый. С помощью трех исследований — фМРТ, ПЭТ и ЭЭГ — удалось показать, что реакция на ложь практически такая же, как на ошибку. Лжец не верит тому, что сам выдает за правду, и именно благодаря детектору ошибок возникают муки совести.

О болезнях. В силу патологических причин ситуация может кардинально измениться, если паттерн детектора ошибок изменится. Человеку будет казаться правильным совсем не то, что является правильным на самом деле. [Вспомните] фильм «Авиатор», главный герой которого страдал обсессивно-компульсивным расстройством. Это поломка детектора ошибок, вернее — искажение матрицы стандартов, появление в ней неверной информации. Сейчас это можно вылечить примерно за двадцать дней пребывания в клинике после малотравматичной операции.

Это запись больного с синдромом Туретта — достаточно тяжелое заболевание, десоциализирующее человека [*демонстрируется слайд*]. И мы видим, что небольшое воздействие на крошечный участок мозга в несколько кубических миллиметров кардинально меняет работу всего мозга. То есть мозг — это очень сложно организованная система, и работой этой системы можно управлять, влияя на сознательную деятельность человека.

Существует огромное количество связей между нейронами мозга. Активируясь, они формируют системы для различных видов деятельности. С помощью энцефалограммы можно посмотреть: чтение слов, чтение предложений и чтение рассказов — видно, как усложняется система при усложнении деятельности.

Лечение афазии методом электростимуляции. Еще лет 25 назад мы научились создавать функционально новую область Брока взамен утраченной в результате травмы. Сейчас с помощью биорегулирования возможно изменять систему в мозге, которая регулирует внимание. Синдром дефицита внимания — проблема века; этим заболеванием страдают несколько процентов мальчиков и гораздо меньше девочек. Оно выражается в том, что человек не может сфокусировать внимание на чем-то более двух-трех минут; у детей с возрастом заболевание может развиваться (считается,

что им страдал и Петр I, который, как известно, был чрезвычайно импульсивным и хватался за все дела одновременно). И вот видно [слайд]: кривые показывают работу системы самоконтроля — активация системы до лечения и после. Определенные частоты вызывают симуляцию определенных же систем мозга и выброс веществ, модифицирующих поведение и эмоции.

Даже такие чувства, как любовь и нелюбовь, можно вызывать искусственно; сейчас уже раскрыты механизмы приворотных и отворотных зелий, они действительно работают. Любовь — чувство в сфере идеального, которое сопровождается изменениями в мозге. «Тристан и Изольда», можно сказать, — это иллюстрация физиологического объяснения работы механизма отворотных и приворотных зелий: за счет определенных веществ можно воздействовать на человека так, что он либо полюбит другого человека, либо разлюбит.

\* \* \*

И о том, какие у нас проблемы. Проблемы с тем, что чем более тонкий вопрос мы изучаем, тем хуже воспроизводимость, потому что реакция системы на одно и то же воздействие различная. Мозг делает работу с первого предъявления — он не работает на основе статистического накопления результатов, а наука требует, чтобы практически каждый эксперимент включал статистическую оценку, то есть мы исследуем мозг с помощью статистики, а это неверно. Существует огромное количество работ (при отсутствии их координации) и проблемы коррекции множественных сравнений; каждый берется за дело по-своему, а это большой процент ошибочных решений.

И последняя вещь, о которой я хочу рассказать в заключение. Это последняя работа Наталии Петровны Бехтеревой [демонстрируется слайд]. У многих зон мозга существуют анатомически заданные области — движение, чувствительность, зрение, слух и т. д. В процессе развития на них накладываются уже развивающиеся функции, то есть то, что мы видим в нейронной активности — нейроны полифункциональны: они обеспечивают и движение, и работу сердца, работу внутренних органов, и любовь, и другие высокие чувства. Из этого следует, что нейроны как бы стимулируют органы тела, и если человек делает привычную, рутинную работу, то стимуляция достаточно слабая; но если творческую ра-

боту — а она не стереотипна, то творчество включает все области мозга, и при такой деятельности происходит стимуляция всех систем организма. А это приводит к тому, что умные люди и творческие люди живут дольше.

Сейчас мы имеем много данных о системах любой сложности, можем понять особенности их функционирования. Но у нас нет метрического аппарата для исследования механизмов их создания. По сути, все работают с усреднением, а мозг не работает с помощью усреднения. И что еще очень важно: у нас пока нет понимания общих теорий мозга, законов сохранения этики. «Так может быть, а так не может», — этого сказать мы не в состоянии. Вследствие этого появляются разного рода жулики, которые придумывают самые разные концепции, но очень часто и наоборот — совершенно невероятная вещь объясняется безо всякого подключения потусторонних сил, а объясняется просто тем, что мозг — это очень мощная вычислительная система. Благодарю вас за внимание.

## **Дискуссия**

*Татьяна Черниговская.* У вас же есть психиатрическое отделение?

*Святослав Медведев.* Да.

*Татьяна Черниговская.* А пробовали ли вы когда-нибудь объективно фиксировать происходящее в мозгу во время галлюцинаций, скажем, зрительных?

*Святослав Медведев.* Да, у нас идет такая работа, но она очень трудная и занимает, к сожалению, годы. Это, конечно, делается, и, более того, мы имеем конкретные результаты, но об этом надо говорить более подробно.

*Участник 1.* По поводу достоверности данных, усреднения и т. д. Но человечество вообще неоднородно... Какие-то наблюдения на эту тему есть?

*Святослав Медведев.* Что человечество неоднородно — это конечно. Мужчины и женщины — это уже неоднородность.

*Участник 1.* А есть исследования на каких-то группах?

*Святослав Медведев.* Мы специально не исследуем группы, потому что это работа, которую надо проводить на больших популяциях в разных странах, а у нас испытуемые — в основном студенты или пациенты. Спасибо.



# ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ 2014 ГОД

- Обзор тем и выступлений
- Выступления и дискуссии  
*Александр Козинцев. Уничтожение содержания формой*  
*Виктор Аллахвердов. Осознаваемое и неосознаваемое*  
научение
- Выступления на заседании «Когнитивные сети мозга:  
теория и моделирование»  
*Олег Кузнецов. Сложные сети и когнитивные науки*  
*Константин Анохин. Когнитом: на пути к единой*  
когнитивной теории  
*Татьяна Черниговская. Сложные сети и язык*
- Симпозиум по экспериментальным исследованиям  
языка и речи



## ОБЗОР ТЕМ И ВЫСТУПЛЕНИЙ

*Ольга Аллаhverдова* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Разрешение конфликтов как когнитивная проблема.**

Конфликты — естественное состояние жизни человека. Но каковы причины возникновения конфликтов? Что происходит в процессе развития конфликта и как на это влияют наши когнитивные процессы? Какую роль в возникновении конфликтов играют коммуникации? Как они должны быть организованы, чтобы урегулировать конфликт? Каковы основные коммуникативные и когнитивные барьеры в урегулировании конфликта и пути преодоления этих барьеров? Как переговоры могут расширить когнитивный контекст взаимопонимания? Как медиация может способствовать конструктивному изменению установок в конфликте и быть средством урегулирования конфликтов? Каковы их преимущества и ограничения? Эти и другие вопросы являются предметом обсуждения.

*Александр Корнев* (Ассоциация логопатов Санкт-Петербурга). **Нейрокогнитивные механизмы овладения чтением.**

Механизмы овладения грамотой, и в частности чтением на русском языке, изучены весьма слабо. В докладе представлены результаты многолетних экспериментальных исследований механизмов чтения в норме и у детей с дислексией, а также экспериментальные материалы зарубежных исследований чтения нейрокогнитивного направления: психологических, лингвистических, с использованием нейромэппинга и айтрекинга.

*Мария Воейкова, Кира Иванова* (Институт лингвистических исследований РАН). **Языковая специфика детских просьб и требований на ранних этапах развития речи.**

В докладе рассмотрены причины проявления типологических особенностей усваиваемых детьми языков, зависимость скорости усвоения морфологических оппозиций детьми от количественных морфологи-

ческих характеристик инпута в разных языках, а также употребление видовых форм в императиве у русских детей.

Проблема выбора вида глагола в повелительном наклонении привлекает внимание исследователей уже на протяжении 50 лет, со времени первых публикаций на эту тему Д. Н. Шмелева и А. В. Исаченко. Правила такого выбора являются характерной чертой русского языка, отличающей его даже от других славянских языков. Мы стараемся показать, что специфические особенности языка могут быть усвоены очень рано на основе практики употребления языка (в духе теории М. Томаселло). Доклад основан на анализе лонгитюдных данных спонтанной речи.

*Джон Бейлин* (Университет Стоуни-Брук, США). **Что нового в музыкальном / лингвистическом познании?**

*Клаус Майнцер* (Мюнхенский технический университет, Германия). **Вычислительные сети, созданные на основе модели человеческого мозга. Вызовы для когнитивистики, робототехники и философии.**

*Дмитрий Иванов* (Институт философии РАН). **Природа феноменального сознания.**

Доклад посвящен обсуждению проблемы объяснения феноменальных аспектов сознательного опыта и способов ее решения, выработанных в аналитической философии. Особый акцент в выступлении сделан на связи проблемы феноменального сознания и психофизической проблемы. В контексте обсуждения психофизической проблемы рассматриваются дискуссии, ведущиеся в аналитической философии между представителями функционализма и нередуктивного физикализма относительно природы таких феноменальных свойств, как квалиа. Одним из основных тезисов доклада является положение о том, что феноменальное сознание поддается объяснению с позиции репрезентационизма<sup>4</sup>.

*Елена Сергиенко* (Институт психологии РАН). **Когнитивная иллюзия возраста.**

Направление «модель психического» понимается как некоторая система концептуализации знаний о собственном психическом и психическом других людей. Модель психического позволяет концептуально анализировать внутренний мир человека. Понимание своего психи-

---

<sup>4</sup> См. также монографию докладчика: *Иванов Д. В.* Природа феноменального сознания. М., 2013.

ческого и психического другого становится основой социального познания, социального взаимодействия, прогнозирования поведения других социальных объектов. Направление «модель психического» нацелено на изучение спонтанной житейской психологии обыденного сознания.

В ходе исследования получены результаты развития понимания разных феноменов модели психического: понимание обмана, эмоций, намерений, законов физического и психического мира. При этом завершена работа по изучению развития модели психического во взрослом возрасте от 17 до 45 лет; исследование понимания телевизионной рекламы при различных уровнях становления модели психического; проводится работа по изучению понимания коммуникаций на основе развития модели психического, а также по исследованию модели психического у пожилых людей.

В исследовании использовалось мультиметодическое обеспечение, что позволяло проверить полученные данные разными методами. Другим важным принципом стало сравнение вербальных и невербальных заданий, нарисованных историй, что увеличило надежность и валидность исследования.

На основе полученных данных на разных выборках детей описаны уровни развития модели психического: от протоуровней до уровня агента и наивного субъекта. Анализ развития понимания ментальных состояний позволил выделить тип моделей: единичные, разрозненные репрезентации — у детей 3 лет, ситуативные модели — у детей 4 лет и внеситуативные — у детей 5–6 лет, что позволяет говорить о становлении базовой концептуальной основы модели психического. Показаны связи разных моделей в исследуемый период и их специфика у детей-сирот, детей-аутистов. Также в докладе представлены методы и результаты динамики модели психического во взрослом возрасте от 17 до 45 лет.

В докладе рассматриваются новейшие тенденции в изучении модели психического: изучение развития понимания психических состояний у детей 1,5–2 лет, модели психического у взрослых и пожилых людей, кросс-культурные исследования модели психического, нейрональные механизмы модели психического, роль нейрогуморальной регуляции (роль пренатального тестостерона в развитии социальных знаний), изучение понимания психических состояний при психопатиях, методы измерения способности понимания психических состояний. В свете самых современных тенденций описаны текущие исследования авторов: изучение предикторов развития модели психического, создание тестовой батареи измерения модели психического у детей 3–7 лет, исследование модели психического для успешной коммуникации, изучение развития модели психического и символических функций, понимания времени и развития модели психического у людей пожилого возраста.

*Сергей Перфильев* (Гётеборгский университет, Швеция). **Иллюзия существования разума.**

Что управляет высшими формами поведения человека? Ответ на этот вопрос заложен в нашем научном имени — человек разумный. Последнее подразумевает обладание разумом. Этот универсальный аппарат, возникший в ходе эволюции, дает нам возможность анализировать информацию, выявлять причинно-следственные связи между явлениями и выстраивать адекватную стратегию поведения. Признавая разум продуктом физиологической активности мозга, принято полагать, что он оперирует в некоем ментальном рабочем пространстве, имеет доступ к нейрональным сетям и способен, таким образом, влиять на их работу.

Наше поведение, включая его высшие проявления, определяется не разумом, но теми механизмами, то есть нейрональными сетями, которые были созданы нашим опытом. При этом контроль осуществляется автоматически и может сопровождаться генерацией сознания, которое, однако, не имеет влияния на поведение и его последующую коррекцию. Каждый из нас является уникальным набором нейрональных механизмов, взаимодействие которых формирует крайне адаптивное поведение, создающее иллюзию разумного контроля. Иными словами, то, что мы принимаем за разум, эмулируется взаимодействием сотен тысяч динамичных нейрональных механизмов. Все вышесказанное проиллюстрировано в докладе на примере оригинальных данных автора и обширного литературного материала.

*Александр Козинцев* (Санкт-Петербургский государственный университет). **«Уничтожение содержания формой» как когнитивная проблема.**

*Кирилл Копейкин* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Наука и теология: творческий конфликт<sup>5</sup>.**

Новоевропейская наука возникла не просто как эффективный способ познания мира, но как своего рода новое — естественное — богословие Природы, восполняющее прежнее — сверхъестественное — богословие Откровения. Именно в контексте европейской интеллектуальной традиции, укорененной в библейском мировосприятии, сформировалось представление о двух божественных «книгах» — «книге» Природы

---

<sup>5</sup> См. запись выступления и дискуссии: Кирилл Копейкин — «Наука и теология: творческий конфликт» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 18.11.2014. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/kognitiv-istika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/nauka-i-teologiya> (дата обращения: 08.07.2021).

и книге Откровения — Библии, между которыми нет и не может быть противоречия, поскольку они созданы одним автором. В результате естественно-научное прочтение «книги» Природы оказалось функционально похоже на исследование библейского текста.

Среди множества научных дисциплин, изучающих соразмерность, смысл, историю, причины, разумные основания мира — все то, что традиционно обозначалось термином «логос», теоретическая физика занимает особое место. Ее выделенность обусловлена, прежде всего, тем, что физика дарует человеку теоретическое видение мира, а значит, в определенном смысле позволяет увидеть мироздание глазами Творца.

Подтверждаемая практикой достаточность используемого теоретической физикой языка описания мира приводит к тому, что теория начинает претендовать не только на описание того, что существует, но и на определение того, что в принципе может существовать, а значит, и на исключение того, что в принципе существовать не может. Таким образом, наука выдвигает тезис об избыточности гипотезы существования Творца. Однако, несмотря на необычайную эффективность новейшей европейской науки, она оставляет неразрешенными целый ряд вопросов. Прежде всего, не ясен онтологический статус законов природы. Если эти законы имманентны самой природе, то как они могут «управлять» миром? Если же они суть лишь человеческий способ упорядочивания природных явлений, то откуда возникает та удивительная точность, с которой эти законы выполняются, причем выполняются зачастую далеко за пределами области их первоначального обнаружения? Далее, объективация приводит к тому, что методологически наука не может включить в научную картину личность, сознание и вообще все психическое.

Несомненно, научная картина мира нуждается в расширении и углублении, что позволило бы добавить живое, личностное измерение бытия — измерение, имеющее онтологический статус. Фундаментальная физика прикоснулась уже к онтологическим структурам мироздания. В квантовой механике, описывающей наиболее глубокий из достигнутых к настоящему моменту уровней реальности, не удается обнаружить более «глубокие» структуры. Нобелевский лауреат, академик В. Л. Гинзбург в нобелевской лекции перечислил «три «великих» проблемы современной физики», существование которых, по его словам, означает, что «пока вопросы не выяснены, ни в чем нельзя быть уверенным». Одна из них — это проблема интерпретации нерелятивистской квантовой механики. Проблема интерпретации поднимает вопрос о глубинной природе мироздания: какова онтологическая реальность, стоящая за теми математическими конструктами, при помощи которых фундаментальная физика описывает мир?

Сегодня мы приближаемся к следующему витку спирали познания, когда синтаксический, семантический и прагматический способы прочтения «книги» Природы смогут объединиться в некоем принципиаль-

но новом синтезе. Только так, по нашему глубокому убеждению, можно подойти к разрешению двух актуальнейших проблем — проблемы сознания и проблемы «великого молчания» Вселенной.

*Александр Турчин, Анастасия Турчина* (организаторы музыкально-образовательного проекта «СемиНотка», Москва). **Роль музыки в развитии мышления: опыт преподавания.**

«СемиНотка» — это музыкально-образовательный проект для детей и взрослых, сочетающий разные виды искусства и призванный сделать обучение музыке интересным и творческим. В докладе основатели музыкально-образовательного проекта «СемиНотка» рассказали о своих методике и опыте преподавания, а также о роли музыки в развитии мышления.

*Андрей Шелудяков* (ООО «ЦИИТ Интелтек», Москва). **К смысловой навигации в социальных сетях.**

## ВЫСТУПЛЕНИЯ И ДИСКУССИИ



*Александр Козинцев*

Санкт-Петербургский государственный университет

### Уничтожение содержания формой<sup>6</sup>

Одно из наиболее загадочных утверждений в истории эстетики принадлежит Фридриху Шиллеру: «Настоящая тайна искусства мастера состоит в том, чтобы формой уничтожить содержание». Эту мысль мы находим в «Письмах об эстетическом воспитании человека» (1794) и впоследствии она послужила предметом для огромного количества рассуждений.

Но сначала обратимся к Аристотелю, к его теориям мимесиса и катарсиса. В четвертой главе «Поэтики» он задается вопросом, почему мы рассматриваем с удовольствием то, на что смотреть неприятно (например, изображения отвратительных животных и трупов), и дает этому объяснение: потому что результаты *подражания* всем доставляют удовольствие. Это мимесис. И с этим как будто бы все ясно: наше внимание сдвигается с изображаемого на способ изображения и таким образом мы оказываемся избавлены

---

<sup>6</sup> См. запись выступления: Александр Козинцев — «Уничтожение содержания формой» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 05.11.2014. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/unichtozhenie-soderzhaniya-formoy> (дата обращения: 08.07.2021).

от неприятных эмоций. Что касается катарсиса, то здесь ситуация менее определенная. В шестой главе «Поэтики» Аристотель говорит, что трагедия есть подражание действию серьезному и законченному посредством действия, а не рассказа, совершающее путем сострадания и страха *очищение* подобных страстей. Что это значит — нам предстоит разобраться (но до сих пор, честно говоря, никто в этом не разобрался). Вы знаете, что есть этическое толкование, есть чисто медицинское толкование в узком смысле слова, есть эстетическое толкование, которое нас сейчас будет волновать и которое, пожалуй, в наибольшей степени перекликается с тем, что писал Шиллер.

За двадцать лет до того, как вышли «Письма об эстетическом воспитании человека» Шиллера, Гёте написал «Страдания молодого Вертера». Можно ли здесь говорить об уничтожении содержания формой? И помнил ли об этом Шиллер? Он об этом ничего не упоминает. А вы знаете, что произошло — эпидемия подражания: люди не просто стали одеваться, подобно Вертеру, в синие фраки и желтые панталоны, но вдобавок стали кончать жизнь самоубийством. У нас нет точной статистики количества самоубийств, которые потом произошли, но мы точно знаем, что роман был запрещен в Лейпциге, в Копенгагене и в Италии. Видимо, к этому были какие-то основания.

Через двести лет после выхода романа Гёте американский социолог Дэвид Филлипс ввел термин «эффект Вертера» — это имитационная цепь самоубийств, особенно захватывающая девушек в определенном возрасте, но также и молодых людей, и взрослых. И если, скажем, до 1970–80-х годов этот эффект можно было подвергать сомнению, то сейчас ни малейших сомнений в этом не осталось. Мы можем с полной определенностью утверждать, что всякий раз после сообщения в массмедиа о самоубийстве какой-то знаменитости идет взлет имитационных самоубийств.

Более широкий вопрос заключается в том, почему вообще просмотр материалов с насилием увеличивает риск для наблюдателя оказаться вовлеченным в насилие? На мозговом уровне мы знаем ответ, мы знаем о системе зеркальных нейронов. Эта система, как известно, состоит из трех компонентов: зрительного компонента, который обрабатывает информацию, к нам поступающую; моторного компонента, который находится в нижнетеменной доле (обратите внимание на то, что это субдоминантное полушарие);

и целевого компонента — он находится в вентральной премоторной коре. Нижнетеменная доля будет нас в дальнейшем интересовать.

Обратимся к Канту, который писал в своей «Критике способности суждения», что красота есть «форма целесообразности предмета, воспринимаемая в нем без представления о цели». Эта знаменитая формула — целесообразность без цели — в XX в. стала краеугольным камнем формалистической эстетики. «В общей форме можно сказать, касается ли это красоты искусства или в природе: *прекрасно то, что нравится только при оценке* (не в чувственном ощущении и не посредством понятия)». То есть, по существу, все, что относится к нашим желаниям и к нашим рассуждениям, Кант отодвигает от эстетики, и остается априорное суждение, которое должно быть обязательно для всех, оно в принципе не подлежит никакому обсуждению. Человек, который высказывает истинное эстетическое суждение, имеет основания ожидать, что все с ним согласятся, потому что оно априорно. Вместе с тем очевидно, что в наших суждениях об искусстве мы не можем отодвинуть от себя то, что не имеет отношения к чистой эстетике. Первый, кто разрубил этот гордиев узел и предложил обсуждать эти вещи по отдельности, был немец Макс Дессуар, который в 1906 г. опубликовал свою работу «Эстетика и всеобщая наука об искусстве» и в том же году начал издавать журнал, имевший то же название. Он предложил строго разделить эти две вещи — эстетическое и внеэстетическое — которого в искусстве достаточно много: искусство не сводится к эстетическому, а эстетическое не ограничивается искусством, поскольку прекрасное есть и в природе.

Люди из круга Макса Дессуара продолжили эти идеи и в известной мере их усилили. Одним из них был Рихард Гаман, книга которого «Эстетика» переведена на русский язык в 1913 г. Гаман прямо сказал, что огромная часть искусства не имеет отношения к эстетике, и одно и то же переживание может быть и эстетическим, и неэстетическим, и изолированным, и вступающим в связь с чем-то вне искусства. Суть эстетики, по Гаману, — это изоляция переживания: мы нечто переживаем, но это переживание становится эстетическим только тогда, когда мы его изолируем.

Против этих идей решительно выступил Бенедетто Кроче в своей «Эстетике». Он презрительно называл это эстетической физикой и утверждал (тоже не без основания), что никакой кра-

соты в природе нет, красота может быть только в художественном произведении, и когда человек говорит о красоте в природе, то он подобен мифическому Нарциссу, который находится перед источником и глядится в свое отражение. Человек привносит красоту в природу из своих эстетических представлений. Эстетика, по Кроче, — это и есть наука об искусстве, и ничего другого в ней быть не должно.

Обратимся к эпизоду, мимо которого мы не можем пройти. Январь 1913 г. Иконописец-старообрядец Абрам Балашов наносит три ножевых удара по картине Ильи Репина «Иван Грозный и сын его Иван». Эти раны были нанесены словно бы живому человеку (такое, увы, существует в русской традиции — повреждение икон, выкалывание глаз на изображениях). Позже Балашова заперли в сумасшедший дом, но интересны слова, которые он произнес: «Довольно крови!»

Репин разгневался и перед журналистами произнес следующие слова (сам он их не записал, я привожу их по книге Максимилиана Волошина «О Репине»): «Я испытываю боль и отвращение. В самом деле, что такое этот поступок? Откуда он вытекает? Не есть ли это проявление того чудовищного брожения против классических и академических памятников искусства, которое растет и крепнет под влиянием всевозможных диспутов новаторов искусства? В самом деле, кто они, эти новаторы? Люди без Бога, совести, религии в душе... Они проповедуют разрушение шедевров Рафаэлей и Брюлловых. Они, эти “чумазы”, хотят войти в храм искусства и развесить там свои “создания”. Расчет их прост — уничтожим все старое, хорошее и заставим брать наше, новое... Но они забывают, что искусство есть роскошь, достояние немногих избранных, аристократов духа. На это покушение нужно смотреть, как на акт варварства. Кто знает, быть может, здесь сказались начала новых теоретиков. Может, это первый сигнал к настоящему художественному погрому... Балашов был подкуплен... Это один из результатов того движения, которое мы сейчас замечаем в искусстве, где царят так называемые “новаторы”, всевозможные “Бурлюки”, где раздаются их призывы к новому искусству и уничтожению искусства старого». Эти слова потрясенного и разгневанного Репина сейчас воспринимаются как чистая напраслина, но русское общество было на его стороне и настолько его почитало, что всякие попытки усомниться в его правоте могли быть

восприняты как кощунство. В феврале 1913 г. в Политехническом музее был устроен диспут, одним из организаторов которого был Максимилиан Александрович Волошин.

Волошин подошел к этой истории совершенно иначе. Он писал: «Перед картиной Репина за тридцать лет впервые оказался человек, принявший и понявший произведение с такою же точно силой и в той же плоскости, в которой оно было задумано. Поступок Абрама Балашова никак нельзя принять за акт банального музейного вандализма. Он обусловлен самой художественной сущностью репинской картины. Натуралистическое искусство, изображая несчастные случаи, только повторяет их и при этом каждого ставит в положение зрителя, которому приходится констатировать совершившийся ужасный факт. Если художнику удастся изобразить несчастье с такими подробностями и так похоже, что оно кажется совсем сходным с действительностью, — тем хуже: вызванное сочувствие и ужас обессиливающим бременем ложится на душу зрителя». Эти высказывания Волошина вызвали такую ярость у нашей общественности, что для него с тех пор оказались закрыты все редакции; единственное издательство, которое согласилось напечатать его брошюру, — «Оле-Лукойе», которое организовали Марина Цветаева и Сергей Эфрон.

«Изображать ужас, — писал Волошин, — имеет право лишь тот, кто сам в себе преодолел его, кто, как Маттиас Грюневальд, изображая разложившийся труп, восклицает: “А все-таки воскреснет!” Иначе искусство становится отравленным источником, рассадником самоубийств... Никому не пришло в голову, что в лице Балашова мы имеем дело не с преступником, а жертвой репинского произведения... Его вина в том, что он поверил Репину... Естественный и неизбежный эффект натурализма!» Не знаю, как на вас, а на меня иконы Грюневальда производят не менее шокирующее впечатление, чем картина Репина; пожалуй, даже большее. А разница лишь в том, что Репина интересовал убийца, а Грюневальда — только жертва, поэтому бросаться с ножом тут просто не на кого.

Вторил Волошину, тогда еще совсем тихо, Борис Михайлович Эйхенбаум: «Тут не преступление, а *жертва*. Это — тот крест, который несет и должно нести искусство. Безумец, бросившийся с ножом на картину, любил ее, наверно, больше и святее, чем все мы, ужасающиеся. Он не вынес того противоречия, которое ча-

сто, быть может, выносим мы: у нас есть картина Репина “Иоанн Грозный”, а кровь все-таки льется. Он не мог повторять: “Чудная картина!” и идти дальше. Он остановился и возненавидел. Кровь не проливается даром — не только в жизни, но и на картине. Она всегда “вопиет”. Отныне мы будем, опустив голову, проходить мимо этой картины и тихо повторять слова, прекрасные в устах этого не запятнанного кровью убийцы: “Не надо больше крови!”» Эта заметка 1913 года называется «Искупление».

Естественно, сразу возникает ассоциация с «Портретом Дориана Грея». Эта мистическая связь между изображенным и изображением не упоминается ни Волошиным, ни Эйхенбаумом, но тем не менее возможна в каком-то подспудном, подсознательном виде.

Эйхенбаум продолжает: «Истинное искусство должно вызывать лишь духовные эмоции, которые не связаны с эмоциями душевными — радостью, гневом, состраданием», «плачущий зритель трагедии — ужасный приговор для художника. Эстетическое переживание вызывает не слезы, а аплодисменты... Сострадание становится формальным — не “переживанием”, не “эмоцией”, а созерцанием... Оно вынута из души и поставлено перед зрителем, потому что формой уничтожено содержание». Еще он писал, что мы смотрим на собственные переживания в театральный бинокль.

Противоположной точки зрения придерживался Юрий Михайлович Лотман, который назвал пушкинскую строку «Над вымыслом слезами обольюсь» «блестящей характеристикой двойной природы художественного поведения»: «Казалось бы, сознание того, что перед нами вымысел, должно исключать слезы. Или же обратное: чувство, вызывающее слезы, должно заставить забыть, что перед нами вымысел. На деле оба эти — противоположные — типы поведения существуют одновременно и одно углубляет другое». Это парадокс, и это прямо противоположно тому, что говорили Волошин и Эйхенбаум.

Лев Семенович Выготский в значительной мере параллельно формалистам разрабатывал свою теорию психологии искусства, но в споре с ними. Он называл катарсис противочувствием. Слово «противочувствие» не он ввел — оно есть у Пушкина и было еще раньше. Но он под противочувствием понимал уничтожение содержания формой. В стихотворной ли басне у Крылова, в трагедии ли (у Шекспира в «Гамлете»), в рассказе ли («Легкое дыхание»

Бунина) «эмоции, вызываемые материалом, и эмоции, вызываемые формой, направлены в противоположные стороны. Всякое художественное произведение вызывает взаимно противоположные ряды чувств и приводит к их короткому замыканию и уничтожению». Это и есть катарсис.

Виктор Михайлович Аллахвердов связывает противочувствие с «божественной ахинеей». В художественном тексте неизбежно присутствует то, что обыденному сознанию кажется нелепостями; раздумывая над ними, читатель бессознательно решает неосознаваемые им задачи, что и вызывает положительную эмоцию. Независимо от того, верно ли это по отношению к житейским задачам, «божественная ахинья» способствует эстетическому переживанию, изолируя духовные эмоции от душевных (Виктор Борисович Шкловский назвал это «остранением».) Согласно Аллахвердову, в художественном произведении должно присутствовать то, что здравому обыденному смыслу кажется нелепостью. Раздумывая над этими нелепостями — «И Терек, прыгая, как львица / С косматой гривой на хребте», мы мучительно думаем, откуда у львицы взялась грива, и в этот момент подспудно решаем какие-то важные для себя проблемы. Не знаю, как Виктор Михайлович, но я должен с грустью сознаться, что никогда в жизни ни одной своей житейской проблемы я не решил при помощи искусства. Однако мне кажется, здесь есть некое рациональное зерно, которое заключается в том, что «божественная ахинья» позволяет решить эстетическую проблему, о которой писал Гаман, — она способствует эстетической изоляции переживания. Чтобы оно не смешивалось с целевыми эмоциями, его нужно изолировать.

Почему многие любят испытывать страх? Почему все-таки изображения того, на что смотреть неприятно, мы, однако, рассматриваем с удовольствием? Аристотель говорит, что искусное изображение всем доставляет удовольствие. К этому можно подойти с позиций нейронауки.

Сейчас очень усердно ищут нейросубстрат противочувствия. Один из главных объектов, на который направлено внимание нейроэстетиков и вообще специалистов по эмоциям, — это миндалевидные тела, которые в основном активируются при отрицательных эмоциях (для выживания нам важнее реагировать на отрицательный стимул, чем на положительный), но и при положительных тоже. Тут есть и асимметрия, и половые различия, но для нас инте-

ресна диалектика сочетания противоположных функций — страха и удовольствия — в пределах очень небольшой структуры мозга.

В 2000 г. нобелевским лауреатом по физиологии и медицине стал шведский ученый Арвид Карлссон, который исследовал свойства дофамина как нейромедиатора и его возможности для лечения болезни Паркинсона. Сейчас в связи с поисками нейросубстрата противочувствия все большее внимание обращают на дофаминергическую «систему внутреннего подкрепления».

В 1954 г. Джеймс Олдс и Питер Милнер открыли «центр удовольствия» в мозге. Крысе вживляют электрод в область прозрачной перегородки (это часть данной системы), а крыса, нажимая на рычаг, сама стимулирует эту область. И она это делает до двух тысяч раз в час. Ни одно другое положительное подкрепление не может вызвать такую реакцию. И вот все в священном ужасе смотрят на эту крысу, которая сама вызывает у себя удовольствие на уровне центральной нервной системы. Самое зловещее в том, что эти опыты были потом перенесены на людей. Роберт Хис еще в 1970-х годах делал то же самое для стимуляции гетеросексуального влечения у гомосексуалистов (кстати, хорошо бы напомнить об этом тем, кто обвиняет наше общество в гомофобии). Потом, правда, когда американское общество стало политкорректным, поднялся ужасный крик, но тогда казалось очевидным: если можно это делать с крысами, почему нельзя с людьми?

Нейроэстетика делает сейчас первые робкие шаги, ни один из ее выводов нельзя считать доказанным. Тем не менее какие-то результаты интересны. Например, мы возвращаемся к положению Канта: прекрасно то, что нравится только при оценке — не в чувственном ощущении и не посредством понятия. Представители нейроэстетики пишут, что бескорыстная заинтересованность (*liking without wanting*), явно связанная с целесообразностью без цели, может иметь некоторые корреляты на уровне мозга. В частности, такое психологическое состояние возникает при активации оболочки прилежащего ядра и вентральной части бледного шара. Напротив, сердцевина прилежащего ядра и мезолимбическая дофаминергическая система в целом активируются при «неэстетическом» («целевом») желании. Эти результаты, правда, относятся к животным, но у людей на уровне поведения различие между *liking* и *wanting* продемонстрировано в опытах с восприятием фотографий мужских и женских лиц мужчинами.

Возвращаемся к Шиллеру. «Комедия, — пишет он, — направляется к более значительной цели и, достигнув ее, она сделала бы невозможной и излишней всякую трагедию. Цель у нее общая с наивысшим, к чему должно стремиться человеку, — быть свободным от страсти». Это вполне в духе Аристотеля. И далее: «В трагедии очень много совершается силой самого предмета, в комедии предмет не определяет ничего, поэт — все». Парадокс! Ведь, восхищаясь комедией, Шиллер не писал комедий, он писал трагедии, признавая, что они внутренне несовершенны, потому что заглушить «целевые» эмоции при их восприятии невозможно.

Мысли Шиллера продолжает Эйхенбаум: «Комедия — говорит он, — это квинтэссенция искусства, ибо в ней идея уничтожения содержания формой находит полное воплощение», «можно утверждать, что эмоция смеха как “формальная”, не связанная с душевной жизнью и с ее индивидуальными оттенками, а свидетельствующая лишь о реакции на впечатления извне, специфична для эстетического восприятия». «Шинель» Гоголя, по его мнению, — комическое произведение... «Его действующие лица — окаменевшие позы. Над ними, в виде режиссера и настоящего героя, царит веселящийся и играющий дух самого художника». То же самое он писал о шиллеровских трагедиях, где действующие лица — маски. Очень удобно иметь перед собой марионеток, это позволяет в какой-то мере освободиться от целевой эмоции и иметь дело только с эстетической.

Шиллер делает оговорку: «Искусства аффекта, к коим принадлежит трагедия, не представляют противоречия этому требованию, ибо, во-первых, они не вполне свободные искусства, так как они служат определенной (патетической) цели, а во-вторых, ни один истинный ценитель искусства не станет отрицать того, что даже произведения подобного рода тем совершеннее, чем более они даже в сильнейшей буре аффекта щадят духовную свободу. Существует искусство страсти, но страстное искусство — это противоречие, ибо неизбежное следствие прекрасного — освобождение от страстей». Итак, катарсис — снова и снова мы возвращаемся к Аристотелю.

Вот три изображения, связанные с темой потери глаза: «Ослепление Самсона» Рембрандта, кадр с выбитым нагайкой глазом из фильма Эйзенштейна «Броненосец “Потемкин”» и кадр с разрезанием глаза из фильма «Андалузский пес» Бунюэля и Дали. Эти

шокирующие образы возвращают нас к вопросу об уничтожении содержания формой. В пафосе, в кошмаре целевая эмоция отнюдь не исключается. Исключив ее, мы рискуем остаться ни с чем. Во всяком случае, содержание тут уничтожается явно не полностью или даже вовсе не уничтожается. Кто может созерцать подобные изображения без «сильнейшей бури аффекта»? Действительно ли они щадят духовную свободу? Действительно ли реакцией на такое могут быть только аплодисменты?

В комедии же это происходит с абсолютной легкостью за счет «божественной ахинеи», о которой пишет В. М. Аллахвердов. Вот пример комической обработки того же мотива: кадр из фильма Жоржа Мельеса «Путешествие на Луну», где космический корабль выбивает глаз Луне. Ясно, что ввиду абсурдности этой идеи никто, кроме маленьких детей, не будет сочувствовать Луне из-за того, что ей в глаз попал космический корабль. Полное же уничтожение содержания формой достигается тогда, когда языковая форма делает невозможным образное представление. Вот еще пример комической трактовки той же темы из «Стихов Матушки Гусыни» в переводе Маршака: «В одном краю такой был случай: / Гуляя как-то раз, / Набрел мудрец на куст колючий / И выцарапал глаз. / Но был на редкость он умен, / И не сказав ни слова, / Забрел в другой кустарник он / И глаз выцарапал снова». Глагола «выцарапать» не существует — и это обрушивает всю конструкцию. Так тема глазного травматизма окончательно превращается в ничто.

Вернемся к Репину. Вот как Дмитрий Шагин и другие митьки трактуют болезненную тему убийства отцом сына. Картина называется «Митьки дарят Ивану Грозному нового сына». Смотрите, что произошло с этим сюжетом! Репин нас потрясал — не потрясал, Балашов картину резал — не разрезал, Волошин и Эйхенбаум спорили с Репиным — не деспорились ни до чего. А митьки с помощью «божественной ахинеи» одним махом уничтожают все проблемы, которые мучили нас, да так и не были разрешены. И вот ничего не остается, содержание уничтожено формой.

Возвращаемся к мозгу. Доказано целым рядом работ, что восприятие комического включает три компонента, из них два хорошо известны, а один относительно недавно привлек к себе внимание. Первый — это понимание соли юмора, этим ведает префронтальная кора. В данном отношении понимание комического текста ничуть не отличается от понимания серьезного. Второй — это

готовность к восприятию юмора, и этим «заведует» правая нижнетеменная доля. Она же активируется при «щекотливости», когда мы готовы смеяться в ответ на щекотку. Интересно, что готовность смеяться от анекдота и готовность смеяться от щекотки управляются одним и тем же отделом мозга, который мы уже знаем в связи с зеркальными нейронами. И, наконец, третий — это эмоциональная реакция, зависящая от дофаминергической системы, о которой мы тоже упоминали. Этот компонент не отличается от удовольствия, которое мы получаем от любого положительного стимула. Но вот второй компонент совершенно нов, к нему привлечено внимание только в последнее время.

На этом слайде [демонстрируется слайд] показана правая нижнетеменная доля, причем это правое полушарие, субдоминантное. Она симметрична теменной части зоны Вернике. Это поля 39 и 40 Бродмана. Исследователи все чаще обращают внимание на эту область.

Согласно гипотезе Виктории Синг-Керри, данная часть коры активируется при переключении внимания с текущих задач на новые, которые вызваны какими-то привходящими факторами. То есть, с одной стороны, у меня должна быть установка на текущую задачу, которую я сейчас осуществляю; с другой стороны, я должен быстро реагировать на что-то непредвиденное и гибко реформатировать свою установку.

С чем еще мы можем это связать? Замечательный англо-американский психолог Майкл Аптер разделяет наши психологические состояния на телические (от греч. *телос* — цель) и парателические. Когда мы находимся в телическом состоянии, у нас есть установка на цель, нас интересует ее достижение с наименьшим возбуждением, с наименьшим количеством усилий. Когда мы находимся в парателическом состоянии — у нас установка на деятельность по достижению цели, сама же цель становится только поводом. В телическом состоянии все, что отвлекает нас от достижения цели, воспринимается как помеха. В парателическом же состоянии все наоборот: чем больше помех, чем выше напряжение, тем приятнее. Телическое состояние всегда связано с серьезностью и несвободой. А человек в парателическом состоянии свободен, он может быть и предельно серьезным (такова ролевая игра у детей, таковы все серьезные взрослые игры — их описал Йохан Хейзинга), а может быть настроен легкомысленно — главное в том, что

деятельность при этом важнее ее результата. Аптер доказывает, что не может быть ничего промежуточного — либо вы находитесь в одном из этих состояний, либо в другом, переход скачкообразен.

Чистый смех без примеси сатиры, лиризма, любой целевой эмоции освобождает место для нецелевой, эстетической эмоции в чистом виде. Это и есть квинтэссенция парателического состояния. Катарсис традиционно обсуждается в связи с трагедией. А что если комический катарсис, связанный со смехом, действеннее трагического? Ведь то, что вызывает у нас страх, гнев, отвращение в серьезном состоянии, может стать поводом для веселья, когда мы несерьезны. Это прекрасно понимали во времена Аристофана, а во времена Менандра и Теренция понимание исчезло, и целевые эмоции замутили комедию.

Итак, лишь в чистом комическом искусстве полностью реализуются оба эстетических принципа — кантовский (целесообразность без цели) и шиллеровский (уничтожение содержания формой).



*Виктор Аллахвердов*

Санкт-Петербургский государственный университет

## **Осознаваемое и неосознаваемое научение<sup>7</sup>**

Под научением обычно понимается процесс повышения эффективности деятельности в результате упражнения, то есть многократного повторения одних и тех же действий. Особо оговаривают: научение отличается от обучения прежде всего тем, что не предполагает передачи знания от учителя (или учебника) к ученику. Иначе говоря, процесс научения — это повышение эффективности деятельности без получения какой-либо дополнительной информации о том, как эту деятельность надо выполнять. Но как это возможно? Научить живое существо можно только тому, что оно может делать. Слон, например, никогда не научится летать, даже если его очень долго тренировать. Но если животное может делать то, чему должно научиться, то почему ему надо учиться? Если оно не умеет этого делать (да еще и не получает никакого дополнительного знания о том, как совершать это действие), то как может научиться? Итак, уважаемые коллеги, я начну с парадоксального тезиса: из существующих психологических воззрений можно сделать вывод, что научение невозможно.

К учению применим парадокс получения нового знания, восходящий к Античности. «Как ученый может искать новые знания? — вопрошал Сократ. — Если он знает, что ищет, это не новое; а если не знает, то что же он ищет?» Парадокс Сократа применим не только к формированию навыка, но и в целом к обучению — к усвоению знаний. Если взрослый учащийся знает, о чем ему со-

---

<sup>7</sup> Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 20-013-00778 по теме «Поведенческие маркеры неосознанного различения собственных правильных и ошибочных ответов при решении когнитивных задач». Также записи выступления и дискуссии см.: Человек разумный? Черниговская Т. В. с Аллахвердовым В. М. Пятый канал // YouTube. URL: <https://m.youtube.com/watch?v=CUeuEQtseik> (дата обращения: 08.07.2021).

общает преподаватель, то такое сообщение не нужно, а если не знает, то оно тем более ему не нужно, ведь если бы оно ему было нужно, то он бы уже раньше все узнал — существуют же другие источники информации. Этот парадокс в полной мере относится и к формированию навыка. Поясню загадочность реального процесса научения на примере. Взрослому человеку предъявлялись десять лампочек так, что в ответ на их зажигание он должен был как можно быстрее нажимать на соответствующие клавиши. Оказалось, что научение не закончилось и после семидесяти пяти тысяч проб — время реакции испытуемого продолжало неуклонно уменьшаться. Чему именно в этом эксперименте научился испытуемый? Если он способен быстро нажимать на кнопки, то почему сразу не нажимает, а если не способен, то как может этому научиться? Если организм не может выполнить заданное действие, то он его не выполнит, сколько его ни учи, а если может, то ему незачем учиться.

Считается, что лучшее, что сделали бихевиористы, — разработали теорию научения. И в явном, и в не совсем явном виде эта теория до сих пор сидит в умах и в текстах многих учебников. Теория научения — золотой конек бихевиоризма. Но их построения, при всей тонкости экспериментальных процедур, при всей оригинальности некоторых полученных результатов, во-первых, никакой теорией не являются, а во-вторых, они просто неверны. Идея, что человек действует методом проб и ошибок и совершенствует свои результаты путем упражнения, путем многократного повторения собственных действий, является совершенно нелепой. Как в результате повторения одних и тех же действий можно повысить эффективность деятельности? Ведь если действия одни и те же, то эффективность просто не может повышаться. Как бы часто ни повторялись те же самые неумелые действия, они останутся теми же неумелыми действиями. А если действия не одни и те же, то в чем смысл повторения? Как человек, переходя в процессе научения от одних неумелых действий к другим, узнает, что эти другие неумелые действия лучше, чем первые?

Бихевиористы были потрясены, когда оказалось, что енота можно научить опускать одну монету в копилку, но ни при каких усилиях нельзя научить это делать с двумя монетами. Что в этом удивительного? Ведь они могли пробовать учить енота прыгать на Луну — он тоже не смог бы научиться. Повторю, сформировать

навык возможно только в том случае, когда организм способен выполнять требуемые действия, но если организм способен это делать, то зачем ему учиться?

На мой взгляд, беда теорий научения в том, что в них, как правило, ничего не говорится о сознании. Самое ценное для человека — сознание. Никто бы не согласился жить вечно пусть даже накормленным, одетым и окруженным заботой окружающих, если бы вся его вечная жизнь протекала бы в бессознательном состоянии. Однако о ценнейшем даре сознания все забывают. Политики, экономисты, эффективные менеджеры стремятся в лучшем случае обеспечить, скажем так, более или менее комфортную жизнь организму человека, но не его сознанию. Биологи почему-то заявляют, что главная цель человека, как и любого биологического существа, — выживание, хотя эта цель заведомо недостижима, нет никакого критерия, позволяющего решить, кто выживает лучше, — она противостоит человеческой культуре, показывающей, что ценности и идеалы, принятые сознанием, бывают дороже жизни. В любой культуре, оставившей заметный след в истории, всегда отвергалось, что люди как сознательные и социальные существа живут только для того, чтобы обеспечить себя хлебом насущным или для продолжения человеческого рода, или для достижения славы, прибыли или чего-нибудь подобного. Пожалуй, лишь военачальники (при всей моей нелюбви к их профессии и зачастую при всей их нелюбви к культуре) понимают, что для того, чтобы солдат был готов отдать свою жизнь на поле брани, необходимо манипулировать его сознанием. Но это исключение лишь подтверждает правило. Сознание может поддаться на манипуляции, но, если поймет, что им манипулируют, не простит этого никогда.

Психологи (а я и сам психолог) более других виноваты в том, что о роли сознания забывают. Ведь о сознании мы не знаем, ни что оно такое, ни как оно появилось, ни что оно делает. В недавнем интернациональном словаре по психологии так и написано: мол, единственно путное, что сказано о сознании, — это то, что пока о нем ничего путного не сказано. В огромном количестве психологических исследований последних десятилетий убедительно показано: все, что ранее считалось прерогативой сознания, вначале происходит неосознанно. Мы вначале неосознанно осуществляем смысловые преобразования, ставим перед собой цели, строим моральные суждения, оцениваем других людей, принимаем важней-

шие решения и только потом их осознаем. В исследованиях нашей группы, в частности, также были продемонстрированы уникальные возможности неосознаваемого: человек способен неосознанно воспринимать сигналы, о которых он осознанно ничего не знает; считывать, не осознавая этого, текст, настолько замаскированный, что он вообще не замечает, что ему был предъявлен какой-то текст; видеть второе значение двойственного изображения, которое ему никак не удастся осознать; способен почти мгновенно перемножать трехзначные числа и переводить даты в дни недели, искренне уверяя, что совершенно не умеет этого делать, и помнить многое из того, что он считает полностью забытым. Человек регистрирует сделанные им ошибки, даже когда их не осознает, и к тому же склонен их повторять. Наверное, каждый знает за собой какие-то слова, которые он постоянно неправильно набирает на компьютере, — это как раз пример неосознанной склонности к повторению собственных ошибок. При сенсомоторном обучении, как мы обнаружили, человек в начале обучения повторяет свои ошибки с точностью, превосходящей точность, достигнутую им в конце обучения после трех тысяч проб.

В итоге всех подобных исследований проблема сознания превратилась в трагедию. Зачем нужно сознательно принимать решения, если вначале они принимаются неосознанно? Зачем нужна сознательная переработка, если более полно и точно эта переработка осуществляется неосознанно? Тут обрадовались физиологи. Сознание не нужно — всю переработку информации, все решения принимает мозг, а сознание — некий ненужный эпифеномен. Просто (и так высказываются даже некоторые мировые звезды) о мозге мы говорим в третьем лице, а о сознании — в первом. Разумеется, это чушь. Иначе, как с ужасом восклицает Татьяна Владимировна [Черниговская], мы — всего лишь рабы собственного мозга.

Попробую выкрутиться из названных проблем. Итак, в сознание поступает только та информация, только те решения, которые уже содержатся в мозге. Обучение как процесс всегда неосознанно. Но именно сознание выбирает, что из огромного и разноречивого потока поступающей информации будет осознано, какие конкретно решения будут приняты. При этом сознание весьма консервативно. Мы осознаем только то, что понимаем. Приведу пример. В горах Малайзии случайно обнаружили плато, на кото-

ром жило племя, не имевшее никакого контакта с цивилизацией. Рядом с этим плато, как выяснилось, был аэродром, и над плато со страшным грохотом пролетали самолеты, но сами дикари самолетов не видели и не слышали. Сознание не терпит непонятного. Поэтому уже маленькие дети считают, что знают все. Как говорил великий детский психолог Жан Пиаже, малыши объясняют все, во что бы то ни стало. Почему Луна висит на небе и не падает на Землю? А потому, объясняют они, что прибита гвоздиками или висит на вешалке или просто потому, что темно. Они объясняют неправильно, но объясняют все! Они объясняют там, где взрослый может сказать: «Я не знаю». То, что не соответствует имеющимся у человека знаниям, людьми очень трудно воспринимается. Это хорошо подтверждается психологическими экспериментами, да и жизненным опытом. Как шутил Монтень, из всех богатств на Земле бог лучше всего распределил ум, ибо никто не жалуется на его недостаток. Трагедия обучения: если информация совпадает с моим знанием, она не нужна, а если не совпадает, я буду стараться ее отвергнуть, вытеснить.

Так как же и чему мы учимся? Посмотрим еще раз, как формируется навык. Допустим, организм способен выполнить действия, которым следует научиться. Но задача сделать именно это действие (например, максимально быстро нажать на кнопку) дана не организму, а сознанию. Однако сознание не умеет непосредственно отдавать моторные команды, а организм не умеет сразу принимать задачи, поставленные сознанием. Научение — это не тот случай, когда мозг или организм учатся выполнять заданные действия, а когда сознание учится так командовать организмом, чтобы они эти действия выполняли. В целой серии экспериментальных исследований нам удалось показать, что такой взгляд эвристичен.

Восприятие информации мозгом может происходить на очень больших скоростях. В 1980-е годы были популярны попытки воспользоваться этим и создать скоростное обучение. Обучающийся сидит в удобном кресле, полчаса смотрит на экран, на котором ему показывают красивые виды: водопад, бегущий табун лошадей и прочее. И одновременно на эту картинку накладываются страницы текста из учебника по сопротивлению материалов со скоростью сорок страниц в минуту. За полчаса человек просматривает несколько раз учебник по сопротивлению материалов. Сегодня

нас не очень удивит, что при этом человек неосознанно способен весь этот текст воспринять и запомнить. После этого, как уверяли разработчики, он в два раза быстрее выучивает этот учебник.

Помню свою беседу с одним из разработчиков системы обучения английскому языку за четыре дня. Он уверял, что его ученики неосознанно прекрасно владеют английским языком. «Но они могут им пользоваться?» — спросил я. «Но вот если к ним подойдет иностранец и с ними заговорит, — отвечал разработчик, — то вполне возможно, что, к собственному удивлению, они смогут ему ответить. Но возможно, и нет». Я бы сравнил эту ситуацию с исследованиями современных физиологов. Физиологи строят потрясающие конструкции, показывающие удивительную приспособленность мозга к быстрой и объемной переработке информации. «Вбить» информацию в мозг можно. Но в конструкциях физиологов есть одно слабое место — они не могут сказать, что с этой информацией будет делать сознание. А учится, как я пытаюсь все время сказать, не мозг, а сознание.

Что же такое сознание? У меня, разумеется, нет возможности говорить об этом хоть сколько-нибудь подробно, поэтому я ограничусь метафорой. Сознание — это такая «структура» в мозге, которая призвана управлять работой всего мозга. Если угодно, это генеральный менеджер мозга. Само сознание не получает непосредственно никакой информации — лишь в очень специфической форме оно может получить ее только от подчиненных ему отделов; эти же отделы готовят разные варианты принятия решений. Сознание чаще осуществляет выбор вариантов, чем само их конструирует. Поэтому ничего удивительного, что мы регистрируем неосознанный прием, хранение, переработку информации и даже регистрируем факт наличия будущего решения — до того, как оно будет осознано. При этом некоторые нижележащие отделы мозга способны решать отдельные задачи, вообще ничего сознанию не сообщая. Сознание проверяет работу разных отделов и при этом его вмешательство выдает как поразительные прорывы в познании к реальности, так и ведет к построению мифов. Благодаря собственному сознанию человек даже может настолько оторваться от реальности, что окружающие начинают воспринимать его как сумасшедшего.

Сознание стремится поддерживать и всеми возможными способами охранять однажды созданный взгляд на мир. И, кста-

ти, задача общества — созидать социальные институты и нормы, призванные поддерживать это стремление сознания. Если такой поддержки не будет, а она пока складывается исключительно стихийно, человек никогда не будет чувствовать себя счастливым и благополучным. Всю свою жизнь человек пытается ответить на вопрос, кто я такой, всей своей жизнью человек пытается доказать самому себе, что он действительно такой, как сам о себе думает.

Системы образования должны выполнять другую задачу — корректировать и иногда даже менять сложившийся взгляд на мир. Это благородная и очень трудная задача. Как отнестись с уважением к тому, как и о чем человек думает, и побудить его при этом думать иначе? Никакие «стандарты образования» не помогут. Могут помочь только мудрые учителя. Поясню на примере из истории психологии. Все первые психологи — Фехнер, Вундт, Гельмгольц, Эббингауз и т. д. — были немцами. Я долго не понимал почему. Потом понял. Если министр просвещения Франции мог по часам сказать, когда во всех школах переходят от одной темы к другой, то в Германии каждый профессор читал свой собственный курс, то есть мог читать все, что он хотел. А уже студенты, «ногами» (и не всегда справедливо) выражали свое мнение об этом курсе.

Маленькое отступление о том, что студенты не всегда справедливо выражают свое отношение. Гельмгольц — самый универсальный гений, прикасавшийся к психологии. Физик, врач, физиолог, математик, философ, открывший закон сохранения энергии, измеривший скорость прохождения нервного импульса по нервной ткани, один из создателей неевклидовой геометрии. Но, говорят, он плохо читал лекции, студенты на его лекции не ходили. И все-таки это во многом проблема студентов. Однажды к нему на лекции записались всего четыре человека. Одна девушка, которая не зря записалась, — позднее она стала фрау Гельмгольц. И три юноши — двое из них (Макс Планк и Макс фон Лауэ) позже стали лауреатами Нобелевской премии, третий — Генрих Герц просто не дожил до этой премии. Я думаю, они хорошо понимали, зачем выбрали лекции Гельмгольца.

И именно в атмосфере свободы лучше всего появляются не только новые идеи, но и новые науки. Поэтому, если мы хотим свежести в идеях, то прежде всего надо дать свободу преподавателям.

## Дискуссия

*Татьяна Черниговская.* Спасибо огромное. Как всегда, блестяще. Известный бунтовщик, Аллахвердов. Коллеги, милости прошу. Вот, слышу из зала: если преподаватель не Гельмгольц? Тонкий вопрос. Если преподаватель не Гельмгольц, то что тогда?

*Виктор Аллахвердов.* Надеюсь, лучше Гельмгольца.

*Святослав Медведев.* Если сознание — «структура» мозга, как вы определили, то, пожалуйста, — координаты, размеры?..

*Виктор Аллахвердов.* Спасибо большое, но я думаю, что это скорее ваша задача. Когда мы сможем вам сказать, что эта «структура» делает... А пока и мы говорим это очень плохо, и вам этого не найти...

*Татьяна Черниговская.* В этом-то логическая петля, потому что психология не может нам задать вопрос, а мы, соответственно, не знаем, что там искать. В любом случае слово «структура» в нашем смысле [физиологическом] — тогда покажите где?

*Виктор Аллахвердов.* Это метафорически, конечно.

*Татьяна Черниговская.* Мы говорим «человек разумный» и предполагаем у себя свободу воли, то есть мы, будто бы делаем что хотим, а так ли это на самом деле? Многочисленные научные данные свидетельствуют, что сама наша нейронная сеть обладает, условно говоря, собственной свободой воли, то есть она довольно много всего делает сама, и иногда дает себе труд сообщить об этом нам. А нам кажется, что наша деятельность выполняется нами сознательно и продуманно, но на самом деле выполняется нашим подсознанием. Это парадокс: зачем вообще тогда сознание нужно?

*Виктор Аллахвердов.* Практически все, что мы обычно считаем достоянием сознания, делается вначале неосознанно. Кое-что потом осознается. На вопрос, зачем эта некоторая часть освещается лучом сознания, нет не только ответа, но и приближения к нему. Каждый знает, что такое осознанность, но что эта осознанность делает, зачем она нужна — неведомо.

Если дать человеку ряд знаков и попросить его их запомнить, то какие-то он запомнит, какие-то — нет. И если знаки, которые он не запомнил, будут предъявлены ему в следующем ряду, он их воспроизведет хуже. Это значит, что человек помнит, какие знаки не воспроизвел, чтобы снова не воспроизводить. То есть помнит то,

что ему «не надо» воспроизводить. Не осознавая этого, мы проводим огромную переработку информации и хорошо ее различаем.

*Татьяна Черниговская.* Мы — это не мы, это наше подсознательное?

*Виктор Аллахвердов.* Подсознательное, бессознательное...

*Татьяна Черниговская.* Получается, что мозг должен сначала запомнить вообще все. Тут я согласна: мозг запоминает абсолютно все. И запоминает то, что сделал неправильно. Зачем он должен запоминать лишнюю информацию?

*Виктор Аллахвердов.* Попробую пояснить, зачем это может быть выгодно. Возьмем пример: я говорю слово «Наполеон», и тут же возникает некое ощущение, воспоминание. Это только что возникшее ощущение, представление сразу же начнет меняться. Все, о чем мы думаем, постоянно изменяется — течет непрерывным потоком, как говорил Джеймс [Уильям]. А неизменным остается то, о чем я запретил себе думать в этот момент: думая о Наполеоне-человеке, я не думаю о коньяке «Наполеон», о пасьянсе, торте...

*Татьяна Черниговская.* «Не думай о белой обезьяне»?

*Виктор Аллахвердов.* Это немножко другой момент. Почему человек, получивший инструкцию «не думай о белой обезьяне», начинает о ней думать? Потому что если он всерьез принял эту инструкцию, то он должен проверить, — действительно ли он не думает о белой обезьяне и тем самым нарушает правила. В этом смысле запретительные инструкции опасны и порождают огромное число ошибок. Если, скажем, написать слово «зеленый» красным цветом и попросить испытуемого сказать, каким цветом написано, то это вызывает сложности [тест Струпа], поскольку мы проверяем, а не читаем ли мы слова, при этом чтение — автоматический процесс.

Ошибки определяют ситуацию, в которой мы находимся, — мы ее стабилизируем. То, что однажды было «решено» не осознавать, в аналогичной ситуации также, скорее всего, нами не будет осознаваться. Но, допустим, мы меняем контекст — мы договорились, что выпьем по рюмке коньяка «Наполеон», и в этот момент мы уже не думаем о Наполеоне-человеке. Изменение контекста изменяет все до этого наложенные негативные запреты.

*Татьяна Черниговская.* А что будет происходить, если «убрать» сознание, например, при гипнозе?

*Виктор Аллахвердов.* Трудно сказать, но все же гипноз не полностью «убирает» сознание, он изменяет ситуацию. Если человек в обычной ситуации думает, что он чего-то не умеет — к примеру, производить сложные вычисления на глаз, — то под гипнозом может оказаться, что умеет это делать и отличает правильный ответ от неправильного. Но и понятие «правильный» — это ведь тоже вещь условная. Ошибка «изнутри» не является ошибкой, это некое принятие решения, правильное с той точки зрения, с которой оно было принято.

*Татьяна Черниговская.* Хорошо, а если говорить о самой обычной жизни человека, вне всяких экспериментов, как он принимает решения? Из работ нобелевского лауреата [Даниэля] Канемана, который «соединил» экономику и когнитивистику, мы знаем, что человек, принимающий какие-то решения экономического плана, — это вовсе не «человек разумный», а «человек эмоциональный», «человек импульсивный» и так далее... Но каждый, наверное, за собой замечал: «А вот сделаю так — и все тут!» С точки зрения психолога, это что?

*Виктор Аллахвердов.* Я совершенно убежден, что эмоции рациональнее логики, потому что они порождаются сличением ожидаемого с действительным, а процесс сличения — технический, процесс, имеющий алгоритм. Именно поэтому, решая достаточно сложную задачу, человек испытывает эмоциональное предвосхищение ее решения за несколько секунд до того, как ее решит.

*Татьяна Черниговская.* Тогда встает леденящий вопрос: а личность, вообще, есть?

*Виктор Аллахвердов.* Действительно, мы сталкиваемся с парадоксом. Любое действие человека детерминировано. Свободное действие ничем не детерминировано. Как это соединить? Никто не знает, что такое свобода. Чем вызвано наше поведение? Средой? Ситуацией? Генетически? Если да — свободы нет. Если наше действие ничем не вызвано, то оно не может быть совершено. И здесь как раз и начинает появляться ощущение, что сознание — это нечто совсем не то, что мы о нем думаем.

Первое, что можно сказать: сознание течет непрерывным потоком, постоянно изменяется, поэтому если давать человеку неизменную стимуляцию, то она ускользает из сознания, то есть сознание должно постоянно с чем-то работать. Все неизменное исчезает из сознания или трансформируется. (Первые же экспери-

менты, связанные с сенсорной изоляцией, которые проводились еще в 1950-е годы, пришлось прекратить, потому что испытуемые через некоторое время начинали галлюцинировать и это становилось опасным.)

Второе: сознание все упорядочивает, пытается избавиться от противоречий, приписывает случайным явлениям статус закономерного. Оно «наводит порядок», зачастую неправильный, но то, что оно придумывает, для него становится очень важным, и оно все время доказывает самому себе, что это правильно. Мы всю жизнь доказываем себе, что мы действительно такие, как придумали. Человек все время занимается самоподтверждением — своих гипотез, своих представлений, и во многом выработанные человеком представления, наложенные на мир, определяют то, что он делает, и это в определенной мере детерминирует его поведение. (Это еще не ответ на проблему свободы воли, но «там» можно искать.)

Сознание — один из управляющих механизмов, который, на мой взгляд, способен «внедраться» во все, что делает бессознательное, и иногда даже внедряется в работу тех механизмов, которые обеспечивают нашу жизнедеятельность (может приводить к разрушительным последствиям, поскольку мы вмешиваемся, не всегда зная, как надо это сделать). И очень важно то, что сознание конструирует окружающий мир — мы живем в своих конструкциях, и эти конструкции во многом оторваны от этого реального мира, но не совсем.

*Татьяна Черниговская.* Но и как выглядит этот мир, никто не знает.

## ВЫСТУПЛЕНИЯ НА ЗАСЕДАНИИ «КОГНИТИВНЫЕ СЕТИ МОЗГА: ТЕОРИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ»<sup>8</sup>



*Олег Кузнецов*

### **Сложные сети и когнитивные науки**

Мой доклад посвящен сложным сетям и их связям с когнитивными науками, хотя об этих связях Константин Владимирович Анохин будет говорить более подробно.

Исследование различных сетей является одним из мировых трендов, речь идет и о вычислительных сетях, и об интернете, о социальных сетях, различного рода виртуальных сетях и так далее. Важно то, что сложные (или большие) сети потребовали, с одной стороны, нового математического языка, а с другой стороны, как выяснилось (что для математиков не является неожиданностью), задачи, возникающие в самых разных областях, могут обсуждаться на одном и том же языке, правда, существенно новом — об этом я и буду говорить.

Для начала немного простых сведений. Традиционно основным аппаратом исследования сетей является теория графов. Если гово-

---

<sup>8</sup> См. записи выступлений и дискуссий: Заседание «Когнитивные сети мозга: теория и моделирование» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 223). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 10.06.2014. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivn-istika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/kognitivnye-seti-mozga> (дата обращения: 08.07.2021).

речь просто: графы — это точки, соединенные линиями. Точки в математике принято называть вершинами, в прикладных науках их часто называют узлами, линии называют ребрами или дугами. Ребра могут быть ориентированными — и тогда граф ориентированный, тогда у ребра есть начало и конец; могут быть неориентированными — тогда направление несущественно. Для нас важны некоторые понятия теории графов, о которых скажем очень коротко. Понятие пути. Длина пути — длина не геометрическая, длина в графе — это число ребер. Надо сказать, что графы называют топологическим объектом, то есть это объект, свойства которого не изменяются при растяжениях и сжатиях без разрывов и склеиваний, поэтому не важны ни длина ребра, ни его форма, ни углы между ребрами, никакие геометрические характеристики не нужны, — важно только, соединены две вершины ребром или нет. Еще одно понятие — полный граф. Это граф, где любые две вершины соединены ребром, то есть все возможные соединения произведены. Полные подграфы принято называть кликами. Случайный граф — это граф, в котором каждое возможное ребро существует с некоторой вероятностью  $p$ . Если  $p = 1$ , то получим полный граф. Очень важное понятие — понятие связности: граф называется связным, если любые две вершины соединены каким-то путем, и несвязным, если между некоторыми вершинами пути нет. Со случайными графами наблюдается очень интересная и несколько неожиданная вещь: переход от несвязности к связности для случайного графа может происходить резким скачком. Это то, что в физике называется фазовым переходом.

Современная математика вынуждена заниматься очень большими сетями. Это графы, содержащие десятки тысяч вершин, миллионы вершин. Стандартный пример — это интернет, социальные онлайн-сети. Но примеры таких сетей можно обнаружить в самых разных областях: генетические сети, карты соединений нейронов мозга — коннектом, сети авиационных линий, энергетические сети. Или, например, сети цитирования. Представим себе двух авторов: если один цитирует другого, значит, их можно соединить ориентированным ребром — возникает сеть ссылок.

О сложных сетях уже не очень удобно говорить на стандартном языке графов. Это слишком крупный объект, чтобы рассматривать отдельные вершины, отдельные пути. Приходится вводить другие понятия. Это так же, как, скажем, в термодинамике: мы можем говорить о движении молекул, а можем говорить о тем-

пературе, то есть о макрохарактеристиках, о случайных характеристиках и так далее.

Вот некоторые основные понятия, которые нам понадобятся. Кластеры: можно сказать, что кластеры — это подграфы, близкие к полным. Или, иначе, это такой подграф, где связей внутри больше, чем связей, соединяющих этот подграф с другими частями графа, то есть существуют некоторые области сгущения. Очень важны статистические характеристики больших сетей: средняя степень вершины (напомню, что степень вершины неориентированного графа — это число ребер, соединяющих вершину с другими вершинами); средняя длина пути; распределение степеней вершин; коэффициент кластеризации. И, наконец, это хабы (термин, изначально используемый в авиалиниях, — крупные пересадочные пункты) — вершины с очень высокими степенями.

Специальный интерес представляют некоторые классы сложных сетей, о которых мы поговорим немного подробнее.

Регулярные сети — это сети, которые в любом своем месте устроены одинаково. Простейший пример — это квадратная решетка. Любой пол, выложенный плиткой — то ли треугольной, то ли квадратной, то ли шестиугольной, — это тоже регулярная решетка. Существенной особенностью регулярных сетей является то, что средняя длина путей линейно зависит от числа вершин.

Сети тесного мира устроены иначе. Это сети, в которых средняя длина пути слабо зависит от числа вершин, то есть сравнительно мала, даже если число вершин велико. Типичный пример — сеть знакомств, в которой вершины соответствуют людям, и две вершины соединены ребром, если соответствующие люди знакомы. Известен тезис о шести рукопожатиях, подтвержденный экспериментально: любые два жителя Земли в сети знакомств соединены цепочкой, длина которой (число ребер) почти всегда не больше шести. Еще три примера. Первая сеть — сеть знакомств американских актеров, в которой под знакомством понимается «сняться в одном фильме»; в ней 225 тысяч актеров, средняя степень равна 61; это означает, что каждый актер встречался в среднем в одном фильме с 61 актером. Второй пример — обычная энергетическая сеть, начиная от точек генерации, электростанций, кончая трансформаторами и подстанциями; здесь почти 5 тысяч вершин, и средняя степень вершины сравнительно невелика. Третий пример — детально изученная нервная сеть червя *C. Elegans*,

содержащая 302 нейрона, со средней степенью, равной 14. Все это примеры сетей тесного мира.

Наконец, безмасштабные сети. Их важное свойство — самоподобие, то есть любой фрагмент безмасштабной сети устроен примерно так же, как устроена вся сеть, при том что это не решетка. Оказывается, очень многие естественно возникающие сети — социальные, коммуникационные, цитирования ссылок в интернете и прочее — хорошо моделируются безмасштабными графами. Очень важная в прикладном плане отличительная черта безмасштабных сетей — существование узлов-концентраторов, то есть хабов, степени которых очень велики. Таких хабов относительно немного, но именно они гарантируют важные свойства этих сетей; например, это очень высокая устойчивость к случайным повреждениям.

То, о чем говорилось до сих пор, — это структура графов, их статика, или, как еще говорят, топология. Это вершины и связи между ними. Но как раз в когнитивных задачах не менее важна динамика этих сетей. Существуют два основных аспекта динамики. Это динамика топологии, то есть те изменения, при которых меняется структура сети, появляются новые вершины, появляются связи — может быть, с новыми вершинами, может быть, они меняются у старых вершин и т. д. При этом можно говорить о двух основных процессах динамики топологии — это модели роста и модели случайной эволюции (два слова скажу и о том, и о другом). А если топология фиксирована, то динамика заключается в том, что внутри самой сети при неизменных связях и вершинах что-то меняется внутри, то есть изменяются какие-то состояния. И здесь можно говорить о двух основных классах динамических сетей. Это потоковые модели, в которых распространяется некоторый ресурс (неважно какой, это может быть какой-то материальный поток или энергетический поток); как правило, там выполняются некие законы сохранения. Второй класс динамических сетей, о котором я буду говорить более подробно, — это распространение активности. Можно отметить, что для биологических объектов динамика топологии — это процессы развития, это относительно медленное время, а динамика состояния — это, как правило, динамика текущих процессов, то есть это относительно быстрое время.

Пример модели роста — модель предпочтительного присоединения. Это процесс, где на каждом шаге мы соединяем вершину с некоторым фиксированным числом других вершин, и вероятность соединения с некоторой вершиной тем больше, чем боль-

ше степень этой вершины. Это означает, к примеру, что возникает феномен так называемого клуба богатых (то есть «богатый становится богаче»: чем больше степень у вершины, тем больше вероятности, что к ней присоединится еще одна вершина и ее степень увеличится). Оказывается, что в результате этого процесса возникают те самые безмасштабные сети. Хотя моделей предпочтительного присоединения довольно много, вероятность соединения может быть разной, но идея одна и та же, то есть принцип «богатый становится богаче». Это напоминает и в какой-то степени соответствует известному и старому, конца XIX в., принципу Парето, который, говоря об экономике, установил закономерность, что, как правило, 20 % населения контролирует 80 % богатства.

Рассмотрим теперь модель случайной эволюции, которая приводит к сетям тесного мира. Предположим, мы имеем кольцевую решетку и начинаем делать то, что называется случайным перемонтажом: не меняя число связей и число вершин, некоторые связи начинаем случайным образом «перекидывать». Возникают так называемые шунты, то есть связи, которые резко сокращают пути. В результате этой процедуры через некоторое время возникает сеть тесного мира, то есть при той же кольцевой структуре средняя длина пути резко уменьшается. Расстояние от одной вершины до другой в среднем становится существенно меньше. Так возникает сеть тесного мира.

Теперь более подробно я хотел бы поговорить о сетевых моделях распространения активности. Начну с классической и высокоцитируемой работы Марка Грановеттера, опубликованной в 1973 г., когда не было интернета и про социальные сети слышали только профессионалы. Социальные сети изучались еще с 1950-х годов, но, как правило, до Грановеттера изучались малые группы, потому что малые группы хорошо поддаются изучению. Грановеттер впервые рассмотрел связи между малыми группами. Он исходил из нескольких предположений. Есть сильные и слабые связи: сильные связи есть между людьми, которые постоянно взаимодействуют (причем знак взаимодействия неважен — это могут быть и какие-то враждебные отношения, и дружественные — важно, что это взаимодействие постоянное, то есть это люди одной малой группы), слабые связи — это эпизодические связи между людьми разных групп. В большой социальной сети существуют локальные «мосты», то есть ребра, удаление которых сильно изменяет длину некоторых

путей. Считается, что сильная связь смежна еще хотя бы с одной сильной связью, то есть она никогда не «висит» среди слабых. При этих предположениях справедлив тезис, который можно считать теоремой Грановеттера: ни одна сильная связь не является «мостом», то есть «мостами» являются только слабые связи. А из этого следует, что взаимодействие локальных групп, то есть связь между тем, что мы называли раньше кластерами, происходит по слабым связям, а не по сильным. И поэтому вероятность успешной передачи чего-то — какого-то ресурса, какой-то информации, слуха, инновации, еще чего-то — гораздо сильнее пострадает от удаления слабой связи. По сильным связям мы ходим внутри каких-то локальных групп, а чтобы связь распространилась далеко, она должна пройти некоторое количество слабых связей.

Грановеттеру даже не пришлось производить свои опыты — он сослался на уже упомянутую теорию шести рукопожатий, среди авторов которой — социальный психолог Стэнли Милгрэм. Интересен эксперимент Милгрэма, проделанный в 1960-х годах. Он состоял в следующем: участникам были розданы буклеты с просьбой отправить их некоторому неизвестному лицу по некоторой цепочке знакомств; было разрешено выбрать из двух категорий — друзья или знакомые, сильные или слабые связи. В одном из исследований белых отправителей попросили передать буклет, где в качестве цели выступал темнокожий (заметим, что это были 1960-е годы, когда сегрегация еще была довольно сильна). Ясно, что должна была быть какая-то передача от белого к темнокожему в какой-то момент. И важна первая передача. Так вот, в 50 случаях, когда белый считал темнокожего просто знакомым, цепочка завершалась успешно, а если он опрашивал буклеты темнокожему другу, показатель успешности завершения падал в два раза. То есть слабая связь оказывалась в два раза эффективнее в смысле передачи.

Или вот еще пример, совсем другой. Эксперимент был проведен в одной мичиганской школе. Каждого школьника просили назвать восемь приятелей в порядке предпочтения и после этого делали два замыкания этих списков: по первым-вторым и седьмым-восьмым. Для первых-вторых выписывали их первых-вторых, а для седьмых-восьмых выписывали их седьмых-восьмых, то есть слабые связи, самые слабые, — и вот, список седьмых-восьмых оказался намного длиннее. То есть передавать информацию лучше не через своих ближайших друзей, а через дальних.

Социологический вывод Грановеттера заключается в том, что чем больше локальных «мостов» существует в сообществе, тем оно оказывается более сплоченным и тем выше способность его членов действовать сообща. То есть слабые связи с большей вероятностью соединяют членов различных малых групп, чем сильные. А сильные связи, которые способствуют формированию сплоченности на локальном уровне, на макроуровне приводят к фрагментации. Ну и понятно, что удаление слабых связей просто делает социальную сеть несвязанной.

Еще одна, не менее классическая, модель Грановеттера — это пороговая модель коллективного поведения. Понятнее всего эту модель рассматривать как модель возникновения беспорядков. Представим себе: люди вышли на площадь и готовы действовать, но готовность у разных людей различная. Существует некоторый порог. Есть инициаторы, или подстрекатели, которые готовы действовать без того, чтобы их кто-то подталкивал, а есть люди, которые смотрят, как действуют другие; кому-то достаточно, чтобы двое возбудились, он будет третьим; кому-то нужно, чтобы половина возбудилась, а кто-то не возбудится никогда. То есть у каждого выбор действовать возникает при наличии некоторого порога. Рассмотрим некоторую равномерную модель: первый человек имеет порог «ноль» — это подстрекатель; потом есть человек с порогом «один», есть человек с порогом «два», с порогом «три» и т. д. Может возникнуть эффект домино, но если убрать хоть одного человека из этой цепочки, то процесс дальше не пойдет. Теперь представьте: есть некий город, на его площади вышла некоторая выборка людей; если в городе одно распределение порогов, то эта выборка будет случайной. На какой-то площади пороги распределятся так, что возбуждение пройдет по всей толпе, где-то оно оборвется в самом начале и т. д. То есть при одном и том же распределении порогов беспорядки могут либо произойти, либо нет. Кроме того, дело еще в размере популяции. Если в небольшом городе выборка может произойти однажды, то в большом городе этих малых инцидентов будет больше, и вероятность того, что хотя бы в одном случае процесс пойдет до конца, гораздо сильнее. И понятно, что связи между этими группами в одном городе — это слабые связи.

Теперь совсем другой сюжет, связанный с распространением активности, — процесс, называемый перколяцией. Он известен в физике и нефтедобыче. Перколяция — это просачивание. Пред-

ставим себе: у нас есть губка, мы на нее сверху льем воду, и вода снизу появится не сразу. Губка состоит из пор, эти поры постепенно начинают заполняться водой, и постепенно образуется путь между порами — когда образуется путь от верха до низа губки, тогда и произойдет протекание. С нефтедобычей это связано потому, что нефть тоже находится в пористых породах и там тоже важно учитывать эти процессы при закачке воды, вытеснении нефти и т. д. И эта же задача решается в теории случайных графов в двух вариантах: в первом — когда мы считаем, что просачивание идет по вершинам, и во втором — когда просачивание идет по ребрам, по связям. Содержательно — это примерно одно и то же, а математика и конкретные числа немного разные. Какие задачи надо решать? Прямая задача: какова доля занятых элементов решетки, при которой возникает путь от верхнего края до нижнего? То есть нужно создать путь. Обратная задача связана с устойчивостью сети: какова вероятность того, что удаление хотя бы одного элемента разорвет этот путь и сделает возникающий граф несвязным? В теории перколяции кластером называется связный подграф, и перколяционный кластер — это кластер, который в конечной решетке образует путь от верхнего края решетки до нижнего. Порог перколяции — это доля занятых узлов, при которой возникает перколяционный кластер. Теория перколяции вычисляет эти пороги. Очень важно, скажем, в коммуникационных сетях считать обратную задачу: какую долю узлов надо удалить, чтобы перколяционный кластер развалился, потому что это говорит об устойчивости сети: чем больше эта доля, тем надежнее эта сеть. В этой же связи надо упомянуть безмасштабные сети, которые с точки зрения теории перколяции — это перколяционные кластеры, а с точки зрения модели Грановеттера — это сети с большим количеством локальных «мостов».

Сети тесного мира — это как раз сети, в которых активность распространяется очень быстро, потому что длины путей между любыми двумя вершинами невелики. Авторы этой теории Дункан Джеймс Уоттс и Стивен Строгац предложили простую модель распространения инфекций и показали, что именно в сетях тесного мира инфекции, увы, распространяются особенно быстро<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Это убедительно показала пандемия COVID-19. — *Примеч. О. Кузнецова от 2021 г.*

Еще один сюжет. Целая концепция, рожденная группой физиков, описана в книге, перевод которой недавно вышел в нашей стране, — это книга Пера Бака «Как работает природа». Эта концепция заключается в том, что эволюционирующие системы эволюционируют скачками. Большинство изменений происходит не путем плавных постепенных переходов, а через катастрофы: возникает некоторое критическое состояние, после которого происходит, так сказать, «взрыв», идут «лавины», наблюдается бурное распространение активности. Потом сеть успокаивается. Через некоторое время вновь происходит накопление критичности, снова возникают критические точки и снова идут какие-то «лавины». Причем это «самоорганизованные» вещи. Потому что эту систему никто как бы не «организует», за исключением того, что «сверху» в нее что-то поступает. Равновесные системы являются линейными, малому воздействию соответствует малый отклик, в итоге система все равно приходит в равновесие, а для природы наиболее типичны неравновесные системы, где состояния равновесия перемежаются «взрывами», скачками, мини-катастрофами, а иногда и макси-катастрофами.

И когда физики искали физическую модель для этой системы, они решили, что в этом качестве хорошо подходит куча песка. Представим себе: мы сыплем сверху песок, на каком-то этапе он немножечко копится сверху, а потом края кучи начинают обрушиваться; в разное время они могут затронуть разное число песчинок — может возникнуть лавина, которая свалит какую-то часть песка до самого низа, а может быть, будут задеты лишь несколько десятков песчинок и т. д.

Оказалось, что очень хорошая математическая модель для этого песка — клеточный автомат. Что это такое? Это решетка, как правило, квадратная (хотя не обязательно), где в каждой клетке находятся некоторые автоматы, имеющие четырех соседей, — левого, правого, верхнего и нижнего. Алгоритм работы такой: предположим, что у каждого автомата есть порог, например — три, в него падают песчинки, и когда их число в автомате превосходит порог, он обрушивается — то есть отдает свои песчинки соседям, а сам обнуляется. Предположим, в центральную клетку с порогом три упала песчинка, происходит обрушение: в середине — ноль, рядом появляются новые четверки, они обрушиваются — и пошла лавина, но в какой-то момент она стабилизируется. Эта модель на-

зывается абелевой. Математикам этот термин знаком, он означает, что процессы здесь коммутативные, то есть не зависят от порядка. Процесс может быть как параллельным, так и последовательным. Независимо от того, в каком порядке все это происходит, результат один и тот же: устойчивое состояние будет одним и тем же. В критическом состоянии наблюдаются лавины всех размеров, и, что удивительно, распределение кластеров всех размеров, то есть доля лавин, тоже имеет степенное распределение.

С этой моделью сходно одно математическое развлечение — «стрельба фишек» (*chip-firing*): в каждой вершине есть фишки, вершина может «выстрелить», то есть передать фишки по одной на каждое выходящее ребро, если число выходящих ребер не меньше, чем число фишек. Игра заключается в том, чтобы выбрать вершину, которая будет «стрелять». Но выясняется, что игры тут особой нет, потому что эта ситуация тоже коммутативная: какую вершину ни выбери, в итоге либо некоторый процесс пройдет и остановится, либо он заикнется и будет периодически повторяться. Здесь тоже есть соответствующая математика: есть оценки того, какова длина перехода в устойчивое состояние и т. д. Доказано, что выбор ходов неважен, так же как и в клеточном автомате. Аналогии здесь очевидны: «стреляющие» вершины — аналог критической клетки, правило «выстреливания» — это правило обрушения, абелевость — там и там.

Что объединяет все эти вещи и зачем я все это рассказываю на семинаре под названием «Когнитивные сети мозга»? Первая идея, которая их объединяет, — это идея всеобщей связности. Заметим, что и Грановеттера интересует связность, и в перколяции главный вопрос — это образование связности, то есть образование пути сверху вниз и т. д. Вторая идея — это идея критического состояния: это точки равновесия, это порог перколяции, это критическая клетка и то, что в физике называется фазовым переходом. И, наконец, их характеризует степенное распределение — кластеров, лавин, подграфов с сильными связями.

Какое отношение эти сложные и большие сети имеют к когнитивным процессам? Естественно, идея заключается в том, что наша ассоциативная память имеет сильные и слабые связи. Современная нейрофизиология вполне овладела этим языком. Нейронные патологии описываются в тех терминах, которые я здесь приводил (например, болезнь Альцгеймера — это потеря свойств

тесного мира, увеличение длины путей в графе, изменение хабов и т. д.). Если для представителей других когнитивных наук исследование мозга интересно само по себе, то для нас, специалистов по искусственному интеллекту, мозг не является единственным преобразователем информации, для нас интересны те механизмы мозга, которые отличают его от компьютера, — это первое, о чем я хотел сказать. И второе: сетевой язык, который сейчас в нейрофизиологии, насколько я понимаю, становится основным, и который совершенно неизбежен, и который обязательно привнесет еще много интересных данных и сведений, на мой взгляд, не является окончательным. Похоже на то, что этот сетевой язык — это язык, так сказать, синтаксиса мозга, он не касается семантики.

Пока мы говорим об активности, но не говорим об информации, мы пока еще не умеем интерпретировать сетевые характеристики коннектома, которые мы видим, в информационных терминах, и не факт, что этого языка будет достаточно. Поэтому мне хотелось бы отметить, что для нас, создателей информационных интеллектуальных технологий, загадки мозга представляют особый интерес. Например, скорость передачи сигнала в мозге в миллионы раз медленнее, но какие-то задачи человек решает не хуже компьютера. Можно себе представить, насколько эффективными могли бы быть информационные технологии, если бы мы в них могли вложить некоторые механизмы мозга. Что я имею в виду? Первичность образной системы: образы человек обрабатывает быстро, а компьютер их обрабатывает медленно. Медленно — не в смысле физического времени, а в смысле огромного количества последовательно выполняемых действий (другое дело, что за счет своих скоростей эта медленность числа действий компенсируется экономией физического времени). Целостность: совершенно загадочное с алгоритмической точки зрения явление, которое очень трудно формально описать, но тем не менее приблизительно мы понимаем, что это такое — то, что называется гештальтом. Вот хороший пример: предположим, пока вас не было, кто-то заменил вашу входную дверь, вы пытаетесь ее открыть, но обнаруживаете, что с ней «что-то не так» (то ли ручка переставлена, то ли она стала немного тяжелее, но «что-то не так»), на то, чтобы понять, что именно не так, нужно время, но это вот «что-то не так» обнаруживается моментально. Как это формализовать? То есть с компьютерной точки зрения надо описать свойства двери и все их

просканировать. Но даже у компьютера на это, во-первых, уйдет огромное количество времени по числу действий, а во-вторых, каков вообще объем базы знаний про все объекты, с которыми мы так или иначе имели дело? Каков список этих свойств? Ясное дело, что наш мозг этих списков не имеет и уж точно ничего не сканирует. Как мозг записывает и хранит информацию? В мозгу нет центрального процессора. Одна из загадок мозга — кто «выводит на экран», где этот «экран»? Процессы в нейронной сети мы каким-то образом видим сначала сами, а потом каким-то образом передаем это другим. И каким образом медленный мозг умеет быстро искать в своей огромной памяти? Чем объясняется поразительная загадочная эффективность ассоциативного поиска?

И наконец, много говорят о том, как человек умеет узнавать, распознавать и гораздо меньше говорят о том, что человек умеет быстро рассуждать. И очевидно, что он рассуждает не так, как учит нас рассуждать математическая логика, потому что математическая логика заставляет разбивать рассуждение на огромное количество последовательных шагов, которые человек, разумеется, в реальном времени проделать не может, не говоря уж о том, что большинство людей этой техникой просто не владеет. Тем не менее человек умеет быстро рассуждать, он умеет рассуждать за счет огромного количества стандартных схем. Но тогда спрашивается: как он умеет быстро находить нужную схему среди десятков тысяч?

Если подводить итог, то, с моей точки зрения, вот краткий список основных задач, которые мозг решает эффективнее компьютера: это быстрая обработка образов, это категоризация, это узнавание в разных ракурсах, узнавание на основе сходства, а не тождества, это целостное гештальтное восприятие и умение восстановить целое по части, это определение релевантности и умение отделять существенное от несущественного, это быстрый доступ к нужному содержанию, это быстрое рассуждение на основе схем.

Попытки провести аналогии не очень успешны. Нейрофизиологи говорят о структурном уровне рассмотрения — понятно, это граф, и о функциональном — это некоторые функции, исполняемые в этой сети. В компьютере все просто: функциональный уровень — функциональные блоки, исполняемые программы; структурный — это уровень аппаратуры, до которого ни один пользователь не «опускается». Структурный уровень за 50 лет изменился неузнаваемо: от огромных ламповых схем, занимающих

целые залы, до чипов. А функциональный уровень остался тем же самым, мы по-прежнему говорим: архитектура фон Неймана, по-прежнему те же сумматоры, дешифраторы, оперативная память, долговременная память и так далее. А вот как это все локализовано и локализовано ли в нейронной сети — на это до сих пор четких ответов нет.

Следует заметить, однако, что, хотя мы и не можем объяснить работу мозга в компьютерных терминах, но задавать вопросы на компьютерном языке мы можем по-прежнему: те же вопросы, которые мы задаем про компьютер, мы можем задать и мозгу: как информация хранится, как она запоминается, как она ищется, как происходит доступ к ней и т.д. То есть все эти вопросы удобнее всего задавать на языке информатики. И именно для этого когнитивным наукам, как мне представляется, и нужен искусственный интеллект.

### **Публикации, рекомендованные автором по рассматриваемой теме**

*Кузнецов О. П.* Сложные сети и распространение активности // Автоматика и телемеханика. 2015. № 12. С. 3–26.

*Райгородский А. М.* Модели случайных графов и их применения // Труды МФТИ. 2010. Т. 2. № 4. С. 130–140.

*Тарасевич Ю. Ю.* Перколяция: теория, приложения, алгоритмы. 2-е изд. М.: Либроком, 2012.

*Хорошевский В. Ф.* Пространства знаний в сети Интернет и Semantic Web. Ч. 2 // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 4. С. 15–36.

*Bak P.* How Nature Works. New York: Copernicus Press, 1996<sup>10</sup>.

*Barabasi A. and Albert R.* Emergence of Scaling in Random Networks // Science. 1999. No. 286. P. 509–512.

*Björner A., Lovász L. and Shor P.* Chip-firing Games on Graphs // European Journal of Combinatorics. 1991. No. 12. P. 283–291.

*Bollobas B.* Mathematical Results on Scale-free Random Graphs. Handbook of Graphs and Networks. Weinheim: Wiley-VCH, 2003. P. 1–34.

---

<sup>10</sup> См. также на рус. яз.: *Бак П.* Как работает природа. М.: Либроком, 2013.

*Bullmore E. and Sporns O.* Complex Brain Networks: Graph Theoretical Analysis of Structural and Functional Systems // *Neuroscience*. 2009. March. Vol. 10. P. 186–198.

*Dhar D.* Self-organized Critical State of Sandpile Automaton Models // *Physical Review Letters*. 1990. Vol. 64. No. 14. P. 1613–1616.

*Granovetter M. S.* The Strength of Weak Ties // *American Journal of Sociology*. 1973. Vol. 78. No. 6. P. 1360–1380.

*Granovetter M. S.* Threshold Models of Collective Behavior // *American Journal of Sociology*. 1978. Vol. 83. No. 6. P. 1420–1443.

*Hawkins J.* On Intelligence. New York: Henry Holt and Co., 2005<sup>11</sup>.

*Milgram S.* The Small-World Problem // *Psychology Today*. 1967. Vol. 1. P. 62–67.

*Sporns O.* Networks of the Brain. Cambridge, MA: MIT Press, 2011.

*Watts D. J. and Strogatz S. H.* Collective Dynamics of ‘Small-world’ Networks // *Nature*. 1998. June. Vol. 393. P. 440–442.

## Дискуссия

*Татьяна Черниговская.* У меня полувопрос-полукомментарий. Перечисление умений мозга, отличающих его от компьютера, — это практически список, который приписывается правополушарным структурам. А вопрос мой даже не в связи с этим, вот какой: это про мягкие и жесткие связи, которые сильные и слабые, — и я не просто так оговорила, потому что Бехтерева писала о мягких и жестких связях в мозгу. Слабые связи нестабильны или они стабильны?

*Олег Кузнецов.* Хороший вопрос. Это зависит от интерпретации. Это же некоторая модель. В некоторых случаях удобнее считать, что слабые связи редкие, а можно считать, что они слабые так сказать, по энергетике.

*Татьяна Черниговская.* Чем обеспечивается эта их сила?

*Олег Кузнецов.* Они соединяют малые группы — связь между малыми группами происходит через них.

*Участник 1.* Вы говорите о том, что компьютер чего-то не умеет или умеет очень плохо. То есть вы говорите о принципиальной невозможности или ограниченности компьютера или просто о текущем состоянии дел?

---

<sup>11</sup> См. также на рус. яз.: *Хокинс Дж.* Об интеллекте. М.: Вильямс, 2007.

*Олег Кузнецов.* Я говорю о неэффективности. Принципиальной невозможности нет. Даже большой скорости для многих задач не хватает.

*Татьяна Черниговская.* Это может быть в нашем типе компьютеров? Не имею в виду лучше или хуже, а условно скажем, если будет какой-то совершенно иной тип компьютеров, это изменит ситуацию или нет<sup>12</sup>? Мой вопрос вот к чему: это вообще другая математика нужна? Другие алгоритмы или вообще не алгоритмы? Что-то другое? В чем здесь дело?

*Олег Кузнецов.* Механизмы мозга существенно неалгоритмические, они другие. Это если совсем коротко.

*Участник 2.* Что вы подразумеваете под неалгоритмичностью? Современная физика, по крайней мере есть такие утверждения, алгоритмизуется.

*Олег Кузнецов.* Дело в том, что на заре вычислительной техники были два разных пути — цифровой и аналоговый. Например, можете вычислить гипотенузу по теореме Пифагора, а можете просто взять линейку и измерить. Для того, чтобы посчитать какую-то величину, вы можете найти физический аналог этой величины, измерить соответствующие параметры и т. д. Многие аналоговые процессы гораздо быстрее алгоритмических. Аналоговые процессы — не вычислительные в обычном теперешнем смысле слова, но они тоже могут давать числовой результат. Но вычислительная техника сочла более эффективным цифровой путь, а не аналоговый. Механизмы мозга, на мой взгляд, аналоговые, а не алгоритмические. Они не состоят из цепочки последовательных действий вот что я имею в виду под алгоритмическими и неалгоритмическими.

---

<sup>12</sup> Не прошло и двух лет со дня этого семинара, как до России докатился бум искусственных нейронных сетей, которые умеют эффективно делать многое из того, что традиционный компьютер делает неэффективно; например, различные виды обработки образов. Главной особенностью нейросетей является их способность обучаться на больших объемах данных. Именно за счет длительного обучения нейросети оказываются способными решать задачи, которые в компьютере решаются путем длинных последовательностей алгоритмических шагов. Нейросети вполне можно назвать новым видом вычислительных средств. Во многом они ближе к механизмам мозга, чем алгоритмические механизмы обычных компьютеров. Однако считать на этом основании, что мы близки к пониманию механизмов мозга, — это большое (к сожалению, широко распространенное) заблуждение. — *Примеч. О. Кузнецова от 2021 г.*



Константин Анохин

## Когнитом: на пути к единой когнитивной теории

Для меня большая честь быть приглашенным на Петербургский семинар по когнитивным исследованиям. Я хотел бы посвятить свое выступление поискам новой теории мозга. При этом я буду исходить из того, что пытаться объяснить мозг, не обращаясь к его когнитивным функциям, равнозначно попыткам понять книгу, изучая ее физические характеристики и не обращаясь к содержанию ее текста. Адекватная теория мозга обязана быть и когнитивной теорией. Возникающую при этом психофизиологическую проблему, проблему соотношения разума и мозга, или *mind-brain problem*, я символически обозначу как *главную* (MAIN — *Mind-brAIN*) проблему современной нейронауки. В своем выступлении я предложу каркас теории, направленной на решение этой проблемы, — гиперсетевой теории мозга.

1. *Эмпирические предпосылки для работы над когнитивной теорией мозга.* Выдающийся нейробиолог Теодор Баллок заметил как-то, что трудно представить явление более редкое, чем теория в нейронауке. Большинство из нас, занимающихся мозгом, выросло эксплицитно или имплицитно на скептическом отношении к теоретическим измышлениям. Однако, несмотря на огромный объем современных данных экспериментальной нейронауки, этот материал в отсутствие стержневых теоретических принципов превращается в необобщаемый конгломерат фактов, не приближающий науку о мозге к решению ее *главной* проблемы. Каковы же основания рассчитывать на возможность изменения этой ситуации?

Исследования в нашей лаборатории долгое время были связаны с изучением нейробиологических следов субъективного опыта — памяти. В частности, нас интересовали молекулярные механизмы, отвечающие в мозге за формирование долговременной памяти. Нам удалось найти гены, которые активируются в нейронах,

когда животное сталкивается с какой-то новой для него ситуацией. Мы обнаружили, что если заблокировать работу даже одного такого гена, то мозг, приобретший новые знания, будет неспособен сохранить их на долгое время. Иными словами, активация таких генов, наиболее интересным из которых оказался «немедленный ранний ген» *c-fos*, является критическим молекулярным звеном закрепления индивидуального опыта в нервной системе. При этом всплески активности гена *c-fos* происходят именно в тех клетках мозга, которые являются носителями того или иного нового субъективного опыта. В связи с этим нам очень быстро стало ясно, что эти гены могут выступить и новым инструментом изучения когнитивных функций мозга. В 1989 г. на Ленинградской конференции по изучению высшей нервной деятельности я предложил новый подход, позволяющий использовать эти гены как молекулярные инструменты для визуализации больших сетей нервных клеток, распределенных по разным структурам головного мозга и совокупно кодирующих элементы индивидуального опыта.

Сегодня мы работаем с целым набором новых методов, которые позволяют нам таким способом изучать свойства и работу когнитивных клеточных сетей. Это и классическая микроскопия мозга, и флуоресцентная ультрамикроскопия, и серийная двухфотонная томография. Например, когда мы работаем с серийной двухфотонной томографией, визуализирующей целый мозг животного с клеточным разрешением, мы способны реконструировать всю сеть нервных клеток, возбуждающихся в мозге во время одного когнитивного эпизода. В последнее время мы также перешли от изучения следов опыта, оставляемых генетической активностью в мозге животного после его смерти, к прижизненным исследованиям закономерностей формирования этих следов. В этом нам помогают такие методы, как двухфотонная микроскопия или же мини-микроскопия, когда на голову свободно передвигающегося животного монтируется весящий всего пару граммов миниатюрный микроскоп, позволяющий разглядывать, как разряжаются нервные клетки головного мозга во время поведения и обучения. Оптоволоконные методы, использующие в качестве световодов тонкие оптические волокна, позволяют нам опуститься в мозг еще глубже. Более того, очень важно, что в нашем арсенале появились методы не только визуализации когнитивных сетей, но и их причинных исследований. Сегодня мы можем не только

задавать вопрос о том, возникает ли активность клеток нейронной сети каждый раз, когда возникает тот или иной опыт. Теперь мы также можем, «поймав» эту сеть, «захватив» эти нервные клетки специальными генетическими методами и воздействуя на них, вызвать те же когнитивные состояния или поведение, которые были в момент формирования этой специализированной сети. Для этого используются методы оптогенетики и хемогенетики.

Какие новые возможности создают все эти новые методы? Они позволяют нам сегодня увидеть и исследовать клеточные следы субъективного опыта, то есть сознания, взятого в наиболее фундаментальном значении этого термина. Поэтому я считаю, что естественно-научное понимание сознания — самая важная задача, которая стоит сегодня на повестке исследований мозга. Результатом этих исследований должен стать пересмотр представлений о сознании, происходящих из обыденного опыта и созерцательной философии, в пользу естественно-научной теории сознания, описывающей этот процесс на уровне системных структур мозга с их качественно фундаментальными, то есть нередуцируемыми, атрибутами субъективности.

2. *Ориентация на единую когнитивную теорию.* Каковы наиболее общие требования к подобной теории? Как любая фундаментальная теория, она должна содержать некоторое число основополагающих принципов. Эти принципы должны быть формализованы, что требует разработки соответствующего математического аппарата. Вслед за формулировкой главных принципов из них должны быть выведены предсказания, которые обязаны далее пройти проверку в экспериментах. Выполнение совокупности этих условий сможет приблизить методологию исследований в нейронауке к методологии фундаментальной физики, когда теории формулируются в виде первых принципов, из которых затем выводятся следствия, содержащие предсказания еще не наблюдаемых явлений, существование которых потом проверяется в экспериментах.

Далее я буду говорить о некоторых шагах в поисках подобной фундаментальной теории. Следует сразу предупредить, что они еще не являются окончательно вызревшим решением, поэтому многие мои сегодняшние высказывания следует воспринимать как предположения и их обсуждение вслух. Собственно, поэтому у нас семинар и дискуссия.

Начать я хотел бы с обсуждения вопроса о том, должна ли искомая теория быть единой когнитивной теорией, или задачу можно решить совокупностью частных теорий, специализированных на разных когнитивных процессах и функциях.

Мы знаем, что когнитивная наука возникла в результате интуитивного ощущения представителей разных дисциплин, что они изучают один и тот же предмет. Но, несмотря на серию предпринятых попыток, единой теории в когнитивной науке так и не появилось. Поэтому мы вправе задать сегодня два вопроса: существует ли вообще общий предмет у когнитивной науки и возможно ли построение единой когнитивной теории? В этом отношении существуют две стратегии: поиск всеохватывающих моделей, в которых когнитивная наука организована как единое целое, или же построение частных теорий и последующий поиск связей между этими многообразными разделами — синтез. Многие исследователи сравнивают первую стратегию с «теориями всего» в физике и испытывают скептицизм по поводу возможности решения этой задачи. Широко распространена точка зрения, что когнитивная сфера не охватывается универсальными закономерностями, а может быть описана лишь набором частных законов, специфических для каждого из ее доменов. Между ними необходимо выстраивать мосты, которые и приведут в итоге к когнитивному синтезу.

Я буду придерживаться противоположной позиции: целостный объект когнитивной науки существует, и нахождение этого объекта не может быть итогом междисциплинарного или какого-то иного синтеза частных теорий. Согласно этой позиции, различные локальные взгляды в когнитивной науке должны быть производными от единой теории, дающей фундаментальное понимание феномена когнитивности. Выражаясь далее эпистемологическим языком Эйнштейна, мы хотим, чтобы все наблюдаемые нами факты логически вытекали из нашего теоретического понимания природы, в данном случае принципиальной природы когнитивной реальности.

3. *Введение понятия когнитомы.* Для того чтобы обозначить эту искомую когнитивную реальность, требующую объяснения в теории, я введу новое понятие: когнитом. Этим термином я обозначу особый слой реальности, скрытый от нашего непосредственного восприятия и проявляющий себя в активности мозга, поведении и психологической феноменологии.

Термин «когнитом» следует читать так же, как «геном». Я дам следующее предварительное определение когнитома, не насыщая его пока теоретической детализацией: *когнитом — это полная система опыта организма, его элементов и их связей, сформированная в процессе эволюции, индивидуального развития и обучения.*

Рассматривая когнитом как особую форму организации материи, его можно также определить как специфический орган, часть тела, *высокопорядковую структуру нервной системы.* Данная структура тождественна тому, что в англоязычной литературе обозначается понятием *mind*. Термин *mind* сложно перевести на русский язык; им охвачены и осознаваемые, и бессознательные свойства психики. Устройство и динамика когнитома, согласно вводимому мною понятию, охватывают все многообразие ментальных структур и протекающих в них процессов, определяющих поведение, психику и сознание.

4. *Специфические требования к теории когнитома.* Теперь, когда мы назвали искомый объект, рассмотрим некоторые специфические требования, которым должна отвечать теория когнитома:

а) *теория должна переопределить объект исследования когнитивной науки — ввести новое представление о фундаментальной природе когнитивности, отличающееся от простой суммы представлений, существующих в различных областях когнитивной науки;*

б) *теория должна объединить небольшим числом постулатов многие известные наблюдения в когнитивной сфере, объясняя их как частные случаи общих фундаментальных принципов.* Она должна также предложить алгоритмы такого выведения — правила, которые способны объяснить появление феноменов психики и сознания из нервной активности когнитивного агента;

в) *теория должна соотнести предложенные ею модели с закономерностями возникновения психики и сознания в эволюции и индивидуальном развитии.* Предлагаемые теорией алгоритмы должны объяснить, как и почему сознание возникло в филогенезе, а также когда, как и почему оно возникает в ходе онтогенеза;

г) *теория должна соотнести свои положения с классическими объектами когнитивной науки — такими как научение, формирование концепций, индивидуальная память, сознание, язык и другие;*

д) теория должна дать принципиальный ответ на ключевые нерешенные вопросы когнитивной науки — проблему соотношения разума и мозга, сознания и бессознательного, врожденного и приобретенного, разума человека и разума животных, локализованных и распределенных функций мозга и ряда других;

е) теория должна быть спроецирована на ключевые философские проблемы — психофизическую проблему (*mind-body problem*), проблему свободы воли и ряд других проблем, составляющих философский дискурс когнитивной науки;

ж) теория должна предложить эксплицитные проверочные тесты для вводимых в нее принципов и их следствий, предложить пути их сопоставления с эмпирическими фактами;

з) теория должна открыть совершенно новые направления исследований мозга и психики, что мне, как экспериментатору, интереснее всего.

5. *Теория когнитивного сознания и проблема сознания.* Самым трудным вопросом для теории когнитивного сознания является проблема нервных основ сознания. Приведу лишь некоторые требования к тому, как должно выглядеть это решение, по мнению одного из пионеров современных исследований данной проблемы Джералда Эдельмана. Биологическая теория сознания, согласно Эдельману (Edelman, 2003), должна: адекватно решать психофизиологическую проблему; объяснять эволюционную адаптивность сознания; объяснять каузальность психических процессов; объяснять субъективные состояния (*qualia*); служить концептуальным мостом между изучением психических и биологических феноменов.

В этой области сегодня существует огромное количество нерешенных вопросов. Что такое сознание, в чем его уникальная сущность? Откуда оно возникает? Почему сознание зависит от одних структур мозга больше, чем от других? Почему одни области можно удалить, и ничего не произойдет, а при удалении небольших участков других человек оказывается в коме? Почему активность одних нейронов мозга связана с состоянием сознания, а других — нет? И так далее, и так далее, и так далее. Кроме того, от проникновения в нервные механизмы сознания зависит и понимание его биологической функции, эволюционной роли субъективного опыта. Как писал по этому поводу Эдельман (Edelman, 1998, p. 210): «Моя главная цель... состоит в том, чтобы привлечь внимание даже экспертов в области биологии к тому факту, что

теоретический каркас, в рамках которого мы предприняли усилия понять биологию, в радикальной степени не завершен». Он имел в виду, что многие вопросы эволюционной морфологии, индивидуального развития, эволюционной теории, другие глубокие биологические проблемы также не находят окончательного решения, пока мы не решим проблему нервных основ и функций сознания.

б. *Соотношение коннектома и когнитома.* Теперь я хочу перейти к *главной* проблеме — проблеме соотношения разума и мозга. Мой первоначальный тезис будет таким: с введенным выше понятием когнитома и введенным ранее в нейронауке понятием коннектома мы можем переформулировать эту проблему как проблему соотношения двух теоретически сходных структур — когнитома и коннектома. Понятие «структура» в этом высказывании является ключевым, а за словами об их теоретическом сходстве лежит идея представления обеих структур как сетей, описываемых математическим аппаратом теорией сложных сетей (Newman et al., 2006; Newman, 2010).

Коннектом — термин, который был предложен в 2005 г. в двух независимых работах: докторской диссертации Патрика Хагмана (Hagmann, 2005) и статье Спорнса, Тонони и Кеттера «Человеческий коннектом, структурное описание человеческого мозга» (Sporns et al., 2005). Тезис был достаточно прост: чтобы понять, как работает любая сеть, а любую нервную систему мы можем представить как сложную сеть, нам необходимо знать ее элементы и их связи, то есть иметь описание ее структуры. Соответственно, перед современной нейронаукой стоит задача подробного изучения сетей головного мозга, которые описываются теперь как *коннектомы*.

Национальный институт здоровья США финансирует в настоящее время крупнейший проект по реконструкции коннектома мозга человека. В него вовлечено большое количество ученых и испытуемых-добровольцев. В проекте осуществляется картирование связей в головном мозге человека с помощью одной из вариаций магнитно-резонансной томографии — метода трактографии. Одновременно проводится анализ активности мозга этих же добровольцев в когнитивных задачах методами магнитоэнцефалографии, электроэнцефалографии и фМРТ, чтобы понять, как анатомия нервных сетей связана с функциональными сетями, выявляемыми по скоррелированной активности мозга. Кроме того,

у части из этих испытуемых проводится полное секвенирование генома, чтобы понять, как когнитивные функции и свойства активности мозга соотносятся с генами, определяющими развитие мозга.

Развиваются и стимулируемые этими задачами новые методы. Например, в проекте *The Human Connectome* работает большая команда физиков, которые существенно повысили пространственное разрешение магнитно-резонансной томографии, позволяющей теперь различать мелкие участки мозга, которые содержат сравнительно небольшое количество нервных клеток.

Кроме того, проводится много исследований по так называемым региональным коннектомам, описывающим связи между несколькими областями мозга или же локальные связи внутри структур мозга. Проводятся также исследования коннектомов на клеточном уровне. Это делается на различных экспериментальных животных, и для этого используются иные методы, в частности метод серийной электронной микроскопии, реконструирующий отдельные клетки и их связи. Пока на клеточном уровне полностью прокартирован лишь один коннектом. Это коннектом наиболее популярного простого нейробиологического объекта — почвенной нематоды *Caenorhabditis elegans*, содержащий всего 302 нейрона и около 8 тысяч химических синапсов. С помощью электронной микроскопии были найдены все эти нервные клетки и связи между ними.

Почему исследования коннектомов столь важны для теории мозга? Потому что представление любого эмпирического объекта в качестве сети является важным теоретическим актом. Концептуализация нервной системы как сети — это первый шаг в теоретическом описании мозга.

За первым шагом — второй шаг, следующий из введенного нами понятия когнитома. Когнитом, то есть разум, также можно рассматривать как сеть. И если мы начнем интерпретировать нервную систему, огромное количество ее связанных клеток, как сеть — с одной стороны, а разум со всеми его связанными элементами тоже как сеть — с другой стороны, то мы можем переформулировать в новой и более конкретной постановке многовековую психофизиологическую проблему. Если мозг — сеть и разум — сеть, то проблема соотношения мозга и разума — это проблема соотношения двух сетей. Это кажется многообещающей новой

формулировкой *главной* проблемы, потому что два рядоположных объекта сравнивать гораздо легче, чем недостаточно структурированную *res extensa* и еще более расплывчатую *res cogitans*.

Но теперь я сделаю следующий, третий, шаг. Я хочу привлечь к нему особое внимание, потому что он обрывает выстраивавшуюся выше логику, и я утверждаю, что она ведет в тупик. Необходимо высказать это утверждение максимально определенно.

На протяжении предыдущей части своего выступления я излагал материал так, как если бы описание мозга как коннектома являлось будущим нейронауки, а изучение нервной системы как сети — перспективой познания сущности мозга. Именно так считают тысячи нейрочеловеков по всему миру. Но далее я хочу сказать: по моему мнению, это тупик. Это, конечно, не означает, что мы не должны пользоваться результатами сетевых исследований мозга, но это говорит о том, что теоретические представления о мозге как сети недостаточны, по моему мнению, для объяснения феноменов и процессов, с которыми имеет дело когнитивная наука. Иными словами, они непригодны для решения *главной* проблемы нейронауки — психофизиологической.

Почему? В дальнейшем изложении я выделю два принципиальных недостатка теории сетей, которые, на мой взгляд, препятствуют ее использованию для решения *главной* проблемы. Но здесь я хотел бы указать на критический дефект сетевого подхода, возникающий при попытке применить его к решению проблемы соотношения мозга и разума. Я процитирую для этого Илью Пригожина и Изабеллу Стенгерс: «Как подчеркивал Джозеф Нидэм, западноевропейская мысль всегда испытывала колебания между миром-автоматом и теологией с ее миром, безраздельно подвластным богу. В этой раздвоенности — суть того, что Нидэм называет “характерной европейской шизофренией”. В действительности оба взгляда на мир взаимосвязаны. Автомату необходим внешний бог» (Пригожин и Стенгерс, 1986, с. 47).

Этой цитатой я хочу подчеркнуть дуалистический тупик, возникающий при рассмотрении коннектома и когнитома как двух сравниваемых друг с другом сетей. Если мы рассматриваем все функции мозга как атрибуты нервной сети, то мы сталкиваемся с тем, что такой сети для выполнения ее функций не нужна психика; а разум как сеть при этом не выступает интегральной частью нервной сети.

Поэтому мое заключение состоит в том, что сопоставление коннектома и когнитома как двух самостоятельных сетей является тупиком. Для решения *главной* проблемы нейронауки, проблемы мозг — разум, необходим принципиально иной подход — единая теория более высокого уровня. Чтобы приступить к ее формулировке, необходимо разобраться детальнее в устройстве когнитома и ввести еще одно новое понятие — «ког».

7. *Коги — когнитивные группы.* Когнитом обладает зернистой структурой: он состоит из элементов, когнитивных частиц. Эти когнитивные элементы я буду называть когами.

Понятие «ког» имеет двойной смысл. В английском языке *cog* — это маленькая, подчиненная, но интегральная часть целой системы. В когнитоме же *ког* — *это элементарная единица специфического опыта организма, квант когнитивной системы.*

У термина «ког» есть и другой смысл — это аббревиатура от понятия *Cognitive Group* (когнитивная группа). В этом втором смысле *ког* — *это клеточная когнитивная группа, объединение функционально связанных нейронов, совокупно обуславливающих элемент специфического опыта.* Таким образом, мы имеем двуединое понятие кога, в котором, с одной стороны, речь идет о популяции нейронов, а с другой — о специфическом общеорганизменном свойстве когнитивного агента, рождающемся из активности этих функционально взаимосвязанных клеток.

В этом отношении концепция когов обобщает представления, с одной стороны, теории функциональных систем Петра Кузьмича Анохина, а с другой — теории клеточных ансамблей Дональда Хебба.

Насколько мне известно, никто из нейрочученых XX в. детально не разбирает соотношения этих двух теорий, а это фундаментальный вопрос. Понятие функциональной системы и понятие клеточных ансамблей, которыми пользуются исследователи высших функций мозга в разных культурных этносах, не эквивалентны. Более того, они возникли из очень разных научных направлений и традиций.

Понятие функциональной системы, введенное Анохиным (Анохин, 1935), развивает традицию, берущую начало от Сеченова и Павлова; оно отражает движение к психологии от физиологии, от возникновения в процессах естественного и соматического отбора специфических физиологических интеграций, которые обес-

печивают достижение организмом полезных приспособительных результатов в его соотношениях со средой. Понятие же клеточного или нейронного ансамбля, введенное Хеббом (Hebb, 1949), шло обратным путем: от психологии к физиологии. Хебб был учеником Карла Лешли — выдающегося американского психолога, которому Павлов посвятил свой знаменитый «Ответ физиолога психологам» (Павлов, 1951). Принципиальная разница двух подходов остро сформулирована в этом письме. Задачей Лешли, а вслед за ним и Хебба, было найти нервные субстраты для тех или иных психологических абстракций, прежде всего концепций, а также тех или иных психических функций, в частности восприятия и мышления. Если мы детально проанализируем эти два направления поисков, то увидим, что они привели к совершенно разному дроблению нервной системы, касаются разных сообществ нервных клеток, их разного предназначения, разной степени их локальности и глобальности, разного отношения к структурам головного мозга.

Вопрос: каким образом два этих конструкта, если они существуют реально, уживаются в одной нервной системе? Концепция когов объясняет это соотношение. Согласно ей, первичными кооперативными когнитивными группами, которые возникают в эволюции и в индивидуальном развитии, являются функциональные системы, а далее за счет их активности и перекрытия на некоторых популяциях клеток, как следствие этого перекрытия и долговременной нейронной пластичности, возникают локальные когнитивные группы — клеточные ансамбли.

Когда речь идет о функциональных системах — это всегда большое количество элементов, распределенных по разным областям мозга и периферии, но объединенных взаимодействием в выполнении какой-то общеорганизменной функции, получении целым организмом результата действия данной функциональной системы. Поэтому нервное представительство той или иной функциональной системы — это обширная группа клеток, которые работают в самых разных областях мозга как единое целое, образуя синхронный ансамбль, направленный на тот или иной общеорганизменный результат. Благодаря этому любую функциональную систему можно выделить по ее результату, определенному соотношению организма с предметной средой. Исследователи же, занимающиеся нейронными ансамблями, хотя сам Хебб и писал о таких ансамблях как о совокупности клеток в коре и подкорковых

структурах (Hebb, 1949), часто применяют это понятие к локальным группам клеток, находящимся в какой-то одной структуре мозга; например, в гиппокампе, миндалине, стриатуме, каком-то участке коры или даже корковой колонке (Singer, 1990; Plenz and Thiagarajan, 2007; Humphries et al., 2009; Palm et al., 2014). Речь при этом нередко идет лишь о тысячах, сотнях или даже десятках кластеризованных нейронов (Sakurai and Takahashi, 2008), одним из основных свойств которых является то, что они образуют замкнутую систему, поддерживаемую своей собственной автоассоциативной активностью.

Описав эти два типа когнитивных клеточных групп — когов, мы можем теперь дать более детальное структурное определение когнитома. *Когнитом — это полная система элементов субъективного опыта, когов и их связей.*

Как я говорил выше, раз существует некая совокупность элементов и их связей, то ее можно представить в форме сети, отдельными вершинами которой являются коги, а ребрами — связи между ними. Такое сетевое рассмотрение разума, или когнитома, открывает большие возможности перед эмпирическими исследованиями в когнитивной науке. Благодаря ему можно анализировать языковые сети в лингвистике, семантические и ассоциативные сети в психологии — мы можем применять к ним метрику и теоретический аппарат теории сетей.

Но, как я уже говорил выше, такой подход не позволяет нам выстроить теорию, адекватно решающую *главную* проблему, создать когнитивную теорию мозга. Этому препятствуют два фундаментальных ограничения теории сетей: во-первых, теория сетей описывает лишь попарные, но не множественные отношения объектов; а во-вторых, теория сетей не имеет аппарата, описывающего возникновение качественно новых уровней в многоуровневых системах.

8. *Когнитом как нейронная гиперсеть.* Я работаю над основами теории когнитома с 2010 г. и до конца 2013 г. придерживался идеи представления когнитома и коннектома как двух сетей и поиска их соотношений. Этот путь казался мне оригинальным, открывающим перспективы новых исследований и возможность понимания многих традиционных вопросов в когнитивной науке.

Изложу еще раз эту логику. Я исходил из того, что мы представляем любую нервную систему как сеть, применяя к ней весь

аппарат теории графов и теории сетей, всю их метрику, и получая возможность формализации устройства мозга. Дальше я предполагал, что мы можем представить любой разум, любую психику тоже как сеть, выделив в ней свои специфические вершины, свои ребра и формализовав ее описание, также используя аппарат теории сетей. И тогда, считал я, нам остается решить только одну проблему: как в объеме мозга одна сетевая структура связана с другой сетевой структурой?

И в этом месте на протяжении трех лет я постоянно упирался в непреодолимое препятствие. Когда-то эксплицитно, когда-то интуитивно. Первая сложность возникала при работе с функциональными системами и нейронными ансамблями и состояла в том, что теория сетей успешно формализует попарные отношения узлов, но не множественные отношения больших популяций элементов, приводящие к одному новому целому. Вторая сложность состояла в том, что я не находил адекватного математического аппарата для решения проблемы соотношения двух качественно разных сетей, построенных на одном материальном субстрате. Другими словами, я не находил в теории сетей формального аппарата, описывающего возникновение новых уровней систем, нового качества в многоуровневых системах.

С начала 2014 г. у меня возникло другое решение, над которым я в настоящее время работаю и могу пока лишь коротко рассказать о нем. Мое текущее решение — гиперсеть.

Кажется, что понятие «гиперсеть» звучит очень близко к понятию «сеть». Надо немножко «прибавить» к сети — и мы будем иметь гиперсеть. В действительности это не так. Гиперсети состоят из совершенно особых элементов — геометрических структур, известных как реляционные симплексы, или гиперсимплексы. Основание гиперсимплекса содержит множество элементов одного уровня, а его вершина образуется описанием их отношений и приобретает интегральные свойства, становясь элементом сети более высокого уровня. Эта высокопорядковая сеть состоит из вершин гиперсимплексов (Johnson, 2013).

Главное, что необходимо понять в концепции гиперсети, что это не две сети — одна нижняя, другая верхняя — связанные какими-либо отношениями. Это одна структура. И эта структура не просто многослойная, многоуровневая сеть. Это именно гиперсеть, которая имеет принципиально иную, чем сети, архитектуру-

ру, закономерности формирования и динамики. И, главное, качественно иную, более высокопорядковую сущность, которую и отражает приставка «гипер». И так же как концепция когнитома не является суммой от различных представлений когнитивных наук, концепция гиперсети не вытекает из суммы представлений науки о сетях. Это качественно иная теория. У меня нет возможности останавливаться на изложении ее деталей, но хочу подчеркнуть, что главное свойство данной теории — это то, что она описывает процессы в эмерджентных многоуровневых системах. Образно можно сказать, что гиперсети — это сети сетей сетей.

9. *Начала гиперсетевой теории мозга.* Я подхожу к заключительным тезисам своих сегодняшних поисков. Я предполагаю, что любой когнитом можно описать как когнитивную нейронную гиперсеть, где коги — это гиперсимплексы, основания которых образованы клеточными когнитивными группами, чему соответствует понятие кога как аббревиатуры, а вершины этих гиперсимплексов образуют узлы в когнитивной гиперсети, которым соответствует второй смысл термина «ког» — качественного специфического элемента когнитивной системы. При этом вершине каждого нейронного гиперсимплекса можно приписать уникальное «имя». Это означает, что вершины таких нейронных конусов имеют качественно специфические каузальные характеристики, свойственные элементам опыта целого организма и не выражаемые на языке физиологического описания. Пример из теории гиперсетей: если вы имеете три одинаковых блока, то, построив их отношения, например поставив два блока вертикально и положив третий горизонтально на них, вы получаете объект с новым качеством, которое можно охарактеризовать, дав ему особое имя, к примеру «ворота» — нечто, имеющее отверстие, через которое можно пройти. Коги тоже получают такие имена в терминах опыта соотношения организма с миром и становятся уникальными объектами в когнитивной гиперсети мозга — когнитоме.

Хочу закончить тем, что все, описанное выше, — поиски. И когда я говорил, что мои высказывания следует воспринимать скорее как вопросы, это было связано с тем, что в своем поиске я постоянно переписываю многие места, которые, казалось, уже были сделаны начисто. Но одну вещь в течение этих лет я вижу все более и более ясно. Я проиллюстрирую ее одним недавним примером, и вы сами сможете далее проверить ее, понаблюдав

за тем, что происходит в мировой науке. Я только что вернулся из США, с крупной международной конференции в Лаборатории Колд-Спринг-Харбор, с работами которой связан прогресс в области расшифровки генетического кода, вирусологии, микробиологии, биологии развития, эволюционной биологии, молекулярной онкологии, иммунологии. В этом году впервые за 80 лет темой ежегодной конференции этой лаборатории явились высшие познавательные функции организма (*CSHL: Symposia on Quantitative Biology | Cognition 2014*). Я имел возможность выслушать все доклады, и вот какой примечательный вывод: на мой взгляд, конференция абсолютно не соответствовала заявленным амбициям, определив собственный предмет как *cognition*. Простое этому подтверждение: большинство сообщений, за исключением разве что трех докладов, было посвящено вовсе не высшим когнитивным функциям в их специфических качествах, и даже не имело термина *cognition* в своих названиях, а было связано лишь с теми или иными вопросами системной нейронауки. Это, вспоминая слова Пригожина и Стенгерс, ведет к картине мира-автомата, но не решению проблемы субъективного опыта. И это характеризует общую ситуацию в современной когнитивной нейронауке: она не имеет принципиального решения или даже удовлетворительного подхода к работе с *главной* проблемой.

Подводя общий итог моего выступления, когнитом я могу теоретически описать как когнитивную нейронную гиперсеть. В ней кооперативные группы нейронов образуют гиперсимплексы — коги, вершины которых составляют узлы когнитивной гиперсети. Если мы, подобно физикам, хотим записать когнитивную теорию в виде одной формулы, то черновик для начала этой работы выглядит так: *когнитом — это нейронная гиперсеть мозга*.

### ***Публикации, рекомендованные автором по рассматриваемой теме***

Анохин П. К. Проблема центра и периферии в современной физиологии нервной деятельности. М.: ОГИЗ, 1935. С. 9–70.

Павлов И. П. Полное собрание сочинений. Т. 3, кн. 2. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951.

Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.

Cold Spring Harbor 79<sup>th</sup> Symposium on Quantitative Biology — Cognition. Symposia on Quantitative Biology. May 28 — June 2, 2014. URL: <http://library.cshl.edu/symposia/2014/index.html> (дата обращения: 15.03.2021).

*Edelman G. M.* Naturalizing Consciousness: A Theoretical Framework // Proc Natl Acad Sci USA. 2003. Vol. 100. No. 9. P. 5520–5524.

*Edelman G. M.* Topobiology: An Introduction to Molecular Embryology. New York: Basic Books, 1988.

*Johnson J.* Hypernetworks in the Science of Complex Systems // Series on Complexity Science. Vol. 3. London: Imperial College Press, 2013.

*Hagmann P.* From Diffusion MRI to Brain Connectomics. PhD thesis. Lausanne: EPFL, 2005. <https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-3230>

*Hebb D. O.* The Organization of Behavior. Wiley: New York, 1949.

*Humphries M. D., Wood R. and Gurney K.* Dopamine-modulated Dynamic Cell Assemblies Generated by the GABAergic Striatal Microcircuit // Neural Netw. 2009. Vol. 22. No. 8. P. 1174–1188.

*Newman M.* Networks: An Introduction. Oxford: Oxford University Press, 2010.

*Newman M., Barabási A.-L. and Watts D. J.* The Structure and Dynamics of Networks. Princeton: Princeton University Press, 2006.

*Palm G., Knoblauch A., Hauser F. and Schüz A.* Cell Assemblies in the Cerebral Cortex // Biol Cybern. 2014. Vol. 108. No. 5. P. 559–572.

*Plenz D. and Thiagarajan T. C.* The Organizing Principles of Neuronal Avalanches: Cell Assemblies in the Cortex? // Trends Neurosci. 2007. Vol. 30. No. 3. P. 101–110.

*Sakurai Y. and Takahashi S.* Dynamic Synchrony of Local Cell Assembly // Rev Neurosci. 2008. Vol. 19. No. 6. P. 425–440.

*Singer W.* The Formation of Cooperative Cell Assemblies in the Visual Cortex // J Exp Biol. 1990. No. 15. P. 177–197.

*Sporns O., Tononi G. and Kötter R.* The Human Connectome: A Structural Description of the Human Brain // PLoS Comput Biol. 2005. Vol. 1. No. 4. P. e42. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.0010042>

## Дискуссия

*Татьяна Черниговская.* Задам вопрос, на который, наверное, нет ответа: а это предел? Я имею в виду гиперсети. Возможен еще слой? Хорошо, вот есть сети, которые являются частью гиперсетей. Это последний уровень или мы можем представить себе еще?

Константин Анохин. За когнитивными гиперсетями, образующими когнитом, следуют социальные гиперсети, образующие социом. Математическая теория гиперсетей активно используется в настоящее время для описания именно социальных гиперсетей. Если вы посмотрите на практические приложения теории гиперсетей, то это и политические процессы в обществе, и предсказание поведения уличных банд, и различные экономические расчеты.

Татьяна Черниговская. Я смотрела книжку абстрактов к [упомянутой] конференции, там потрясающий набор участников — все главные люди планеты, которые этим занимаются (за редким исключением). И тем не менее впечатление, что «каждый в своей избушке», даже если считать, что «избушка» имеет выход в интернет. То есть все между собой связаны.

Константин Анохин. Да, связаны. Но, к сожалению, это не решает главной проблемы. Вот Ричард Аксель, нобелевский лауреат, выступал с пленарной лекцией в первый вечер, блестяще. Патриция Куль сделала замечательный доклад про освоение языка младенцами. Выступала с докладом по механизмам регуляции поведения *C. elegans* одна из умнейших нейробиологов Корнелия Баргманн. Прекрасный доклад был у Нэнси Кэнвишер и Эвелины Федоренко, он касался локализации речевых функций в мозге и вопроса о том, почему мы имеем парадокс, когда клинические данные говорят, что есть специализация областей, а данные по имиджингу говорят, что они перекрываются. Юрий Бужаки — очень глубокий и точно думающий нейрофизиолог. Еще доклады нобелевских лауреатов — Судзуми Тонегавы, Джеймса Уотсона... И какой же итог? Все между собой связаны, все варятся в одном котле, но, как я уже упоминал, из двухсот докладов слово *cognition* присутствовало в названиях всего трех. Вся конференция, несмотря на свое название «Cognition», была о нервных, а не о когнитивных системах, на ней не рассматривались специфические свойства и принципы, присущие именно когнитивному уровню организации мозга. В последний вечер я ужинал с Уотсоном, который был инициатором всей конференции и автором ее главной идеи, и сказал ему об этом. Он обиделся. Но это действительно так.

Участник 1. У меня, если позволите, пара онтологических вопросов, что, в общем, логично, если предлагается новая теория. Первый вопрос связан с тем, который задавался предыдущему докладчику по поводу алгоритмизации работы мозга; имплицитно

спрашивающий предполагал, что если физика может описать работу мозга, то это можно каким-то образом формализовать и алгоритмизовать. Онтологический вопрос связан с тем, что сейчас даже физика, несмотря на консенсус в этой науке, страдает существенными спорами внутри себя; известно, что квантовая механика совместно с теорией относительности рождает невычислимость эффекта, ради преодоления этого и была введена теория струн. И есть, насколько мне известно, ряд работ по невозможности физического описания процессов, происходящих в мозге. В частности, про это пишет Пенроуз, которого, кстати, многие обвиняют в том, что он выступает за алгоритмизацию, но насколько я его читал, это немного не с этим связано... То есть онтологический вопрос в том, уверены ли вы, что сети, которые вы складываете в то, что называете когнитомами; сети, которые вы регистрируете в прекрасных экспериментах, которые вы продемонстрировали, — это единственные процессы, которые происходят в мозге? И нет ли чего-то такого, что вы упустили, может быть, не менее важного?

*Константин Анохин.* Вы спрашиваете о том, нет ли чего-то такого, чего мы не знаем и даже не имеем на это рецепторов. На этот вопрос трудно ответить, кроме как «может быть, и есть». Я постоянно смотрю по сторонам — нет ли чего-то важного, что мы пропускаем. Но пока...

В отношении же вопроса о роли физики в описании этих процессов и насколько эта роль ключевая: я здесь придерживаюсь того же взгляда, что и Дэниел Деннет. Когда он разбирает взгляды физиков на проблему сознания и обеспечивающих его процессов, он пишет, что физический язык — не тот язык, который достает до уровня основных проблем мозга, до трудной проблемы сознания. Потому что, говорит он, люди, пришедшие в нейронауку с представлениями о квантовой запутанности, конденсатах Бозе — Эйнштейна и квантовых эффектах в микротрубочках, просто еще не добрались до самой главной и трудной проблемы мозга: как нейроны, которые сами по себе ничего не знают об искусстве, собаках или горах, собираются вместе в вещь, думающую о Жорже Браке, пуделях или Килиманджаро? Критический уровень для биологии не является физическим и даже не является химическим. А для психологии он не является не только физическим или химическим, но и даже биологическим. Он лежит не на уровне сетей, а на уровне специфиче-

ских качеств гиперсетей. Если, конечно, мы не пропустили каких-то других важных вещей... Каких именно? Ряд людей, мнение которых я уважаю, но не понимаю пока то, что они по этому вопросу говорят, предлагают обращать внимание на поля...

*Татьяна Черниговская.* А если это уровень не химический, не физический, то можно сказать, что математический?

*Константин Анохин.* Я думаю, что это уровень по своей сути психологический. Который может быть математически формализован, и мы к этому стремимся.

*Участник 2.* Стройная схема, но когда вы поднялись на уровень того, что называется когнитом, и объясняете то, что ког... Как я понимаю, имеется в виду то, что вы назвали «нечто субъективное», «ментальный опыт», но на языке каких понятий это описывается? Нужно ли создавать некий новый тезаурус? Давно известно, что междисциплинарные контакты затруднены прежде всего разными языками, и, скажем, лингвисты, даже и психологи, говоря об одном и том же, не очень понимают друг друга, используя разные термины... И здесь, вроде бы, нечто новое. Это что, некая новая психология? Подразумевается ли при этом утилизация уже имеющейся? На язык каких понятий все это нужно переводить? Потому что, когда вы объясняете, вы все-таки часто «соскальзываете» все равно на нейроны. Видимо, еще и потому, что действительно не разработан язык понятий, и вот эта структурная организация того «субъективного» — ее нет, в общем, как таковой... Как к этому подбраться?

*Константин Анохин.* Я не имею хорошего ответа на ваш вопрос. Но могу сказать, что, безусловно, думаю об этом. Почему я исходно ввел концепцию когов? Потому что, хотя внизу конуса — это когнитивная клеточная группа, одновременно наверху — это вершина, имеющая новое качество, — имя. Для описания этого нового качества нейрофизиологический язык не является пригодным. Вопрос: а какой является пригодным? Если мы попробуем спроецировать на эти единицы наш феноменологический язык, возникший из описания поведения и интроспекции, взять возникавшие в результате той или иной культурной практики концепции и попробовать присвоить имена когам на основе этого, то и вы, и я понимаем, что при этом можно поскальзываться на каждом шагу. Тогда что? Моим провизорным ответом на настоящий момент является следующий.

Как я уже говорил, я выделяю несколько типов когов. Один из них — это функциональные системы. Я их также называю альфа-когами, потому что они лежат в основе возникновения других видов когов. Над проблемой того, каким образом определять функциональную систему как целое, работали несколько поколений теоретиков систем, причем очень сильных, таких как Вячеслав Борисович Швырков. И решение было следующим. Во-первых, функциональная система — это информационный объект. Во-вторых, это информационный объект, отражающий не процессы внутри мозга, а соотношение организма со средой, которое выражается в результате этого соотношения для организма. В-третьих, это результат соотношения с дробленной, согласно этим потребностям организма, предметной и причинной средой. И я думаю, что на путях формализации выраженных таким образом информационных характеристик функциональной системы можно достигнуть большего, чем за счет использования языка обыденной или другой психологии.

Второй вид когов, которые я условно называю бета-когами, похожи на нейронные ансамбли Хебба. Они возникают в результате того, что более крупные нейронные группы — функциональные системы, определяющие целостные соотношения организма со средой, дробятся на более мелкие, общие для нескольких функциональных систем. Вы используете какой-то объект внешнего мира в одной функциональной системе и в другой, и у вас вычленяется группа клеток, которая работает и там и там. Такая мини-группа постепенно дифференцируется и эмансипируется от исходных функциональных систем, становясь неким самостоятельным когнитивным элементом. Я думаю, что к их описанию может быть приложен критерий, что такие коги являются отражением неких причинных факторов и отношений в окружающей среде. И если бы я строил формальную систему, нужную для искусственного интеллекта, я двигался бы по очерченным выше путям формализованного описания, не используя психологический язык.

*Татьяна Черниговская.* А может ли считаться когом, например, причинность?

*Константин Анохин.* Да, конечно.

*Участник 3.* Если мы представляем, что такое индивидуальные коги, то интерсубъектная ситуация, когда речь идет об установлении взаимопонимания, — это коги другой природы или другого уровня?

*Константин Анохин.* Спасибо, что вы задали этот вопрос. У меня есть целая часть теории, которая касается зеркальных когов. Может быть, это понятие само скажет, что я думаю по этому поводу, — это мой ответ.

*Участник 4.* Вопрос к определению когнитома. Подразумевается, что система в какой-то момент становится полной — и тогда она может считаться когнитомом? Или предполагается, что в каждый конкретный момент изучения когнитома мы исследуем именно то, что накоплено к этому моменту? Тогда предполагается, что когнитом — это довольно неустойчивое явление, которое в каждый последующий момент развития будет изменяться. Что из этих двух определений ближе?

*Константин Анохин.* Второе. Я просто не имел возможности останавливаться на этом, как и на многом другом, но я выделяю две формы или, вернее, две фазы развития когнитома: *P*-когнитом и *S*-когнитом — *primary* и *secondary*. Это, если угодно, «врожденный» и «приобретенный», хотя это, конечно, условно. Тем не менее основы когнитома, которые позволяют новорожденному организму, встречаясь со средой, распознавать в ней какие-то объекты или события, уже имея некие переформированные категории для них, и благодаря этому начинать обучаться и генерировать новые элементы когнитома, закладываются уже во время пренатального развития нервной системы. В своем формировании они определены предыдущей эволюцией вида и не зависят от внешней предметной среды. Это первичный когнитом. В первичном когнитоме, если вернуться к моему ответу на предыдущий вопрос, содержатся прежде всего альфа-группы, то есть функциональные системы, обеспечивающие различные поведенческие акты. Однако в нем отчасти и некоторые бета-группы, то есть категориальные элементы. Многие первичные коги возникали благодаря тому, что стабильные на протяжении десятков или сотен тысяч лет соотношения организма с постоянными условиями среды постепенно ассимилировались генетически и становились видоспецифическими концепциями и ожиданиями, которыми обладает большинство нервных систем. Мы видим, что в некоторых случаях они могут быть очень сложными; как, например, в случаях с биологическими предпосылками языка. Таким образом, первичный когнитом эволюционирует. И далее на его основе в результате индивидуального обучения и опыта формируется вторичный когнитом. Который

тоже не неизменен. Безусловно, он имеет свою структуру, и эта структура представляет собой память. Но мы очень давно работаем с памятью, и я много могу рассказывать про лабильность этой структуры. Каждое извлечение из памяти какого-то кога, какой-то когнитивной группы, возникающее на фоне новых условий, приводит к тому, что он отчасти переписывается; одни нейроны из состава этой когнитивной группы исключаются, начинают участвовать другие, трансформируется связь этой когнитивной группы с другими когнитивными группами, причем это происходит и во время сна, — это постоянно и динамически меняющаяся нейронная гиперсеть.

*Олег Кузнецов.* Вы говорите о динамике когов, о том, что когнитом развивается. Так он развивается горизонтально или вверх тоже?

*Константин Анохин.* Когнитом развивается горизонтально, модифицируя свою структуру во времени. Но он также развивается и вниз, и вверх. Я поясню свою мысль. Число базисных уровней, которые я сейчас определяю для когнитома, — три. Два из них я уже описал: уровень альфа- и бета-групп. Альфа-уровень, как я говорил, является базисным, его составляют когнитивные функциональные системы. Мы можем обозначить этот слой когнитома как слой  $k$ , где  $k$  — это *knowledge*. В результате обучения здесь появляются новые функциональные системы. Они возникают путем размножения существующих альфа-групп, вначале как новые способы получения результата в уже имеющихся функциональных системах, а затем и достигая своей автономии. Важно подчеркнуть, что когнитом в этом случае развивается в пределах одной той же категории когов — функциональных систем, то есть горизонтально. Однако одновременно с активностью функциональных систем на их пересечении, как я говорил, образуется новый тип когнитивных групп — бета-коги. Они представляют собой перекрывающиеся фрагменты функциональных систем, альфа-когов. Поскольку их формирование происходит путем декомпозиции элементов  $k$ -слоя, эти элементы лежат ниже, на уровне  $k-0.5$ . И я не говорил еще о третьем типе когнитивных групп, которые можно условно назвать гамма-группами. Они составляют высший слой когнитома:  $k+1$ . Элементы этого слоя образуются объединением бета-групп при их синхронной активации. Такие группы представляют собой целостные состояния субъективного опыта орга-

низма, эпизоды сознания. В виде целостных интеграций они могут сохраняться в эпизодической памяти. Формирование этих гамма-групп и их фиксация в эпизодической, а у человека автобиографической памяти ведет к развитию когнитива «вверх» — к слою  $k+1$ . Таким образом, мы получаем три модуса развития когнитива. Горизонтально — для альфа-когов, вниз — возникновение бета-когов и вверх — в направлении формирования гамма-когов. В отношении последних я хочу подчеркнуть одно принципиальное следствие гиперсетевой теории мозга. Согласно теории, сознание не может родиться из интеграции просто нервных единиц, элементов коннектома. Для того чтобы возникло состояние сознания, необходимо, чтобы растущий когнитив «нарезал» из альфа-когов значительное количество бета-когов. Только когда они появятся в достаточном количестве, возникает условие для их интеграции в гамма-коги, которые и представляют собой интеграции, знакомые нам по феноменологическим состояниям, *qualia*. Если же вы просто возьмете отдельные нервные клетки, не специализированные в когнитивные бета-группы, и соберете их вместе, то этим сложением вы не получите феномены сознания.



*Татьяна Черниговская*

## **Сложные сети и язык**

Мы проиграли по скоростям компьютерам давным-давно, и у нас нет никаких шансов, но это дела не меняет, потому что наш мозг сторицей восполняет недостаток скоростей другими, параллельно идущими процессами. Возможно, они и есть «аналоговые», которые такую скорость разгоняют. Ясно, что простое механистическое сравнение с компьютерами обычного типа смысла никакого не имеет.

Но в качестве метафоры: мозг находится в той же Вселенной, что и все остальное, и про нее — постепенно — мы узнаем то, что должно тревожить, и я не думаю, что мозг можно «вытащить» из этой Вселенной... Все же не будем забывать о знаменитой бритве Оккама [кратко: не стоит множить сущее без необходимости] и не будем уходить далеко в своих фантазиях.

Что бы я хотела знать? Вот гигантская сеть, а зачем она такая? Зачем нужна такая большая сеть? Но сейчас, после того что передо мной было сказано, считаю, что вообще так вопрос не должен стоять. Главное не сеть, а сети: учитывая то, что мы слышали, это слои, включенные друг в друга миры.

(Я, кстати, хотела задать вопрос Константину Владимировичу [Анохину]: это что-то вроде перехода в другое измерение в некотором смысле — когда мы переключаемся с уровня больших сетей на уровень гиперсетей? И зачем нам в этом случае возвращаться обратно, к нейронному уровню?)

Однородная ли это сеть или, извините за каламбур, дискретная? Понятно, что есть нейроны разных типов — и я не это имею в виду, а само плетение сети: она по-разному сплетена в разных своих частях? Я имею в виду алгоритм, не плотность, а как бы тип «плетения» — он одинаковый? «Узелки» в этой сети, они «простые» или они когнитивные в смысле не только коннектома, но и когнитома? Есть же много разговоров про то, где вообще все это

находится — внутри нейрона, в ансамбле на более высоком уровне? А некоторые особо отчаянные говорят, что это находится, скажем, в нейронных колонках или даже «квантовых щелях» — тут довольно много фантазий.

Информация... Неприятный вопрос в том, что мы считаем информацией? Где она находится — в пучках, в «переключательных узлах», о чем многие говорят? (Я в итоге это все, кстати, примериваю на язык.) В самой сети, может быть, внутри клетки, еще глубже, чем в клетке? Вот вы говорите — «мясо» в нейроне. А дальше? Там же ведь не вакуум дальше?

Сеть может работать автономно? (Это, кстати, тот вопрос чалмерсовский, который я хотела задать, когда был разговор про когнитом.) А все-таки нервные процессы идут в «темноте», они могут идти в «темноте», цитируя известную статью?..

Имеет ли сеть свои интенции? Опять же, я не хочу переходить на паранаучный уровень, но все же... Вот было сказано, что психическим процессам (или разуму, или сознанию) нейронная сеть не нужна. Возможно, не нужна. А если мы говорим о компьютере — ему вообще что нужно? Эта история раскручивается в обратную сторону. В принципе, возникновение когнитивных процессов или, скажем, роскошное слово «сознание» — это функция сложности? Я не устаю задавать этот вопрос. Мы переходим некий порог: вот некая система усложняется, усложняется, усложняется, добралась до порога — и возникает сознание... Если это так, то у нас нет никаких причин считать, что возрастающая сложность искусственных систем не приведет к этому. Почему не привести? И тогда «мясо» нейрона не понадобится, но потребуются какое-то другое «мясо». Я не провоцирую и повторяю, что не хочу переходить на научно-популярную дорогу, просто напоминаю, что есть такие вопросы.

Сознание... Я ужасно боюсь этого слова и полностью согласна с Константином Владимировичем [Анохиным], что *mind* очень трудно переводится — чего в него только не вкладывают, и на эту тему написаны тонны трудов. Откуда взялась субъективная реальность? В квантовые щели пролезла? И где она? Внутри клетки, внутри любой клетки, внутри каких-то особых клеток? Далеко ли эта сеть раскладывается?

Перехожу к языку. Человеческий язык — это не просто одна из коммуникационных систем, как известно (по крайней мере гу-

манитарной части аудитории). Коммуникационные системы есть абсолютно у всех, но, судя по всему, системы других биологических видов представляют собой другую историю, потому что они иначе устроены. Но здесь я делаю эффектную паузу и говорю: «Насколько мы знаем». Есть основания считать, что в коммуникационных системах животных есть какой-то вид грамматики, понимаемой широко, и тем не менее... Я являюсь ученицей Григория Викторовича Гершуни — одного из основателей сенсорной физиологии в нашей стране, работала в его лаборатории. Было время, когда мы занимались распознаванием человеком коммуникационных сигналов животных. Это были обезьянки *Cebus capucinus*. Уже тогда, в 1970-е годы, было показано, что эти сигналы могут быть адекватно оценены и, что совсем поразительно, могут быть описаны с помощью систем транскрипции, которой описываются только артикулируемые звуки (это при том, что нет в физической структуре сигналов того, что могло бы так описываться). Они могли быть описаны как речеподобные, транскрибированы и т. д. И тогда у нас появилась безумная идея: не найдем ли мы какие-нибудь протофонемы или что-то, из «чего» эти сигналы построены? Ничего мы не нашли, но это не означает, что их нет. Уже показано, что у певчих птиц есть определенный набор нот, из которых они выстраивают свои «песни», — а это уже тянет на очень серьезную аналогию с человеческим языком, или, точнее, его предвестниками...

Всем известно об отделах в мозге, которые связаны с речью. С одной стороны, каждая клиника мира имеет дело с тысячами случаев повреждений зон, которые приводят к хорошо известным афатическим нарушениям. С другой стороны, если с помощью томографа посмотреть на работу мозга здоровых людей, мы увидим процессы обеспечения восприятия, классификации, рабочей памяти, долговременной памяти, ассоциативные процессы и т. д. — все это понятно, но мы также увидим, что эти процессы абсолютно нестабильны: то, что вы получаете сегодня, завтра у того же человека не получите.

С позиции современных знаний я с умилением и огорчением вспоминаю, как в самом начале пришла к Святославу Всеволодовичу [Медведеву] с идеей посмотреть, как идут регулярные и нерегулярные языковые процессы в мозгу, я ему что-то докладывала, он посмотрел на меня с сожалением и сочувствием и сказал: «Вы что, правда думаете, что мы найдем разные участки, которые зани-

маются этим и этим?» Я даже не вполне осознала серьезность того, что он мне говорит. Потом только до меня дошло. [Допустим] мы зададимся вопросом: где в мозгу расположена собака? Понимаю весь идиотизм формулировки вопроса, это специально... Я имею в виду концепт собаки — как концепт, и собаку — как конкретную вашу собаку, и собаку — как слово, и собаку — лающую, и собаку — с которой полно хлопот... еще тысяча всего. Так вот, все это «рассыпано» по мозгу, и ответ заранее известен — везде, независимо от того, о чем мы спрашиваем. Раньше из серьезных статей и работ мы знали, что, скажем, глаголы находятся в левом полушарии (мне это сейчас смешно говорить), а существительные — в правом. Ничего такого нет! Потом мы стали говорить: сами действия находятся тут-то, а слова, обозначающие эти действия, находятся тут-то... И это не так! Слова — там же, где действия, которые они обозначают. Согласно современным позициям, семантика, то бишь смыслы, «переигрывают» все остальное, поэтому, когда задается вопрос, где там синтаксис и где какой синтаксис, а где, скажем, сам словарь, — вопрос, опять-таки, неправильно задан, потому что смыслы «перекроют» все это вместе взятое. Значит, почему-то для мозга содержательные вещи, так сказать, прагматика и смыслы, важнее способов, которые это обслуживают.

Работы, которые ведутся на тему «Brain and Language», включают и широкую тему, которая носит название «Ментальный лексикон». И хотя «лексикон» — это примерно «словарь», но на самом деле этот термин обозначает отнюдь не только «словарь», а вообще то, как язык устроен в мозгу: как там хранятся слова — целиком, кусками (то есть отдельно суффиксы, отдельно префиксы, отдельно корни), семантическими полями, хранятся ли они на букву «К» все вместе, или «собака» — в одном месте, «огурцы» — в другом месте? Как все это хранится в памяти, как вынимается из памяти, что хранится в оперативной памяти в данный момент — в момент процесса, а что хранится и как извлекается из долговременной памяти? В широком смысле — как это вообще все устроено?

И тут опять встает вопрос о сетях или «модулях» (который по-прежнему дискутируется) в лингвистике. Поэтому такая невероятная в последние годы популярность исследований детей, у которых не нарушено ничего, кроме языка, — детей, у которых память в порядке, интеллект, вообще все в порядке, кроме одного — они не могут освоить свой родной язык, что делает с легкостью любой

здоровый ребенок до трех лет, и его этому никто не учит. И тогда сторонники модулярной системы говорят: ну вот, получите — у него языковой модуль «полетел». О некоторых «модулях», тем не менее, говорить можно, но не в нейрофизиологическом смысле, а для простоты изложения. Это лексикон, очень сложно организованный, потому что слова могут храниться и частями, и целиком, и, более того, будучи включенными в целые выражения или даже тексты. Что-то вроде «не в свои сани не садись» — можете не сомневаться — хранится единым блоком. Да и, конечно, это еще некие «вычислительные» процедуры. Нужно иметь в виду (это я своей «лингвистической стороной» говорю), что по сложности организации если и можно сравнить язык с чем-нибудь, так это с самим мозгом. Это невероятно сложный феномен и требует огромных «вычислительных» (за слово «вычислительных» я прошу прощения, потому что это может быть что-то другое) процедур, мощностей огромных, которые одновременно обеспечивают все это.

Более того, когда речь идет о восприятии, нужно еще расчленивать звуковой поток. Когда мы имеем дело с письменным текстом, у нас есть спасительные пробелы, мы хоть знаем, где что закончилось... А вот если записать то, что я сейчас говорю, а говорю я с большой скоростью, и снять спектрограмму или осциллограмму, вы увидите, что там творится, — нужно несколько лет учиться для того, чтобы суметь найти концы-начала. Самое «неприятное» в языке (то, что меня просто расстраивает) — язык устроен так, что в нем ни одна единица никогда не равна себе, там нет постоянных единиц. Это иллюзия, что слово «стол» обозначает стол — оно обозначает тысячи вещей, в зависимости от того, когда, где, кем, с какой целью сказано, что было до этого, какой контекст, каких позиций придерживаются говорящий и слушающий и т. д. Получается, что мы имеем дело не только с некими списками, которые к тому же еще и непостоянные, — куски этих единиц одновременно попадают вроде как в разные списки? (Например, слова «на тему лошадей», как всякий помнит из Чеховского рассказа «Лошадиная фамилия» — «копыто», «тройка», «уздечка», «мерин», «гнедой» и т. д.) То есть все единицы — члены разных «сообществ». Всегда. И от контекстов зависит практически все.

Ну и, конечно, прагматическая система, которая обеспечивает связь с реальностью, если мы вообще признаем такого рода связи.

Эти «модули» (повторяю, «модули» здесь лучше в кавычках) взаимодействуют.

Как представлены слова в ментальном лексиконе? Я уже говорила [обработка, хранение, извлечение лексических единиц] — это разные процессы, и это нам доказывают клинические данные. Сейчас существуют два основных вопроса, так называемые односистемный и двусистемный подходы к организации ментальных процедур, связанных с языком.

Двусистемный подход подразумевает то, что идет от Хомского, и, соответственно, люди, математически и структурно ориентированные, говорят, что у нас есть чуть ли не врожденные лингвистические правила. (Но хочу сказать, когда мы говорим о врожденности языковой способности, мы не имеем в виду английский, французский, китайский языки, а имеем в виду универсальные механизмы, которые характерны не просто для *Homo sapiens*, а *Homo loquens* — все люди имеют некие врожденные механизмы, с помощью которых каждый ребенок в состоянии овладеть любым языком Земли, что принципиально важно, как своим родным.) Вот, значит, есть некие универсальные механизмы, и (по мнению сторонников двусистемного подхода) на основе этих универсальных механизмов и существуют некоторые пласты в языке, которые не поддаются алгоритмам и которые нужно просто запомнить. Условно говоря, «двусистемный» в данном случае обозначает, что в языке есть вещи, которые строятся с помощью процедурной памяти, а есть вещи, которые никак не строятся, — они лежат готовыми кусками или формами в долговременной памяти и оттуда их надо извлекать. То есть язык — как цветок: вы его только посадите в правильную землю, в смысле — языковую среду, и правильно поливайте, потому что в языковой изоляции «цветочек» не вырастет. Но самое главное то, что он там — в зерне — уже есть. Односистемщики, а это коннекционисты, возражают: ничего подобного! Все это ассоциативная память, и это регулируется частотностью форм и частотностью употребления слов в речи.

Знаменитый *FOXP2* изначально был объявлен как ген языка, но быстро выяснилось, что он есть и у других биологических видов. Правда, теперь мы знаем, что есть его «человеческая версия». Сейчас считается, что это некий хаб и что он контролирует работу других генов. И один из генов, который находится под контролем этого *FOXP2*, — ген *CNTNAP2*, повреждение которого приводит

к языковым нарушениям и аутизму. Экспрессия этого гена связывается у человека с процессом последовательного обучения.

Для обработки языка человек должен вычленять и обрабатывать дискретные компоненты в очень сложных временных последовательностях. При речепроизводстве для этого нужны подходящая артикуляция, производящая эти последовательности с большой скоростью, мозг, который это контролирует, и подходящее ухо, потому что необходимо с большой скоростью анализировать происходящие частотные и временные события. Начались поиски «специализации» в мозгу (например, известно, что зоны Брока и Вернике делают некую высокоскоростную работу по обеспечению речепроизводства и речевосприятия), были выявлены отдельные функции полушарий головного мозга (что теперь представляется не столь очевидным).

Терренс Дикон еще в 1997 г. сформулировал поразительную вещь: язык — паразит, оккупировавший мозг. Это на тему того, что не мозг создал язык, а как бы язык создал мозг. [Дерек] Бикертон пишет, что у нас не было бы большего и лучшего мозга, если бы не язык — он позволил нам увеличить и улучшить наш мозг. Я бы сказала, что это все-таки на тему эпигенеза, но, учитывая то, что Константин Владимирович [Анохин] показывал в качестве коннектома, мы знаем, что обучение меняет мозг. Меняется миелинизация, толщина волокон, длина аксонов, дендритов. Это, конечно, история про курицу и яйцо, но тем не менее...

Мы знаем сейчас довольно много про нейроны, современная техника дает нам возможность увидеть их работу. Мы знаем, что есть функциональные блоки (я, правда, не знаю, можно ли их по-прежнему называть блоками; но я точно сказала бы, что не существует «модулей» — если не иметь в виду это просто как метафору — таких как на старых мозговых картах: вот здесь — дружба, здесь — платоническая любовь, здесь — самооценка... этого нет!). Есть некоторая локализация, и есть, несомненно, распределенная активность. Мы можем говорить о некоторой локализации: одни зоны обрабатывают зрительную информацию, другие — слуховую, и с этим вряд ли кто-нибудь будет спорить. И мозг достаточно пластичный для того, например, чтобы даже «перемешанную», изначально неправильно построенную сеть начать использовать (но, конечно, с ущербами). Я бы сказала с излишним пафосом, потому что вообще это вещь тривиальная: уж если мозг что и умеет

делать, так это учиться — он вообще только для того и создан, чтобы обучаться и, более того, самого себя в это время менять.

И если есть, условно скажем, когнитивные нейроны, когда один нейрон способен выделять фигуру из фона, выделять релевантные признаки и отбрасывать нерелевантные и т. д., то есть делает высокого уровня когнитивную работу, более того — работу символического уровня, тогда вопрос: что делают остальные триллионы бездельников? Если это так, а похоже, это так, тогда сложность сети возрастает в миллионы раз. Даже если мы облегчим эту ситуацию и скажем: «Нет, все-таки речь идет не об одном нейроне, а о группке нейронов (их там, предположим, пятьдесят тысяч)», — это немного облегчает ситуацию, учитывая количество «игроков» на этом «поле».

С нарастанием сложности, разумеется, появляются и другие качества. Это я отчасти комментирую вопрос, который сама же и задала: однородна ли сеть? По мере роста для нее легким становится то, что на предыдущем уровне было сложным.

У сети есть свои планы, она научена Создателем, эволюцией — не принципиально, как это назвать, — она имеет генетический план; этот генетический план, конечно, сталкивается с пластичностью, но тогда встает вопрос о границах пластичности, о роли научения и о будущих эволюционных процессах. Кстати [обращение к Олегу Петровичу Кузнецову], не предлагаю сейчас об этом говорить, но меня это интересует: возможна ли случайная эволюция или у нее все-таки есть какие-то законы, как я до сих пор продолжаю думать?

Наши совместные с Институтом мозга человека исследования и другие нейрофизиологические работы по исследованию языка, которые известны мне по литературе, упираются, в частности, в вопрос: не является ли ответ в эксперименте результатом сложности задачи? Конечно, мы можем давать задачи разных модальностей, по возможности, одинакового уровня сложности... Но! Результаты, полученные при исследовании у одного и того же пациента, нестабильны день ото дня, тем более нестабильны и даже плохо сопоставимы у разных пациентов. Получается, что не только сети, которые вовлечены в гиперсети, постоянно модифицируются — и не просто из-за того, что опыт растет, а потому что они в принципе нестабильны: сегодня захотела — так ответила, завтра — эдак отвечу. И тем не менее похоже, что очень ва-

жен фактор когнитивной нагрузки (*cognitive load*) — оперирование разными видами памяти, стратегиями принятия решений; будем ли мы пользоваться одним и тем же алгоритмом и во вторник, и в среду?.. Например, я могла проделать сложную ментальную работу, внутреннюю, даже неосознаваемую, и иметь уже готовый алгоритм: вчера я еще думала, как мне эту задачу решить, а сегодня уже не думаю, потому что я знаю ход... Мы, кстати, это знаем по исследованию на детях. Видно, как у него «щелкнуло» — он понял, в чем разгадка, и дальше он просто как автомат действует, он все время дает один и тот же правильный ответ. Это не свидетельствует о том, что он это правило осознал; он просто понял, как именно это выполняется.

### **Общая дискуссия по выступлениям О. Кузнецова, К. Анохина, Т. Черниговской**

*Участник 1.* У меня есть идея, какая математика может лучше работать. Мне кажется, что граф как математическое средство моделирования этих вещей является бедным. Конечно, хорошо, что на такой простой модели можно сделать какие-то интересные вещи, но все гораздо сложнее, чем графы, и было бы странно ожидать, что графы дадут какую-то хорошую теорию в такой сложной вещи, как мозг. Но вот по поводу кратных ребер и транзитивности... Есть такая штука, как категория в математическом смысле — теория категорий. И, грубо говоря, чтобы категорию получить из графа, надо сделать, чтобы были кратные ребра. И почему категория гораздо богаче, чем граф? Потому что там, кроме геометрической структуры, есть алгебраическая, есть композиции вот этих ребер. И это, собственно, дает нам эту транзитивность. К тому же сейчас теория категорий служит как язык в очень разных областях математики, что близко уже и к этой задачке. [Например, в новых работах Владимира Воеводского] выяснилось, что такая давно известная штука, как теория гомотопии (*гомотопии* — в двух словах, это как раз пути) практически вся (я в кавычках говорю) теория категорий перекладывается на этот гомотопический язык. Это новые вещи. И, кстати, мне показалось, на гиперсети где-то похожи, потому что одно из возможных представлений — как раз симплектическое. Я знаю по крайней мере одного человека, который пробовал это использовать в когнитивной

науке, — это Андреа Эресманн, вдова Шарля Эресманна, одного из пионеров теории категорий. Мне кажется, здесь есть проблема коммуникации между серьезной математикой [и когнитивной наукой]. Это комментарий. А вопрос совсем другого плана, скорее эпистемологический. Можете меня поправить, я все это понимаю как любитель. *Cognition* — по-русски это мышление, и это более широкое понятие, чем сознание. То есть если, например, хищник преследует жертву, есть мышление, и не обязательно при этом предполагать сознание. И в этом смысле сознание — более узкая штука. Константин Владимирович, в своей теории вы концентрируетесь как будто на сознании, да?

*Константин Анохин.* Абсолютно нет. Во-первых, *cognition* — это больше познание, чем мышление, и оно может включать в себя много компонентов. Во-вторых, те, кто занимается этими вопросами, отчетливо разделяют мышление сознательное и бессознательное. Когда я говорил о введении понятия «когнитом», я специально подчеркивал, что это понятие охватывает и сознательное, и бессознательное. Это не снимает проблему объяснения сознания как качественной категории, но это также говорит о том, что огромное количество когнитивных процессов, в том числе познавательных, связанных с накоплением знаний и адаптивными модификациями поведения, существуют и в достаточно простых нервных системах. Поэтому, когда я говорю «когнитом», он имеет два слоя как минимум: это *mind*, который *mental*, который психика, и *mind*, который *phenomenal*, который сознание. И первое, и второе возникли в эволюции, они должны взаимодействовать и дополнять друг друга. То есть сознание должно работать на все те же биологические задачи.

*Участник 2.* Олег Петрович [Кузнецов] в конце доклада сказал, что графы недостаточно описывают семантику, скорее они описывают синтаксис. Далее Константин Владимирович [Анохин] говорил о гиперсети, вершина которой может удачно передать смысл или строение той сети, которая находится на нижележащем уровне. Гиперсеть поможет нам разобраться с семантикой?

*Олег Кузнецов.* Я, наверно, отвечаю вопросом к Константину Владимировичу. Дело вот в чем: я говорил о том, что теории сетей, скорее всего, недостаточно для понимания. И Константин Владимирович сказал, что коннектом — это тупик. У меня вопрос вот какой: это значит, что его недостаточно или что этого вообще не

нужно? Если недостаточно, я целиком согласен с этим, я тоже так думаю.

*Константин Анохин.* Я эксплицитно сказал и еще раз повторю: когда я говорил «тупик», я имел в виду — это не то, что это не нужно, а то, что это не является достаточным решением. [Участнику 2] На ваш вопрос ответ положительный. Я думаю, что семантика лежит на этом уровне, и специалисты по гиперсетям подчеркивают именно семантическое значение вершин гиперсетей.

*Татьяна Черниговская.* Я экспромтом добавлю. Когда [я говорю], что смыслы все «переигрывают», я базируюсь на конкретных экспериментальных данных. Скажем, мозговая активность, вызванные потенциалы возникают через очень короткое время, они возникают на семантическую информацию. Но раньше считалось, что семантика появляется потом. Вопрос, который в связи с этим возникает: что же это за история, если над всем этим «висят» смыслы? Если эти гипер-, гипер- и еще выше сети в итоге упираются в смыслы? Как взаимодействовать внутри сетей, например социальных; я уж не говорю про биологию как таковую... Почему эти смыслы играют такую роль? Жизнь на Земле могла бы вполне идти и без всяких смыслов, едят один другого — и все.

*Участник 3.* Вопрос такой: почему мы пытаемся использовать системный подход, стараемся организовать сети и так далее? А не можем мы воспользоваться другим приемом: сказать, например, что мозг является некоторой физической системой, которая создает условия для возникновения системного процесса, называемого психикой? Не мозг порождает психику, а психика, пользуясь ресурсами мозга, ведет эволюцию сама из себя в процессе жизни человека? Если мы «перевернем» эту вещь, то получится, что мозг есть некая системная «питательная» среда, в которой живет психическое, и тогда уже можно ставить акценты иначе: что есть психическое? (Психическое — то, что есть в вас, но не доступно описанию других, это *qualia*, довлеющая над физическим, то есть обратный подход.) Мы все время говорим о системах, но ничего не говорим о среде. Нам нужно однозначное соответствие всему и вся — и мы об этом постоянно говорим, а если это среда, то в среде психическое пользуется одними и теми же нейронными клетками, но в разных смыслах, в разных отношениях и т. д. Это скользящий ветерок, который движется в этой системе и не угасает.

*Константин Анохин.* Я хотел бы объединить сказанное вами с тем, что говорила Татьяна Владимировна в своем докладе, цитируя Дикона и Бикертонна, что язык — это паразит, оккупировавший мозг, и это не потому, что, получив лучший мозг, мы приобрели язык, а потому, что язык создавал наш мозг. Это похоже ведь на то, что вы говорите. Смысл тот же самый: некие ментальные вещи определяют эволюцию и ведут развитие нашей анатомии и движение процессов.

Я начал с того, что любой мозг — это когнитом, и понять эволюцию мозга мы можем только в совокупности с этой когнитивной сетью, которая в эволюции и в каждой ежесекундной деятельности организма определяет физиологические процессы в головном мозге. А это означает, что язык — «паразит, оккупировавший мозг», раз появившись, начинает координировать дальше и физиологические процессы, и морфологическую эволюцию. Этим психика, создавая новые уровни и пространства, начинает определять наши действия и, более того, за счет пластичности мозга определять процессы в нем.

И одну вещь я не устаю подчеркивать: когда мы говорим об этих процессах — и о языке, и о психике, — они все равно все физиологически реализованы в мозге. И поэтому понимание психофизиологических движений — это вертикальное и горизонтальное. Не может быть только вертикального. Мы эти сети собираем — образуются новые единицы... Представьте себе: в стране шпионская сеть, которая распределена по городам, и в каждом городе по два-три человека. Все они могут объединиться и что-то очень сильно изменить во всей стране, но только если одна сеть «толкнет» другую сеть, это очень важно — другую распределенную сеть. С одной стороны, мы этой сети присваиваем имя и говорим: «Команда на такую-то акцию», которая стоит как цель для нее. Но, с другой стороны, она физически это может сделать, когда одни люди «толкнут» других людей. Поэтому вертикальное и горизонтальное, и опять вертикальное...

*Татьяна Черниговская.* Я услышала много нового. Мне кажется, все это очень серьезно. [Кузнецову] Все, что было описано, это (в ста кавычках) та математика, которая, возможно, годится для описания этих сетей? Система такой степени сложности под силу той математике, которая у нас есть, или нет?

*Олег Кузнецов.* И да и нет. На основе той математики, которая есть, видно, куда идти математике для того, чтобы соответство-

вать тем задачам, о которых говорил Константин Владимирович. Мне кажется, что теория гиперсетей (я думаю, мы про это еще поговорим), она все-таки не совсем «чужая» теории сетей, это некоторая надстройка. Там появляются некоторые новые сущности... Так что и да и нет.

*Участник 4.* У меня два вида озабоченностей по поводу всего того, что я услышал. Я очень коротко их выскажу. Первый — в отношении когнитивной науки: а как же не попала туда социология? Или даже психиатрия? Социальная психиатрия?

*Татьяна Черниговская.* Сейчас вопрос стоит иначе: а есть ли вообще какие-то области, которые туда не попадают? Социология, музыка, религиоведение, экономика и так далее...

*Участник 4.* То есть, кроме шести компонентов<sup>13</sup>, туда попадает все гуманитарное знание, да и естественное тоже. То есть получается, что это очень диффузное образование. Второй вид озабоченности такой: сетевые модели, которые описываются графами, имеют два принципиальных ограничения. Нейроны — это не только то «мясо», которое есть в мозге, там на каждый нейрон еще десять глиальных клеток. Что они там делают? Просто «отдыхают» или «кормят» нейроны? Это надо еще изучить. И еще: нейроны взаимодействуют друг с другом не только по синаптическому механизму, есть внесинаптические контакты между ними. И если их не учесть в сетевой модели, тогда сетевая модель рухнет.

*Константин Анохин.* Почему нет социологии, это, безусловно, вопрос не к нам, а к тем, кто формировал когнитивный синтез; в то время она еще не воспринималась как часть, относящаяся к когнитивной науке. Если бы сейчас была переформатирована эта схема, то там появились бы другие области. Я, безусловно, отношу гуманитарные и социальные науки к компетенции когнитивной науки. Но мне важно, чтобы это включение в область когнитивной теории было результатом теории и жесткой логики. Есть, конечно, наша интуиция, что социальная система строится на когнитивных отношениях, но важно, каким образом это будет описывать теория. Думаю, это будет сделано, и сделано логичным образом. У меня, вообще, ощущение, что по поводу большинства вещей не стоит беспокоиться: будет теория — они все встанут на свои места

---

<sup>13</sup> Теория познания, когнитивная психология, нейрофизиология, когнитивная лингвистика, невербальная коммуникация, теория искусственного интеллекта.

или же лопнут, как мыльные пузыри. Теория все уложит. Я провёл бы такую аналогию: до возникновения теории естественного отбора или до расшифровки генетического кода существовало огромное разнообразие феноменов в самых разных областях, и оно, казалось, ни в какие представления не укладывалось. Но все улеглось. В отношении игнорирования глии: мне кажется, это не страшно. Какие-то факты на начальном этапе построения теории надо отбрасывать, потом они объяснятся.

*Татьяна Черниговская.* Глией очень много занимаются. Ее никто и не игнорирует.

*Участник 5.* Вопрос, который сейчас разбирается, — нейронный уровень или ментальный уровень, похож на то, как рассматривать яблоко с точки зрения молекул и атомов. Яблоко ли управляет молекулами, молекулы ли управляют яблоком, и не понятно, что представляет собой это взаимодействие. Происходит путаница из-за того, что мы рассматриваем разные модели одного и того же на разном уровне — или под микроскопом, или в виде чувств. Поэтому у меня небольшой вопрос: если при помощи рассмотренных здесь теорий (в частности, графов) будет построена некая лингвистическая система, которая скажет: «Я чувствую», — будет ли считаться, что это сделано при помощи данной теории? И то, что она скажет: «Я чувствую», — означает ли, что она получила ментальный уровень?

*Татьяна Черниговская.* Нужны доказательства того, что она чувствует. Например, у перегревшегося утюга начинает мигать лампочка; в принципе, если я хочу, то могу это прочесть как сообщение: он «чувствует», что «наелся» электричества. А вообще, я не думаю, что мы сейчас сможем «раскрутить» такую сложную историю.

*Участник 6.* Пару слов по поводу того, почему надо всем довлеет смысл. Ведь смысл в широком понимании — это какие-то аспекты соотношения организма и среды, что является результатом функциональной системы, активности организма. И поэтому любая специализация нейронов, любое развитие имеет смысл в сознательном или бессознательном плане. Такое у меня впечатление. Вопрос Константину Владимировичу: вы говорили о разных видах когов и про альфа-ког сказали, что это функциональная система и она имеет свой результат, а остальные разве не являются также функциональными системами? И, если можно, пример того, как выглядит этот ког и как выглядят другие коги.

*Константин Анохин.* Давайте я расскажу об этих когах в терминах того, какую память они поддерживают. Функциональные системы, или альфа-коги, — базисный слой когнитивной системы, он поддерживает поведение и действие, соотношение организма со средой. Они всегда целостные; они требуют, во-первых, участия тела, во-вторых, участия большого количества уровней нервной системы — от спинного мозга до высших отделов. Формирующиеся поведенческие акты способны сохраняться в процедурной памяти. Эти навыки не обязательно связаны с движениями тела, они могут быть связаны с ментальными движениями, — важно, что они приносят результаты на уровне операций целого организма. А теперь посмотрим на два других слоя. Слой, который формируется на пересечениях функциональных систем (это вопрос, который задавала Татьяна Владимировна по поводу многих вещей: слов, объектов, категорий и т. д.), — это относительно небольшие по количеству клеток когнитивные группы, которые говорят: «это яблоко», или «это Килиманджаро», или «это Холли Берри», или «это стул». Они имеют локализацию в мозге, эти группы не охватывают всю нервную систему, они сконцентрированы в определенных областях. И они никогда не работают сами по себе. Они могут «жить», только включившись в ту или иную функциональную систему. Этот второй вид когов связан с семантической памятью, знаниями о тех или иных элементах, на которые мы дробим внешний мир перекрытием разных функциональных систем. И последний, третий, вид когов — это крупные интеграции когов второго типа, которые мы ощущаем как состояние сознания. Мы их запоминаем в форме эпизодической памяти. Это информация, которую мы можем использовать в афферентном синтезе и при принятии решений как знание о том, что было, что следует ожидать и т. д. То есть они тоже вспомогательные.

*Татьяна Черниговская.* То есть те безумцы, которые к двадцать пятому году собираются «обеспечить» бессмертие, воссоздавши личность на другом носителе, они должны эти супер-супер-сети туда перенести? А это вообще возможно? Безумная идея с самого начала, но математически возможно это обсчитать?

*Олег Кузнецов.* Обсчитать — нет.

*Татьяна Черниговская.* Неправильный глагол? Видите, это к вопросу о языке. Умберто Эко говорил: мы утоплены в языке.

*Константин Анохин.* Они не учитывают и много другого из того, что мы обсуждали. Ключевой момент — наши нейронные гиперсети постоянно меняются.

*Олег Кузнецов.* В связи со словом, которое употребила Татьяна Владимировна, — «обсчитать». Обсчитать — значит сконструировать. Но часто бывает так, что обсчитать и сконструировать мы не можем, а вырастить — можем. Очень много из нашей сущности не сконструировано, а выращено. То есть эволюция может больше, чем вычисления в узком смысле.

*Участник 7.* Эмоции и мотивации — как это разложить на коги и как вообще структурировать?

*Константин Анохин.* Спасибо, что спросили. Я постоянно об этом думаю. Мне кажется, это самый острый вопрос. Мой дед [Петр Кузьмич Анохин] все время задавал вопрос тем, кто занимался нейрокибернетическим моделированием: где мотивация? Если использовать образное сравнение, думаю, что мы сейчас в построении теории находимся в фазе, близкой переходу от кеплеровских законов к ньютоновским; мы пытаемся построить некие законы движения когнитивной системы, но никакие законы движения не будут работать, если нет силы, — мы должны найти ту силу, которая приводит когнитом в движение. Я считаю, что такими силами являются функциональные системы, причем начиная с биохимического, метаболического уровня, который толкает активность когов, этих популяций нервных клеток, который придает им ценности, интересы и т. д. Без этого мотора наращивания когнитивной сети не происходит. Как это формализовать, как перевести на уровень искусственных систем, чтобы они имели эти базальные интенции? Думаю, это обсуждаемая и небезнадежная проблема.

*Татьяна Черниговская.* Я бы добавила, что важно опять-таки не попадаться в ловушку слов. Антропоцентрическое дело, понимаете. Глядя на себя в зеркало, мы приписываем качества; нам кажется, что эта «штука» ведет себя как мы. Но это сейчас нет времени обсуждать, это другая история.

Коллеги, на этом закончим. Спасибо вам!

## СИМПОЗИУМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ЯЗЫКА И РЕЧИ

Второй Санкт-Петербургский зимний симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи проходил в рамках семинара по когнитивным исследованиям. Симпозиум проводился на английском языке.

Вела заседание Т. В. Черниговская. С пленарными докладами выступили авторитетные ученые: Уильям Марслен-Уилсон (William Marslen-Wilson) (University of Cambridge, UK) **Morphological systems and their neurobiological substrates**; Мартин Фишер (Martin Fischer) (University of Potsdam, Germany) **Embodied representation of number knowledge**<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> См. записи выступлений на английском языке: William Marslen-Wilson — Morphological Systems and Their Neurobiological Substrates // Второй Санкт-Петербургский зимний симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 28.02–01.03.2014. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/simpoziium-po-eksperimentalnym-issledovaniyam-yazyka-i-rechi-1> (дата обращения: 08.07.2021).

# ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ 2015 ГОД

- Обзор тем и выступлений
- Выступления и дискуссии
  - Юрий Александров.* Комплементарность культуроспецифичных типов познания
  - Борис Величковский.* Когнитивная психология вчера, сегодня, завтра
- Симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи
  - Kira Gor.* Half Empty or Half Full? Nonnative Lexical Access



## ОБЗОР ТЕМ И ВЫСТУПЛЕНИЙ

*Владимир Фридман* (Московский государственный университет). **Знаки и символы в коммуникации у птиц и других позвоночных.**

В докладе представлен анализ территориальной коммуникации больших пестрых дятлов *Dendrocopos major*, выполненный на основе данных круглогодичных наблюдений за индивидуально распознаваемыми птицами на двух постоянных площадках в Московской области в 1984–1986 и 1989–2012 гг. В составе репертуара территориальной коммуникации дятла может быть выделено восемь основных и шесть эмоциональных сигналов. Первые передают противнику информацию о возможных действиях по отношению к оппоненту, эффективных программах поведения, позволяющих разрешить «конфликт интересов» положительным исходом. Вторые — неспецифические «выключатели» процесса общения — появляются при устойчивом неуспехе обмена сигналами и ведут к неэффективности сигналов первой группы. Каждый из восьми основных сигналов при коммуникации в территориальных конфликтах может функционировать: а) как знак, передающий информацию о возможностях решения конфликта; б) как релизер — знаковый стимул, специфический или неспецифический. Предполагается, что такого рода «двойственность» сигнальных систем (демонстрация — одновременно сигнал и стимул) является универсальной для других видов птиц, вероятно, также и для всех позвоночных.

*Владимир Цаплин* (Нью-Йорк, США). **Физические и биологические основы сознания: опыт нового подхода.**

В выступлении проанализированы некоторые устойчивые лингвистические формы, используемые человеком для описания проявлений сознания и ощущений (чувств), а также общеизвестные состояния че-

ловека, свидетельствующие о неразрывной связи и полном функциональном совпадении ощущений и сознания.

Наиболее вероятной причиной этого совпадения представляется предположение о том, что сознание и ощущение (чувство) — это разные проявления или разные описания одной и той же цепи физиологических процессов в организме человека. Это предположение существенно конкретизирует сущность и природу таких явлений, как «сознание» и «разумность», помогая отбросить фантастические, надуманные и преувеличенные представления о возможностях человеческого мозга. Оно позволяет дать рациональную интерпретацию и единое объяснение личностным, социальным и психологическим проявлениям человека, а также объяснить формы существования и динамику социальных процессов, происходящих в человеческом обществе.

Сделанное предположение находит и логичное эволюционное объяснение. Природная функция сознания (ощущений) сводится к созданию временной задержки в цепи «раздражитель — моторная реакция организма», достаточной для выбора адекватной линии поведения при неясной природе раздражителя. Отсюда, в частности, следует, что широко распространенные представления о способности животных испытывать чувства или что-либо ощущать, являются заблуждением, так как у животных нет сознания. Вывод о природе сознания подтверждает ранее высказанное автором предположение, что интуиция, эмоция, настроение свойственны только людям и представляют собой разные уровни обычного мышления.

*Юрий Александров* (Институт психологии РАН). **Комплементарность культуроспецифичных типов познания**<sup>15</sup>.

*Борис Величковский* (НИЦ «Курчатовский институт»). **Когнитивная психология вчера, сегодня, завтра.**

---

<sup>15</sup> См. запись выступления и дискуссии: Юрий Александров — «Комплементарность культуроспецифичных типов познания» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 07.04.2015. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/komplementarnost-kulturospecifichnyh-tipov-poznaniya> (дата обращения: 08.07.2021).

*Елена Риехакайнен* (Санкт-Петербургский государственный университет). **Функциональная модель восприятия речи: актуальные проблемы и возможные решения**<sup>16</sup>.

*Вероника Нуркова* (Московский государственный университет). **Забыть нельзя помнить: о возможности преодоления ограничений памяти для решения мнемических задач**<sup>17</sup>.

На протяжении последних десятилетий психологи немало потрудились на ниве «дискредитации» памяти. Хрестоматийный список «семи грехов памяти», предложенный Д. Шектером в 2000 г., расширился настолько, что уже уместно говорить о практической презумпции ложности любого воспоминания.

В докладе объясняется, почему неточности памяти не всегда следует считать ошибкой; в каких случаях они отражают стратегии преодоления неизбежных ограничений когнитивного аппарата человека (в первую очередь проблему малой емкости и производительности системы рабочей памяти), представляют собой продуктивные адаптации или даже прогрессивные сверхадаптации.

Рассмотрен ряд стратегий преодоления ограничений рабочей памяти в рамках согласованной работы мнемических систем, в том числе принцип «деятельностной специфичности кодирования/извлечения», мнемические переживания, механизм частичного представительства категории в сознании. Помимо этого, акцент сделан на особенностях памяти человека, которые позволяют успешно преодолевать ее индивидуальную дефицитарность: разделенности мнемических действий между участниками деятельности; опосредствованность мнемических процессов культурными средствами и техноло-

---

<sup>16</sup> См. запись выступления и дискуссии: Елена Риехакайнен — «Функциональная модель восприятия речи: актуальные проблемы и возможные решения» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 28.04.2015. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/funkcionalnaya-model-vozpriyatiya-rechi> (дата обращения: 08.07.2021).

<sup>17</sup> См. запись выступления и дискуссии: Вероника Нуркова — «Забыть нельзя помнить: о возможности преодоления ограничений памяти для решения мнемических задач» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 06.10.2015. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/o-vozmozhnosti-preodoleniya-ogranicheniy-pamyati-dlya-resheniya-mnemicheskikh-zadach> (дата обращения: 08.07.2021).

гиями с использованием внешних относительно человека носителей и устройств оперирования информацией; становящийся, незавершенный характер памяти человека, развитие ее антропологически новых функциональных систем, в первую очередь автобиографической памяти.

**Олег Тиходеев** (Санкт-Петербургский государственный университет). **Кризис традиционных представлений об изменчивости: на пути к новой парадигме**<sup>18</sup>.

В течение многих десятилетий было принято считать, что человеческая психика формируется под действием двух факторов: генотипа (наследственных задатков) и внешней среды. Именно такие представления лежат в основе классической гальтоновской дилеммы *nature or nurture*. С помощью близнецового анализа можно оценить вклад генотипа в формирование конкретного психологического признака. Этот вклад (его обычно обозначают  $a_2$ ) варьирует для разных психологических признаков от 20 до 80 % и в среднем составляет около 40 %. В соответствии с традиционной концепцией вклад внешней среды рассчитывают как  $1-a_2$ . Он составляет в среднем около 60 %.

В результате сложилась устойчивая точка зрения, что внешняя среда оказывает на психику человека более существенное влияние, чем генотип. Известно, что даже неразлучные монозиготные близнецы (они воспитаны в одной и той же семье и имеют один и тот же генотип) могут различаться по своим психологическим признакам. Это явление объясняют некими внешними воздействиями, неодинаковыми для данной пары близнецов. Соответственно, внешнюю среду принято подразделять на общую и индивидуальную. При этом для большинства исследованных психологических признаков вклад общей среды намного слабее, чем индивидуальной. Таким образом, монозиготные близнецы, выросшие в одной и той же семье, различаются между собой примерно так же, как если бы они были воспитаны в разных семьях. Несмотря на столь важную роль индивидуальной среды, до сих пор остается неясным, какие именно факторы лежат в ее основе, поэтому вопрос о природе индивидуальной среды — одна из главных нерешенных проблем психогенетики. В до-

---

<sup>18</sup> См. запись выступления и дискуссии: Олег Тиходеев — «Кризис традиционных представлений об изменчивости: на пути к новой парадигме» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 20.10.2015. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/calendar/krizis-tradicionnyh-predstavleniy-ob-izmenchivosti-na-puti-k-novoy-paradigme> (дата обращения: 08.07.2021).

кладе предложена концепция, дающая новую трактовку индивидуальной среды с позиций современных молекулярно-генетических данных.

*Владимир Аршинов* (Институт философии РАН). **На пути к парадигме сложности.**

Понятие «сложность» рассматривается в контексте множественности определений. Оказывается, что сложность в ее современном понимании не редуцируется в эпистемологическом отношении к объективному или субъективному своему измерению. Сложность — это разворачивающаяся во времени сеть событий, определенных по отношению к прошлому и столь же неопределенных по отношению к будущему.

*Ольга Сизова* (Санкт-Петербург). **Два пути освоения мира: как они формируются и для чего существуют.**

Представления о функционировании «чисто человеческих» эволюционных приобретений — языка и познания — являются дискуссионным полем междисциплинарных исследований. В докладе представлены результаты исследования путей формирования этих систем в онтогенезе на материале наблюдений и многократного тестирования. Наблюдения за становлением языка и когнитивных процессов в детстве позволяют обнаружить два пути, выводящие организм на «человеческий» уровень функционирования.

Предложена модель формирования этих процессов «снизу вверх»; описаны механизмы взаимосвязи особенностей базовых моторных функций и когнитивных процессов. Такой подход позволяет обнаружить единые основания для описания указанных процессов у детей с нормальным и отклоняющимся речевым развитием, обосновать отличающийся от традиционного подход к квалификации нормы и отклонений в формировании языковой системы, верифицировать предположение о наличии/отсутствии взаимосвязи гностико-практического уровня и уровня языка и познания, а также механизмов функционирования языковой и когнитивной систем.

*Михаил Кларин* (Институт стратегии развития образования РАО). **Инновационное обучение: парадоксы и вызовы.**

Альтернативная картина обучения рассматривается в связи: а) с изменением субъекта образования; б) с генерацией нового опыта в процессе образования. Инновационное образование ведет к парадоксам:

субъекта, трансляции, неучебной направленности обучения, неучебной оценки, неэкспертности эксперта-педагога. Парадоксы бросают вызов традиционному пониманию обучения, проявляют сложностную картину образовательной практики. Представлен анализ новых обучающих практик: «обучение в действии», «перевернутое обучение», «продуктивные провалы», обучение по принципу «70–20–10» и др. Выдвигается идея трансформирующего обучения. Сообщение основано на практике образования взрослых. Корпоративное образование, неинституциональные образовательные программы, повышение квалификации и переподготовка специалистов, программы коучинга, развития управленческих навыков, комплексные проекты развития руководителей, производственных коллективов, управленческих команд и организаций, обучающий консалтинг — эти и другие виды образовательной практики еще не стали предметами анализа, выступают как «неопознанные образовательные объекты».

## ВЫСТУПЛЕНИЯ И ДИСКУССИИ



*Юрий Александров*  
Институт психологии РАН, Москва

### **Комплементарность культуроспецифичных типов познания<sup>19</sup>**

Эту проблему я уже затрагивал в прошлый раз, когда был у вас. Но обычно в своих выступлениях я вынужден делать большие вводные замечания, иначе непонятна специфика подхода, терминология и прочее. Я обсуждаю разные подходы, суммирую данные, предлагаю обзоры, делаю выводы по вступлению и... на этом выступление заканчивается. Мне просто не хватает времени на то главное, о чем я планировал рассказать. Итак, что я хочу сделать сегодня? В основном заняться спекуляциями. Конечно, будут представлены научные данные (полагаю, что далеко не все из присутствующих сегодня были на моем прошлом выступлении), и в определенное время я дам «краткое содержание предыдущей серии» — пробегу по основным исходным посылкам и положениям, но очень кратко, а потом начну говорить о том, что мне на самом деле важно сегодня сказать. Вот особенность этого доклада. И еще мне очень интересно показать, каким образом связан мой интерес к этой проблеме с моей собственной научной историей, то есть

---

<sup>19</sup> Работа автора по подготовке текста доклада выполнена в рамках госзадания ИП РАН (тема № 0138-2021-0002). — *Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.*

с тем, как я формировался и что я видел в процессе этого формирования — что я увидел, когда стал заниматься наукой и пришел на кафедру к моим учителям Петру Кузьмичу Анохину и Вячеславу Борисовичу Швыркову. Кое-что из того, о чем я вам расскажу, нигде не было описано, не содержится пока в опубликованных научных трудах. И это (неописанность), кстати, — культуроспецифичная особенность.

Лосский Николай Онуфриевич: «Беседа с западноевропейским ученым дает то, что им выражено в его трудах, а общение с русским ученым оказывается, обыкновенно, гораздо более содержательным, более полным новых мыслей, чем его печатные труды» (Лосский, 1957, с. 42).

Не знаю, как ваш опыт, а мой опыт говорит о том, что Лосский был совершенно прав. Когда, проанализировав какую-нибудь статью западного автора, я начинаю говорить с ним, то мало что могу извлечь в плюс к тому, о чем прочитал. Думаю, для этого есть много оснований, в том числе и жесткая конкуренция в западной науке, которая у нас всегда была мягче (хотя и мы движемся в этом направлении «ужесточения»), и разная ментальность.

Здесь я начинаю говорить о собственном опыте. Отработав лет пятнадцать-двадцать, я стал удивляться тому, что в научных журналах так называемого западного мейнстрима мне стали встречаться данные, которые были получены в нашей парадигме гораздо раньше (в основном это данные нейрофизиологического толка). Сначала я думал, что это случайность, потом стал понимать, что это опережение. Перейду к примерам.

Первый пример: автор из нашей школы (кто именно — не имеет значения в данном случае) где-то в начале 1970-х годов провел исследование нейронной активности в разных структурах мозга бодрствующего животного. Он обнаружил, что разные структуры мозга работают синхронно (это, кстати, довольно сильно противоречило всем принятым картезианским схемам: сперва активируются сенсорные структуры, потом — моторные). И что интересно, эта работа была опубликована не только на русском языке, но и на английском. А примерно через четверть века выходят статьи западных ученых со схожими выводами и подчеркиванием их новизны и уникальности.

Еще пример (тоже наша парадигма) — статья Натальи Анатольевны Швырковой, в которой задолго до описания феномена

«зеркальных нейронов» была показана активность нейронов животного при реализации им социального поведения. Например, нейрон активен при социальном контакте; он же активен, когда этого социального контакта нет, но объект контакта находится в отдалении — этот контакт реализуется в свернутом виде. Более того, поразительна была даже идея насчет того, что системы, связанные с этим контактом, актуализируются во внутреннем плане, без внешней реализации поведения.

А может быть, мне просто сильно повезло, что я оказался в анохинской школе, а в других местах было не так? Но так было и в других школах. Вот пример с Натальей Петровной Бехтеревой, часто приводимый Святославом Всеволодовичем Медведевым. Пример относительно мозговой детекции ошибок. (Что, кстати говоря, соотносится и с работами в школе Анохина: рассогласование в АРД [акцептор результатов действия] — это довольно близкие вещи.) Тогда тоже было опережение в несколько десятков лет, и вот работа, в которой детектор «переоткрывается» (Carter et al., 1998).

Относительно недавно обсуждалась Нобелевская премия, которая имеет отношение к нейронам места и к навигации. Но где упоминания о Бериташвили [Иван Соломонович], роль которого совершенно неопределима в развитии данного направления и который существенно опередил эти исследования?<sup>20</sup>

Еще пример. Я прочел письмо от одной известной немецкой нейрочелюви о праздновании в Лондоне годовщины «открытия» ДП, или *LTP* [долгосрочная потенция — *Long-term potentiation*]. Поскольку в аудитории не все нейрочелюви, то в двух словах скажу, что это одно из главных «развлечений» нейронауки (в проблемном поле научения) до последнего времени. Что это такое? Семнадцатый век, картезианская идея о том, что когда «животные духи» пробегают много раз по «порам» в мозгу, эти «поры» становятся лучше проходимыми для «духов». В современной интерпретации это означает, что когда спайки пробегают по синаптическим путям, синапсы становятся более эффективными, и собственно

---

<sup>20</sup> В острой форме эта ситуация описана в предисловии редактора к книге: Alexandrov Y.I. Cognition as Systemogenesis. Anticipation: Learning from the Past: The Russian/Soviet Contributions to the Science of Anticipation. Ed. M. Nadin. Cham, 2015. М. Надин написал об этом и в специальном письме, опубликованном в журнале *Nature* (2014, P.515). — Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.

эта эффективность синапсов (ее повышение) лежит в основе подавляющего большинства современных представлений о том, что такое память; это вот такая сеть эффективных синапсов. Итак, в полученном мною письме сообщалось, что на этом мероприятии никто даже не упоминал Леона Леонидовича Воронина — того, кто сформулировал идею ДП, кто ее эффективно разрабатывал и, заметим, участвовал в международных конференциях, рассказывал о своих результатах. Но речь сейчас не о том, что я обижен за Леона (хотя есть немножко); основная идея в том, что он это придумал — опять же — существенно раньше.

Одно из возможных объяснений опережения может состоять в том, о чем пишет Стивен Роуз: «Для... науки в США в послевоенном периоде весьма характерен так называемый синдром ИНЗ — “изобретено не здесь” — эта формулировка символизирует род научного шовинизма» (Роуз, 1995, с. 265). Но я хочу сказать, что это не послевоенный синдром — это было и раньше.

Например, лишь в 2015 г. была опубликована статья о том, кто на самом деле первым описал аутизм — это советский психиатр Груня Ефимовна Сухарева; в 1925 г., за 20 лет до появления первых, как считается, клинических описаний аутизма, сделанных австрийскими докторами<sup>21</sup>.

Следующий пример. Петр Алексеевич Кропоткин в своей великой книге «Взаимопомощь как фактор эволюции», впервые опубликованной в 1902 г., говорит: «Взаимная помощь — такой же естественный закон, как и взаимная борьба; но для прогрессивного развития вида первая несравненно важнее второй». А теперь посмотрите, что пишет в статье 2012 г. очень мною уважаемый известный антрополог де Вааль (Frans B. M. de Waal) — он пишет, что до сих пор мы говорили только про агрессию и про борьбу в эволюции, а на самом деле сейчас (!) становится ясно — для эволюции очень важны кооперация, эмпатия и поддержка.

Далее. Общая теория систем Людвиг фон Берталанфи, «официально» считающегося творцом системного подхода, — *General System Theory*. Но еще в 1913 г. Александром Александровичем Богдановым была опубликована «Тектология: всеобщая организационная наука» на немецком языке (а Берталанфи сам из Ав-

---

<sup>21</sup> См.: Manouilenko I. and Bejerot S. Sukhareva — Prior to Asperger and Kanner // *Nordic Journal of Psychiatry*. 2015. Vol. 69. No. 6. P. 1–4. — *Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.*

стри; немецкий знал, и ему было тогда всего лет двенадцать). В этой книге — подробное изложение системного подхода. Сейчас многие могут не знать о Богданове — его очень долго «вытесняли» из науки, вообще из упоминания, и все потому, что Владимир Ильич Ленин критиковал его за всякие «заблуждения» и философские «ошибки».

Следующий пример. Задолго до «двойной спирали». Что пишет Сойфер [Валерий Николаевич], которого, по-видимому, нельзя «упрекнуть» в большой любви к Советскому Союзу: «В 1927 году Кольцов [Николай Константинович] ... обосновал модель строения наследственных молекул. Он пришел к выводу, что каждая хромосома должна нести гигантскую по размеру молекулу, содержащую наследственную информацию (каждый ген, считал он, — это участок наследственной молекулы), причем молекула должна состоять из двух зеркальных нитей (Труды III съезда зоологов, 1927; Успехи современной биологии, 1928). Кольцов свою гипотезу опубликовал и по-русски, и по-немецки, отправил разным ученым в Европу и США. Гипотезу о двойных наследственных молекулах в 1953 году снова предложили американец Джеймс Уотсон и англичанин Фрэнсис Крик. На Кольцова они не ссылались (Уотсон много раз уверял меня, что не знал имени Кольцова и не слышал о его гипотезе, хотя университетский учитель Уотсона Герман Меллер гипотезу своего русского коллеги отлично знал). Уотсону и Крику в 1957 году присудили за их модель Нобелевскую премию». Более того, Кольцов проиллюстрировал предложенную им модель строения двунитевых наследственных молекул, расположенных внутри пары хромосом диплоидной клетки.

Опережение относится не только к отдельным проблемам, а к целым областям исследования. Если взять математику, то успехи и опережения в ней не просто отмечались, а связывались именно с культуроспецифическими особенностями, в том числе религиозными и философскими. Чуть позже я скажу об этом<sup>22</sup>.

Психология. Майкл Коул говорит о том, что существенная часть того, что было сделано в России с 1920-х по 1930-е годы, со-

---

<sup>22</sup> Обоснование связи особенностей национального стиля мышления в России с особенностями развития в ней математики: успехи в разработке теории множеств. См.: *Graham L. and Kantor J.-M. A Comparison of Two Cultural Approaches to Mathematics. France and Russia. 1890–1930 // Journal of The History of Science Society. 2006. No. 97. P. 56–74.*

ответствует американским исследованиям «сегодняшнего дня» — а эти слова Коула датируются 1981 г. Тоже считайте, это опережение примерно на полвека.

Все эти и многие другие примеры у меня накапливались, но при этом я знал и про то, что «национальной науки нет, а что национально, то не наука» — так эту мысль четко формулирует мой любимый Чехов (Чехов, 1980, с. 153). Это всегда было ясно почти всем ученым, кроме, пожалуй, странных науковедов, которые почему-то устраивали специальные конференции, посвященные анализу специфики национальных наук (*local sciences*). Я считал очевидной истиной, что все разговоры относительно советской науки или русской науки — это националистические или коммунистические бредни-агитация, что нормальная наука (не в куновском смысле, а просто — настоящая наука) — это мировая наука и никакой национальной быть не может. Я думаю, что и сейчас подавляющее большинство ученых думают так же, это ясно: мировая наука — единственная, никаких особых национальных наук не существует.

Возможно, кто-то из старших людей, которые здесь присутствуют, помнят человека по фамилии Поповский. Марк Поповский — эмигрант, написавший уже «оттуда» книгу о нашей науке. Он замечает: «Когда в СССР говорят о советской науке, иностранцы иронически улыбаются, потому что для них прописной истиной является утверждение, что есть лишь одна наука — мировая» (Поповский, 1978).

Теперь цитата из статьи 1946 г., опубликованной в журнале *Science*, где автор иронизирует по поводу так называемой советской биологии: «It been disconcerting to find successive articles appearing in recent issues of *Science* under the title “Soviet Biology”. For the use of a modifying term in this manner implies that there is some other kind of biology which is different and, presumably, inferior—perhaps racial, e. g. Polynesian Biology; or religious, as Baha’l Biology; or even dare we say it, Capitalist Biology» (Wherry, 1945, p. 206). Автор ругает тех, кто пишет «Soviet Biology» — какая «Soviet Biology»? Что за чушь? А полинезийская биология тоже может быть?! Так вот, мое сегодняшнее утверждение состоит в том, что эта ирония — показатель поверхностности ее авторов и использования ими штампов обыденного знания (*folk science*), и больше ничего.

(Но я не предупредил вас, что буду говорить о том, что культуры — разные и они комплементарны в целом: в познании, в раз-

витии. Это все будет в основном на примере науки (как части, компоненты культуры), мне это интересно и близко, это я чувствую, можно сказать, шкурой... Поэтому в основном я буду говорить о науке, хотя и сделаю отклонения в сторону экономики, истории и т. д.)

Вообще же, ничего странного в разнообразии национальных наук нет, потому что локальные науки (научковеды их называют *national sciences*, или *local sciences*, в отличие от *global science*) существуют как компоненты культуры, которые связаны с другими культурными компонентами. Следовательно, нет ничего странного в том, что у локальных наук, не только составляющих единую мировую науку, но и являющихся частями разных культур, обнаруживаются культуроспецифические черты.

Психологи хорошо знают Майкла Полани, который высказывался относительно того, что единое индивидуальное знание ученого включает не только собственно научное знание, но и значительную часть *folk science* — обыденного знания. Он говорит, что научное знание включает значительную часть неформулируемого и часто даже невербализуемого неявного знания, что мы никогда не можем высказать все, что знаем, что мы никогда не можем знать всего того, что имплицировано нашими высказываниями, и что владение определенным языком, наследование определенной культуры — вот то, что определяет наше видение природы вещей. Такой точки зрения придерживается не только Полани, но и многие другие авторы: об этом писали, например, Лекторский [Владислав Александрович] и Ярошевский [Михаил Григорьевич].

Немного забегая вперед, отмечу, что, к примеру, обыденные теории физической причинности (которые, вообще-то, лежат в основе научного знания), отличаются у китайцев и американцев, то есть одни ищут причины во вне, в других объектах, а другие — внутри самого объекта. Иначе говоря, анализ природы будет строиться на базе, которая предполагает разные представления о причинности — в зависимости от того, в какой культуре ты живешь и в какой культуре ты являешься ученым, или, во всяком случае, строиться на базах, тяготеющих к разным представлениям. Потом, конечно, эти «культуроспецифичные измышления» тестируются, например, в каком-нибудь международном журнале они будут подвергаться критике и т. д. (об этом я расскажу чуть позже, основываясь и на собственном опыте).

Вообще, идея, о которой я говорю, совершенно не нова — тут я не делаю никакого открытия. Еще сто с лишним лет назад Константин Дмитриевич Кавелин назвал старым (заметьте: уже тогда старым!) предрассудком утверждение, что ничего национального в науке нет: «Обычаи и учреждения везде и всегда носят на себе отпечаток страны, где они образовались. Но относительно науки мы далеко еще не успели разделаться со старым предрассудком и остаемся в убеждении, что она составляет исключение из общего правила» (Кавелин, 1875).

В целом, надо сказать, что в последнее время появляется довольно обширная литература на эту тему, исследуются отличия (то есть локальные особенности) чуть ли не всех наук в одной культуре по сравнению с другой культурой (не только, например, географии, что более или менее ясно, но и нейронауки, статистики и т. д.).

Ну и теперь сделаем шаг в сторону рассмотрения того, в чем состоит специфика науки, которую условно назовем западной, в строгом следовании картезианской традиции. В свою очередь, картезианская традиция, по мнению исследователей, восходит к Платону, то есть это очень и очень древние представления, и эти представления определяют редукционистские подходы в западной науке, иначе говоря, привязанность к линейно-причинным отношениям, к одномерным и линейным. В основе современных редукционистских подходов (сведение теорий высшего уровня к теориям низшего) — представления Декарта (Картезия).

Я приведу несколько цитат западных исследователей на эту тему — это взгляд не «со стороны», в чем меня могли бы упрекнуть, а «изнутри» — на собственные науку и культуру.

«Упрощенные, механистические взгляды на соотношение между природой и воспитанием объясняют существование в западной культуре и науке редукционистских подходов, в которых ценятся линейные причинно-следственные объяснения» (Fischer and Bidell, 2006).

Россия и картезианство: «Бунт против картезианства — основы и символа западного научного мышления — состоялся именно в России» (Gavin and Blakely, 1976, p. 101).

У ряда российских ученых почему-то было не очень хорошее отношение к картезианству и редукционизму. И это касается многих направлений в нашей науке: например, теории деятельности, многих вариантов системного подхода (как нашего варианта —

Анохина и Швыркова, так и Ухтомского, и Натальи Петровны [Бехтеревой], многих психологов, философов, и вообще многих-многих). Это неслучайно.

Американский историк науки Лорен Грэхем, большой знаток русской и советской культуры и науки, пишет, что антиредукционистский подход имеет корни и в русской, и в советской мысли, причем в особенности — в советской психологии и физиологии. Заметьте: не только советской, но и русской.

Замечательный генетик Михаил Александрович Шишкин пишет: «Среди других причин, влияющих на выбор методологических установок в эволюционных построениях, можно назвать и такой иррациональный фактор, как специфика национального менталитета. Здесь речь идет о роли особенностей англо-американского мышления в становлении и распространении редукционистских принципов синтетической теории эволюции. Свойственный этому типу мышления рационализм диктует поиски простых алгоритмов» (Шишкин, 2006).

Что он видит, когда сравнивает литературу, сравнивает подходы к теории эволюции «здесь» и «там»? Он видит большую разницу и говорит об особенностях англо-американского редукционистского мышления в подходе к системной эволюционной теории. Но посмотрите, как он пишет: «иррациональный фактор». Ему неудобно, наверное, сказать прямо, что существует что-то в культуроспецифическом менталитете, что определяет специфику подходов. Понимаете? Потому что он ученый настоящий и, вероятно, вынужден иметь в виду общепринятую позицию: наука — только мировая, никакой другой нет и быть не может.

Вот еще один пример анализа «оттуда», касающегося теории социальных представлений Сержа Московичи. «Теория, основанная на диалектической логике и включающая представления о социальном происхождении мышления, легко ассимилируется в России. Более того, многие положения здесь представляются самоочевидными. Социализация ученых в среде других — западных традиций (механистичность, редукционизм в отличие от восточной холической, диалектической модели) становится серьезным препятствием для понимания этой теории»<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Цитируется по: *Raudsepp M. Why Is It So Difficult to Understand the Theory of Social Representations? // Culture & Psychology. 2005. No. 11. P. 456.*

В принципе, культуроспецифичность касается и математики. Казалось бы, математика не имеет никакого отношения к культуре, независима от нее: дважды два — везде дважды два, равнобедренный треугольник — везде равнобедренный треугольник. Но вот мнение известного математика, Мориса Клайна, экс-главы факультета математики Нью-Йоркского университета, который написал совершенно потрясающую книжку, — она существует на русском языке (Клайн, 1984). Тот, кто хочет увидеть и с облегчением понять, что в математике также все зависит от культуры, языка, парадигмы и прочее, как в наших сравнительно «мягких» науках, прочтите эту книгу. Математика одна на всех? Клайн пишет, что «математические истины в такой же мере зависимы от людей, как восприятие цвета... Лишь относительно широкое принятие математических доктрин — по сравнению с политическими, экономическими и религиозными — создает иллюзию, будто математика представляет собой свод истин, объективно существующих вне человека. Математика может существовать независимо от любого человека, но не от культуры, которая его окружает» (Клайн, 1984, с. 374–375).

А это точка зрения Вернера Гейзенберга относительно того, что успехи Японии в развитии физики в квантовой теории связаны с особенностями философии и ментальности японцев: «Большой научный вклад в теорию физики, сделанный в Японии после войны, может рассматриваться как признак определенной взаимосвязи традиционных представлений Дальнего Востока с философской сущностью квантовой теории. Вероятно, легче привыкнуть к понятию реальности в квантовой теории в том случае, если нет привычки к наивному материалистическому образу мыслей, господствовавшему в Европе» (Гейзенберг, 1989, с. 127–128).

Теперь я процитирую советского физика, Сергея Ивановича Вавилова. (Цитата датируется 1948 г. — думаю, нет смысла напоминать, что это время борьбы с космополитизмом, но все-таки вряд ли Вавилов стал бы лгать о науке, да еще так убедительно. Как умелый администратор высокого уровня (президент АН СССР), он мог бы найти способ «соответствовать», не становясь «первым учеником».) «Никто не сомневается в общем значении евклидовой геометрии для всех времен и народов, но вместе с тем “Элементы” Евклида, их построение и стиль глубоко национальны; это одно из примечательнейших проявлений духа Древней Греции наряду с трагедиями Софокла и Парфеноном. В таком же смысле нацио-

нальна физика Ньютона, философия Декарта и наука М. В. Ломоносова» (Вавилов, 1961, с. 10).

Чехов и Достоевский имели две разные, противоречивые точки зрения. А. П. Чехов, как уже говорилось, полагал так: «Национальной науки нет... что же национально, то уже не наука». Ф. М. Достоевский: «У них великий аргумент, что наука общечеловечна, а не национальна. Вздор, наука везде и всегда была в высшей степени национальна» (Неизданный Достоевский, 1971, с. 176). Однако определенная истинность есть в обеих точках зрения, кажущихся противоположными, хотя точка зрения Достоевского мне ближе — к тому, о чем я говорю сегодня, она имеет, скажем так, большее отношение.

В принципе, предварительное решение состоит вот в чем: как мне кажется, истина не национальна (хотя я знаю людей, которые стали бы возражать), большинство об этом думающих, вероятно, считает, что истина одна — она универсальна и представлена тем, что называется мировой наукой, но представители разных культур смотрят на нее с разных сторон и по-разному ее интерпретируют. «Истина не может быть национальной, истина всегда универсальная, но разные национальности могут быть призваны к раскрытию отдельных сторон истины» (Бердяев, 1991, с. 49).

Теперь, прежде чем задаться вопросом о том, как разные культуры благоприятствуют разным типам познания, дадим «краткое содержание предыдущих серий», иначе говоря, озвучим, как я говорил, очень кратко базовые утверждения.

Почему то, как мы думаем, как и на что смотрим, что помним... зависит от культуры (субкультуры), в которой мы живем? И как зависит?

Существует ген-культурная ко-эволюция; иначе говоря, характеристики генома связаны с отбором, отбор связан с культурой, и в разных культурах (даже если это одна и та же этническая общность, но в ней, например, начинают использовать разные способы хозяйствования) определенным образом меняется генотип. Связь между геномом и культурой устанавливается в процессе геннокультурной коэволюции. Существует множество примеров этой связи<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> См., напр., обзор: *Laland K.N., Odling-Smee J. and Myles S. How Culture Shaped the Human Genome // Nature Reviews Genetics. 2010. P. 137–148.*

Нейроны в мозгу специализированы. Условно говоря, они являются «специалистами» в том или ином поведении, в достижении определенных результатов. Наше индивидуальное развитие есть обучение и «делание» новых «специалистов» для достижения того или иного результата. Наша жизнь — накопление групп «специалистов», которые умеют делать либо то, либо то, либо то... и так далее. Это как слоеный пирог... или годовые кольца... или геологические слои... как вам угодно. Каждый новый «слой» — результат обучения. Эти «слои» фиксируются морфологически (за счет структурных изменений мозга при научении).

Иными словами, нейроны специализируются относительно систем, формируемых на последовательных стадиях индивидуального развития в процессе обучения. Вновь сформированные все более дифференцированные системы не заменяют ранее сформированных, а «наслаиваются» на них.

И вот самое главное, о чем я хочу сказать: мы живем в различных культурах и имеем наборы разных «специалистов». То есть где живем — такие наборы «специалистов» и имеем. Эти наборы культуроспецифичны. Ключевой термин здесь — «разнообразие», межкультурное разнообразие.

Культура не гомогенна, внутри нее мы наблюдаем разное функционирование мозга у людей. К примеру, люди, имеющие разную политическую ориентацию, — скажем, консерваторы и либералы: мозг у либералов сильнее активизируется при детектировании отклонения от рутинной последовательности, чем мозг у консерваторов, размеры структур мозга (например, цингулярной коры и миндалины) у консерваторов и либералов тоже различаются. Здесь мы имеем внутрикультурное разнообразие.

Или, допустим, исследования людей, принадлежащих к среднему и рабочему классу, проводившиеся в США. (Исследования наших среднего и рабочего классов не очень получились, правда; мы работали с опросниками, а не с картированием мозга, но у нас, похоже, нет такой дифференциации, которую, например, показал Игорь Гроссман из Канады. У нас сложности со средним классом... Я ничего плохого не хочу сказать, просто констатирую отсутствие результатов, указывающих на существенные различия ментальности представителей среднего и рабочего классов, у нас.) Итак, компонент *N400* обнаружен у учащихся из семей, принадлежащих к среднему классу, в задней центральной области *Pz*, и этот компо-

нент отсутствовал у учащихся, принадлежащих к рабочему классу. Авторы Варнум, На, Мурата и Китаяма (Varnum et al., 2011) отмечают, что их данные подтверждают давние утверждения Маркса и Энгельса о том, что свойства опыта человека зависят от того, к какому классу последний принадлежит.

*Татьяна Черниговская.* А есть какие-то страны, в которых нет такого «провала»?

*Юрий Александров.* Я не встречал таких сравнений для других стран. Здесь же речь идет о том, что *N400* в этих данных — это потенциал, который возникает при семантическом рассогласовании. Он замечательно регистрируется у учащихся из семей среднего класса, а у учащихся из рабочих семей его авторы не обнаружили. И заметьте, между прочим, что исследовались не «глупые» и «умные», а учащиеся одного колледжа, одной группы, а их принадлежность к классу определялась по тому, кто у них папа с мамой, сколько зарабатывают и имеют ли высшее образование.

Ну вот... у индивидов, имеющих разную специализацию (орнитологи, специалисты по машинам), паттерны мозговой активации при осуществлении внешне одинаковых действий тоже оказываются разными.

Говоря о сопоставлении представителей разных культур, отметим, что мнение о том, будто у людей в разных культурах одни и те же «базовые» психические процессы, устарело. Различается все — от «элементарного» восприятия или ходьбы до социального познания (*social cognition*): зрительное восприятие, память, научение, внимание, категоризация, пространственное восприятие, моральная аргументация, оценка себя и других, понимание причинности, времени, вероятности и многое другое. Найти разное не проблема; может быть, даже найти нечто общее — более сложное дело. На данном этапе развития кросс-культурной науки в целом уже нельзя показать что-нибудь определенное (вот так люди думают, смотрят, чувствуют и пр.), выявив данный феномен в каком-либо сообществе. Любой феномен, который мы получаем, является феноменом для конкретной изучаемой группы, для данного периода, для данной страны, и надо еще сделать кросс-культурный контроль, чтобы показать, что этот полученный феномен кросс-культурно валиден, то есть всюду воспроизводится.

Несколько примеров. Видим мы по-разному. Китайцы смотрят на окружающую среду, а не только на тот объект, который

является целью их рассматривания. А американцы смотрят достоверно меньше на среду; они смотрят на «целевой» объект. И, кстати говоря, по прошествии нескольких дней китайцы смогут описать среду, в которой был изучаемый ими объект, а американцы объект помнят, а среду не помнят. Почему — скажу чуть позже.

От «простого» восприятия к моральным решениям. ИмPLICITные правила, которыми мы руководствуемся при принятии моральных решений, — они что для англоязычных, что для нас, русскоязычных, вроде бы одинаковые. Еще есть интересная вещь: изменение с возрастом наших моральных решений тоже оказывается вроде бы общим для нас и для людей англоязычных: от большего к меньшему утилитаризму, хотя у англоязычных он больше, чему у русскоязычных, в любом возрасте. При этом мы достоверно чаще уверены в том, *что* «нельзя» делать, а англичане чаще уверены в том, *что* обязательно «надо» делать. И вот эта разница хорошо достоверно проявляется.

Пожалуй, самое главное, что я хотел сказать про кросс-культурные исследования. Существует холистическое восприятие — целостное. И существует аналитическое восприятие — когда целое дробится на объекты, затем изучаются их отдельные характеристики, части объекта, и на основе «поведения» частей делается вывод о функционировании целого. (Есть ряд психологических тестов на эту тему, но сейчас нет возможности на этом подробно останавливаться.) Так вот, исследования показывают, что в странах Европы (во многих), и особенно в США (потому что это максимально индивидуалистская страна и максимально аналитическая), наблюдается превалирование аналитического подхода, а в Юго-Восточной Азии — превалирование холистического подхода над аналитическим, то есть превалирование целостности мышления.

Но что важно: если внутри данной культуры вы возьмете средний и рабочий класс, то окажется, что средний класс будет в Америке очень аналитичным, а рабочий класс будет ближе к Юго-Восточной Азии, то есть более холистичным. То же относится и к людям, которые занимаются разными делами: пастухи (работающие поодиночке) окажутся более аналитичными, а земледельцы, рыбаки окажутся более холистичными (работают группами и должны согласовывать свои усилия). В одной стране можно

получить разные «страны»: более холистичные и более аналитичные. Так, в одном Китае или в одной Италии вы можете иметь два типа мышления — в зависимости от того, чем люди занимаются, где живут. Например, Северная Италия — аналитичная, Южная — холистичная.

И в общем это коррелируется с коллективизмом (холизм) и индивидуализмом (анализм). Вот это карта индивидуализма [демонстрируется слайд]. Видно, что индивидуализм — такой темно- или светло-желтый, а чем краснее, тем коллективистичнее. В принципе, на этой карте вы можете видеть, где холисты и где аналитики. Эти вещи сильно коррелируют. И если, вспоминая о геннокультурной коэволюции, вы возьмете генетику и прокоррелируете индекс индивидуализма по Хофстеде с определенным генетическим показателем (причем генетический показатель вы будете мерить так: «по отношению к США», то есть США — это точка отсчета, как максимальные индивидуалисты, от них — все остальные), то чем больше будет генетическая дистанция от Соединенных Штатов, тем более коллективистские будут люди, а чем ближе генетическая дистанция к Соединенным Штатам, тем более они индивидуалистские.

С одной стороны, если вы берете карту индивидуализма/коллективизма, а с другой — ищете аллель, который связан с определенными биохимическими веществами (с серотонином, я сейчас не буду тоже об этом подробно говорить), то окажется, что индивидуалисты и коллективисты отличаются и биохимически (Chiao and Blizinsky, 2010).

Сравнение стран Европы показывает, что бывают страны более холистичные, например Германия (немцы в этом аспекте довольно близки к нам и к китайцам, но это особый вопрос). Ну и, наконец, чем западнее страна, тем больше ей свойственны ценности «независимого» общества — индивидуализм и анализм. И здесь я цитирую Роберта Александра Нисбета: «Континентальные европейцы занимают промежуточное положение между англо-американцами и восточными азиатами. Интеллектуальной истории Центральной и Восточной Европы также присущ холизм — в большей степени, чем Америке и странам Содружества. Чем западнее расположена страна, тем больше ей свойственны ценности “независимого” общества. Среди американцев белые протестанты обнаруживают наиболее “западные” паттерны пове-

дения, тогда как католики и национальные меньшинства, включая афро- и латиноамериканцев, склоняются к “восточным”».

Далее Нисбет говорит о существовании связей с экономикой; если вы, например, разводите рис, то вы не можете работать так же индивидуально, как если бы вы были пастухом. В этом смысле «экология» связана с преимущественными типами хозяйствования, те — с уменьшенным или увеличенным числом межличностных отношений и с рассмотрением объекта, связанного со средой и другими объектами множеством взаимодействий. Следовательно, экономика, ментальность — описания единой социокультурно-экономико-административной сущности.

Ну и вот просто хороший пример. Это слайды, которые я получил от Синобу Китаямы [*демонстрируются слайды*]. Он изучил разные области Китая — те, в которых разводят пшеницу, и те, в которых разводят рис (выращивание которого требует принципиально большей коммуникации между людьми). И что у него получилось? Я думаю, вы уже догадались. Те области, где разводят рис, — ближе к Юго-Восточной Азии по ментальности, а те, в которых разводят пшеницу, — более «западные» в смысле менталитета. То есть эти вещи вообще связаны с тем, что вы делаете, с хозяйствованием.

Я выделил, скажем так, два «синдрома» — западный и незападный. Они состоят из множества «симптомов», характерных для разных культур (я сейчас не могу вдаваться в подробности, их — «симптомов» — много), но прошу вас обратить внимание, что к западному «синдрому» относится следование, приверженность формальной логике, в отличие от диалектической логики незападного «синдрома». И люди делают в этих двух «синдромах» все по-разному: они думают по-разному, они классифицируют объекты по-разному. Буквально несколько примеров этого «разного».

Это мой любимый пример. Те, у кого есть студенты, спросите у них: с чем в большей степени связана корова — с курицей или с травой? Девяносто процентов студентов, а то и девяносто пять, скажут «с травой» — понятно, потому что корова ест траву. Если вы то же самое спросите у американской аудитории, девяносто пять процентов людей вам скажут «с курицей». Почему? Это разные типы классификации. В Америке люди классифицируют события таксономически, то есть по принадлежности к одной категории, а в «наших» (незападных) странах люди уделяют особое внимание

отношениям между объектами; главное для классификации — это отношения, и ближе, конечно, «корова» и «трава» в этом смысле.

Вспомним Лосского, высказывание которого о кросс-культурных различиях полноты отражения идей исследователей в их печатных трудах я цитировал в начале доклада. Следующая его мысль находится в связи с упомянутой, как бы поясняет механизм различий: «Аналитическая мысль, делящая мир на конечное число дискретных объектов с особыми свойствами, которые можно четко систематизировать, может быть успешно выражена языковыми средствами. Холистическая мысль, реагирующая на гораздо более широкий спектр объектов и их взаимосвязей, менее четко разграничивает признаки и категории, а следовательно, совсем не так приспособлена для лингвистического выражения».

Ну и теперь о том, как это все понимать. Какая из стратегий лучше: аналитическая или холистическая? Это разные стратегии. Иначе говоря, логическое решение и интуитивное решение — это разная работа мозга (Jui-Wen et al., 2009).

В принципе, существует такая концепция, базирующаяся на эмпирическом материале, относительно того, что рациональное, логическое хорошо работает при довольно простых проблемах; когда проблемы усложняются, то более эффективной становится интуитивная стратегия (Dijksterhuis et al., 2006).

Качество бессознательного интуитивного выбора не падает с возрастанием сложности проблемы, позволяя делать лучший, по сравнению с сознательным логическим, выбор при сложных обстоятельствах [на слайде демонстрируется схема].

Каким образом связаны с креативностью эти два похода? Это тоже не раз показано. Холистический подход связан с большей креативностью. И тем не менее более высокие отметки в школе получают те, кто склонен к аналитическому, а не холистическому мышлению; иначе говоря, система образования (во всяком случае в США) подкрепляет в большей степени аналитические, а не холистические стратегии (Zhang, 2002).

А это то, что думают о холистических и аналитических стратегиях в научном творчестве выдающиеся ученые. А. Пуанкаре о математиках — интуитивистах и рационалистах — говорит: «Чистая логика аналитизма приводит лишь к тавтологии, не может создать ничего нового, не может сама по себе дать начало науке, но является точным “орудием доказательства”. Для порожде-

ния действительно нового необходим интуистский холизм, являющийся “орудием изобретательства”, помогающий исследователю в “выборе пути”».

В. Гейзенберг писал: «Совершенно неверно, будто в науке есть только логическое мышление, понимание и применение жестких природных законов... Если для собирания фактов нужна трезвая, тщательная экспериментальная работа, то упорядочить факты удастся только тогда, когда человек умеет скорее вчувствоваться, чем вдуматься в явления» (Гейзенберг, 1989).

А. Эйнштейн в своем письме Нильсу Бору (7 ноября 1947 г.) писал: «Воображение важнее, чем знание». (Эйнштейн отмечал, что Достоевский дал ему больше Гаусса.)

Относительно того, как происходит познание. Познание, по целому ряду представлений (например, О. К. Тихомиров, Я. А. Пономарев, A. Bechara, H. Damasio и др.), начинается со стадии интуитивно-холистического типа взаимодействия и затем сменяется стадией, на которой превалирует рационально-аналитический тип. Иначе говоря, холистический анализ — это первая стадия познания. Интуитивное предрешение, направляющее провидение по правильному руслу, предшествует осознанному оформлению решения, его вербализации. Можно сказать, что существует семантическая ассоциативная сеть: когда вы начинаете чему-то учиться, осваивать какой-то профессиональный навык, то у вас формируется вначале семантическая, интуитивная сеть, она связана с актуализацией всего материала памяти, а потом — семантическая пропозициональная сеть, которая связана с логической последовательностью действий. Причем И. О. Александровым и Н. Е. Максимовой в нашей лаборатории показано, что разные люди — интуитивисты и рационалисты — проходят этот путь по-разному: у интуитивистов значительно больше задержка между формированием ассоциативной и пропозициональной (связанной с аналитичностью) сетью<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup> Нами, совместно с финскими коллегами, также показано, что внутри разных культур имеются значимые различия мозговой активности у холистов по сравнению с аналитиками при совершении ими одного и того же поведения. См.: *Bacha-Trams M., Alexandrov Y.I., Broman E., Kauppila M., Kauttonen J., Ryyppö E., Sams M. and Jääskeläinen I. P. A Drama Movie Activates Brains of Holistic and Analytical Thinkers Differentially // Social Cognitive and Affective Neuroscience. 2018. Vol. 13. No. 12. P. 1293–1304; Apanovich V. V., Bezdenezhnykh B. N., Sams M., Jaaskelainen I. P. and Alexandrov Y. I. Event-related Potentials During Individual, Cooperative, and Com-*

Грубо говоря, все, о чем я сейчас говорил, можно представить приблизительно таким образом: мы имеем сначала холистическую стадию познания, затем аналитическую стадию познания. На первой, как говорил Гейзенберг, надо скорее чувствовать, чем анализировать, а на второй надо анализировать, надо рационально мыслить, надо производить множественные контроли и так далее. На первой стадии научная работа — это искание того, о чем можно только догадываться чутьем.

Бывают ученые разного типа, и, слава богу, у нас есть и холисты, и рационалисты, аналитики. Фримен Дайсон, американский физик-теоретик и математик, называет их ученые-птицы и ученые-лягушки соответственно. «Птицы парят в вышине и обозревают обширные пространства математики, сколько видит глаз. Наслаждение им доставляют понятия, которые сводят наши размышления воедино и совместно рассматривают задачи, возникающие в разнообразных элементах пейзажа. Лягушки же копошатся далеко внизу в грязи и видят только растущие поблизости цветы. Для них наслаждение — внимательно разглядывать конкретные объекты; задачи они решают последовательно, одну за другой» (Дайсон, 2010).

Ученые-птицы — это первая стадия, ученые-лягушки — это вторая стадия; эти ученые больше «приспособлены» для разных стадий познания, хотя я допускаю, что бывают какие-нибудь гении, которые одинаково замечательны и на одной стадии, и на другой... Я знаю нескольких таких людей. Для развития науки нужны и те и другие. Но, забегая вперед: культура благоприятствует разному типу людей, русская культура будет поддерживать птиц всем, что в ней есть. А американская культура в большей степени поддерживает лягушек.

Как уже было сказано, первая стадия особенно творческая, креативная. А вот вторая стадия более регламентирована, «прописана». Вероятно, именно на второй стадии научная деятельность может быть автоматизирована, перепоручена даже роботу, успешно осуществляющему весь цикл научно-исследовательской деятельности — формулировку гипотезы, ее экспериментальное тестирование, интерпретацию результатов, формулировку следующего вопроса; это было показано в работе (King et al., 2009).

Из того, что я сказал, самое главное — это то, что мы взаимодополнительны. Здесь надо подчеркнуть, что взаимодополнительность — центральный пункт системных представлений. Петр Кузьмич Анохин подчеркивал, что в функциональной системе элементы не взаимодействуют (как молекулы газа при броуновском движении, толкая друг друга), а *взаимо-со-действуют*, объединяя свои *разные* степени свободы так, чтобы был достигнут полезный приспособительный результат всей системы, включающей множество элементов. Заметим, что системные закономерности действуют на разных уровнях организации. И на всех этих уровнях достигаются результаты за счет подгонки друг к другу, взаимодополнения в рамках достижения данного результата разных возможностей (степеней свободы) компонентов систем разного уровня. Мы можем обнаружить системную комплементарность, манифестируемую взаимодополнительным разнообразием, на межклеточном (межнейронном), межиндивидуальном (внутрикультурном), межкультурном уровнях (Alexandrov, 2021, S44).

Итак, разнообразие клеток (в том числе нейронов), людей (характеризующихся разным типом ментальности) и культур обеспечивает более эффективную комплементарность при достижении адаптивных результатов, способствуя выживанию индивидуумов и их сообществ. Как правило, разнообразие рассматривается как важное предуготовление к *будущим* изменениям эффектов среды, обеспечивающее выживание сообществ за счет оказавшихся более подготовленными индивидов. Значение *разнообразия как основы комплементарности* представляется не менее эволюционно важным как для будущего, так и для *текущего* существования и развития индивидов и их сообществ.

Итак, рациональное и интуитивное, аналитическое и холистическое — необходимые и комплементарные типы познания. И разные культуры, «делая» людей (и, одновременно, «делаясь» ими) более аналитическими или холистическими, предрасполагают их, возможно, к более эффективной работе на разных стадиях познания.

Нильс Бор отмечал, что разные человеческие культуры дополнительны друг к другу, и тут нет (в отличие от классической дополнительности в физике) взаимного исключения черт, принадлежащих разным культурам. И эта идея мне очень близка. Дей-

ствительно, оказывается, что гетерогенные группы, в том числе составленные из представителей разных культур, разных этнических групп (как и вообще люди, различающиеся по ряду индивидуальных характеристик) могут быть (при определенных условиях) более эффективны, более креативны, более *комплементарны*, по сравнению с гомогенными группами, в ситуациях коллективного решения проблем<sup>26</sup>.

Приведу несколько ярких, как мне представляется, примеров. Вот посмотрите, чего избегают англо-американские ученые? Они часто избегают теории широкого плана, они этого не любят. Об этом пишет Эдвард Уилсон: в огромных лабораториях люди не любят то, что называется *big picture* — для того, чтобы поддерживать огромные лаборатории, им нужно использовать аналитические, редуционистские разработки скорее, чем холистические. И это все поддерживается редуционизмом. Отметим, что редуционизм (сочетаемый с линейной причинностью, механицизмом и пр.) *для второй стадии*, для прикладных разработок может быть довольно эффективен<sup>27</sup>.

Я помню, был в составе делегации Академии наук, мы приехали в Калифорнию на камерную конференцию по целенаправленному поведению. Там были Вячеслав Борисович Швырков, Эзрас Асратович Асратян, много народу... И мы, совсем неодинаковые, были все-таки в целом, при сравнении с хозяевами, очень разные; в некоторых аспектах — противоположные... это было видно наблюдателям при сравнении встретившихся американцев и русских. Вот что писали об этой встрече в *Science*: «Они [ученые России] любят создавать грандиозные теории, чтобы вписать в них свои данные. Американцы же более молекулярно ориентированы,

---

<sup>26</sup> См., напр.: *Triandis H. C., Hall E. R. and Ewen R. B.* Member Heterogeneity and Dyadic Creativity. *Human Relations*. 1965. Vol. 18. No. 1. P. 33–55; *Bowers C. A., Pharm-er J. A. and Salas E.* When Member Homogeneity Is Needed in Work Teams: A Meta-analysis // *Small Group Research*. 2000. Vol. 31. No. 3. P. 305–327; *Scott E.* The Difference: How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies. Princeton, 2007; *Jackson S. E., Joshi A. and Erhardt N. L.* Recent Research on Team and Organizational Diversity: SWOT Analysis and Implications // *Journal of Management*. 2003. Vol. 29. No. 6. P. 801–830.

<sup>27</sup> Подробнее о значении редуционизма см.: *Александров Ю. И.* Опасность междисциплинарных исследований и ее преодоление // *Психологическое знание: виды, источники, пути построения* / отв. ред. А. Л. Журавлев, А. В. Юревич. М., 2021. С. 159–198. — *Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.*

более эмпиричны, избегают глобальных гипотез» (Holder. Science. 1978. P. 631). И еще — что русские все время подчеркивают соотношение организма со средой (вспомните, я уже говорил о различии холистического и аналитического описания объекта и его окружения). А это цитата из письма Чехова Алексею Сергеевичу Суворину перед поездкой на Сахалин: «Вообще говоря, на Руси страшная бедность по части фактов и страшное богатство всякого рода рассуждений». Некоторое соответствие между этими позициями имеется, хотя позиция Чехова, по моему мнению, — несколько преувеличивает «перекос».

Еще один пример из моей научной жизни. Аналитичность, рациональность и редукционизм индивидуалистского подхода связаны с формулировкой «или — или» — это так называемый дизъюнктивизм, или свойственная Западу аристотелевская идеология (в отличие от «незападной» идеологии континуальности; см. у Курта Левина, у Андрея Владимировича Брушлинского). Эксперименты Пенга и Нисбета тоже показывают, что «там» — идея континуальности, что все неразрывно и переходит одно в другое. А «здесь» — извините, это либо «а», либо «б»; либо конгитивное, либо эмоциональное... Примеры дизъюнктивизма: душа — тело, врожденное — приобретенное, разум — эмоции, норма — патология.

Итак, пример. Я писал статью о сознании и эмоциях (Alexandrov and Sams, 2005), в которой континуальность была отражена даже в названии: «*Emotion and Consciousness: Ends of a Continuum*». В статье главная идея решения проблемы сознания и эмоций состояла в том, что нельзя выделить тот момент, когда уже есть эмоция и еще нет когниции, а также содержалось отрицание того, что сознание и эмоции — это вообще разные «функции», которые могут воздействовать друг на друга, проникать друг в друга, изменять друг друга и т. п. В отзыве рецензент написал мне, мол, все это интересно, конечно, но неплохо бы использовать *some good old Formal Logic*. То есть то, что в первую очередь было бы неплохо применить к сознанию и эмоциям логику дизъюнктивности, нужно рассмотреть их как два разных блока. Это столкнулись два типа ментальности, два понимания мира.

А в нашей науке континуальность была принятой... Это, пожалуй, Рубинштейн с его отрицанием дизъюнктивного подхода: «Различая интеллектуальные, эмоциональные... процессы,

мы не устанавливаем этим никакого дизъюнктивного деления» (Рубинштейн, 1973). Наш прекрасный ученый Андрей Владимирович Брушлинский назвал дизъюнктивизм, то есть деление «или — или», убогим (было какое-то очень плохое слово для характеристики дизъюнктивизма, которое он использовал в нашем с ним разговоре, но какое точно — я не помню).

В целом речь сейчас идет о том, что если мы рассматриваем акт познания как переход от холистической интуитивной стадии к рациональной, то разные типы культур способствуют своим ученым в разной степени участвовать в разных типах познания. На первой стадии, по-видимому, будут более охотно и эффективно работать ученые-холисты, на второй — аналитики. А о том, что разные культуры в разной степени благоприятствуют этим разным стилям мышления, мы уже говорили.

Если говорить о нас, о нашей стране... С чем у нас проблема? У нас проблема с тем, что называется нашим же словом «внедрение». И большие проблемы с внедрением из-за слабости второй аналитической стадии... наша культура не особо это поощряет. Это плохо не только из-за самой второй стадии, но еще из-за следующей за аналитической стадией — новой холистической. Дело в том, что познание континуально. За каждой холистической стадией следует аналитическая, за ней следующая холистическая и т. д. Причем на следующей холистической стадии должны учитываться наработки, результаты предшествующей аналитической. (Позже вы увидите, что об особенностях ментальности русских ученых в отношении к исследовательскому процессу думал Иван Петрович Павлов.)

Ну и опять относительно инноваций, относительно внедрения. И вновь точка зрения Нисбета. Что произошло в XVIII–XIX вв. в Америке? Они приступили к модуляризации производства, к детализации, к выделению отдельных аспектов, их изучению и в конце концов к фордовскому конвейеру. К чему это привело? То, на что умельцы тратили месяцы и даже годы, они делали в течение нескольких часов... А наша страна — это страна «левшей», то есть у нас делают замечательные опытные образцы, а вот этой стадии, связанной с технологиями, с патентованием, с аналитикой — с этим у нас плохо.

И то же самое в Китае. «Компас, печатный станок и порох — инновации, существенно повлиявшие на европейское развитие, —

были открыты гораздо раньше в Китае, но оказали там несравненно меньшее влияние, чем в предприимчивом меркантильном европейском обществе» (Пригожин и Стенгерс, 1986, с. 50).

Чем больше индивидуализма (связанного с аналитизмом) — тем больше инноваций и патентов. Везде, где больше индивидуализма, а следовательно, аналитизма, там больше валовой продукт на душу населения и там больше инноваций (Gorodnichenko, Gerard, 2011). Заметьте, мы [Россия] — посередине распределения.

И еще относительно нас: «По выводам зарубежных и некоторых отечественных экспертов, Россия, находясь в первой пятерке стран мира по объему интеллектуального капитала, остается на шестьдесят девятом месте в области инноваций» (А. Макаров // Поиск. № 18. 2010). Это манифестация слабой второй стадии при хорошей первой, холистической, стадии. Сходные мысли высказаны в книге Грэхэма, который пытается понять, почему при всех успехах в фундаментальной науке в России веками не удается коммерциализация, почему «будучи первопроходцами во многих важнейших отраслях науки, россияне серьезно отстают, как только речь заходит о получении выгоды»<sup>28</sup>. И, скажем так, к этой нашей особенности, четко осознавая ее, можно относиться по-разному.

Так: «Мысль свободно носилась у нас над действительностью... Исподтишка мы посмеивались над узостью европейской мысли, над ее точностью и педантизмом (полемика с Герценом: преимущества широты русского ума, не скованного жадной бытового жизнеустройства), не подозревая, что в Европе мысль не забава, она там идет рука об руку с трудными задачами действительной жизни. Где она запряжена в тяжелый воз ежедневной жизни, она по необходимости узка и одностороння. Мы же воображаем, что широкими отвлеченностями решаются мировые вопросы» (Кавелин, 1875, с. 315).

Или так: «В западной (европейской) цивилизации знание связано с практическими целями, с потребностями рынка, а в русской — связь с сиюминутной практической выгодой значительно менее выражена; высоко значимо в большей степени не прикладное, а фундаментальное знание» (Кульпин, 2007, с. 195–206).

---

<sup>28</sup> Из аннотации к: Грэхэм Л. Сможет ли Россия конкурировать? История инноваций в царской, советской и современной России. М., 2014. — *Примеч.* Ю. Александрова от 2021 г.

Интересен также языковой анализ. Вот, пожалуйста, — Мальчиш-Плохиш [Аркадий Гайдар, «Сказка о Военной тайне, о Мальчише-Кибальчише и его твердом слове»]. Негативные слова, которыми при обсуждении его поведения характеризуется Мальчиш-Плохиш: он все просчитал, он все взвесил, он умеет считать и выгадывать. Это негативная коннотация... Понимаете, слово «расчетливый», «расчетливость» у нас в словаре имеет, наряду с позитивной, и негативную коннотацию?

А это Волошин, цитирую: «Я почувствовал себя очень приспособленным к условиям революционного бытия и действия. Принципы коммунистической экономики как нельзя лучше соответствовали моему отвращению к зарплате и купле-продаже» (Волошин, 1990, с. 8). Очень близко — Цветаева: «Сознание неправды денег в русской душе невытравимо» (Цветаева, 1988, с. 7). Да и я сам, когда произношу слова «выгадывать», «просчитывать», «искать выгоду», испытываю явно негативные чувства...

Мне понравилась формулировка, еще и с кросс-культурным оттенком, у Лидии Гинзбург: «Сочетание честности с житейским благополучием кажется противоестественным, вероятно, только людям русской культуры» (Гинзбург, 1999, с. 75). Хотя я, кстати, не думаю, что это свойственно людям *только* русской культуры, конечно.

По поводу истории взаимоотношений власти и науки в контексте того, о чем я сейчас говорю. Любое правительство (царское, советское, нынешнее) всегда подчеркивает важность именно прикладных исследований и внедряемых инноваций, с которыми всегда, при любом строе, у нас проблема. Да нам и так это понятно... Хоть при царе, хоть при большевиках, хоть теперь за что ругает науку власть? Где ваши инновации?! Где ваши прикладные исследования?! И это в России было на всем протяжении развития науки, и я думаю, что это неслучайно... Иначе говоря, мы должны брать костыли на второй стадии... Поэтому я сдержанно отношусь к тем грантам и тем программам, которые призывают сюда варягов для разработки теоретических и экспериментальных проблем фундаментальной науки (даже если по каким-то причинам и принимаю участие в их реализации). Спасибо — мы сами. А вот что касается второй стадии, особенно имеющей отношение к прикладным исследованиям, к внедрению, здесь нам действительно хорошо бы иметь помощь комплементарной ментальности, комплементарного опыта.

Я упоминал уже о позиции Ивана Петровича Павлова, выраженной в его известной статье «Об уме вообще, и о русском уме в частности»: «Мы оперируем насквозь общими положениями, мы не хотим знаться ни с мерой, ни с числом», «следующее свойство ума — это стремление к истине. Люди часто проводят всю жизнь в кабинете, отыскивая истину. Но это стремление распадается на два. Во-первых, стремление к приобретению новых истин, любопытство, любознательность. А другое — это стремление постоянно возвращаться к добытой истине, постоянно убеждаться и наслаждаться тем, что то, что ты приобрел, есть действительно истина, а не мираж. Одно без другого теряет смысл. А у нас прежде всего первое — это стремление к новизне, любопытство. Достаточно нам что-либо узнать, и интерес наш этим кончается. (А, это все уже известно...) Разве это верно?» Здесь — буквально то, о чем я говорю, только с отрицательной коннотацией.

То есть Павлов говорит о том, что мы руководствуемся только общими положениями: только найдем что-нибудь новое и тут же это бросим, бежим к чему-нибудь новому дальше, и нет чтобы доработать, чтобы поставить аналитические эксперименты, чтобы перепроверять, чтобы углублять, чтобы развивать и так далее — нет... Ивану Петровичу Павлову это, мягко говоря, не нравилось. Но это культуроспецифический феномен. И недостатки участия во второй стадии ведь сосуществуют же с «таксисом» к первой. И первая не менее необходима, чем вторая. И вторая нуждается в ней, как и первая во второй. Об этом уже было сказано.

И вот, наконец, вполне эксплицитные выводы: 1) не только обыденное, но и научное знание культуроспецифично; 2) в разных культурах люди (и ученые среди них) видят мир, думают о нем, классифицируют события по-разному; 3) особенности науки России (и советской науки), в отличие от западной науки, — предрасположенность к системности, антикартезианству и антиредукционизму; 4) современная мировая наука движется от аналитизма и редукционизма к системности, российские школы системной направленности впереди на этом пути (циклы); 5) «локальные» (национальные) науки не просто различны, но комплементарны; 6) взаимодействие национальных наук принимает характер взаимосодействия, направленного на достижение глобального результата — развития единой, и при этом состоящей из гетерогенных компонентов, мировой науки.

Можно полагать, что комплементарность возникает в процессе эволюции мира, состоящего из множества культур, объединенных бесчисленными связями и отношениями. И обеспечивает эту эволюцию<sup>29</sup>. Не странно, что более эффективны, успешны те культуры, которые аккумулируют знания из других культур и участвуют во множественных межкультурных взаимодействиях (Culotta, 2010, p. 164).

Я приведу пример комплементарной эффективности в экономике. Авторы одной из работ (Park and Ungson, 1997) выдвинули гипотезу, что фирмы, образованные из культурно гомогенных частей, принадлежащих к одной культуре (или сходным культурам — западным), будут существовать дольше. Эта гипотеза была отвергнута. Оказалось, «западные — незападные» (США — Япония) совместные предприятия живут до момента ликвидации достоверно дольше, чем «западные — западные» (США — США, США — Европа).

В принципе, то, о чем я говорил, довольно близко соответствует тому, что писал Лотман: «Надо научиться ценить других людей за то, что они другие, совсем не требовать, чтобы они были похожи на нас. Боже мой, если бы мы все были одни и те же, одинаковые, мы бы просто не выжили как биологическая единица. Мы живем потому, что мы разные», «общество человеческое держится на различии между людьми, на том, что никто сам по себе не составляет даже части истины, а все мы вместе составляем путь к ней!» (Лотман, 2005).

И здесь я хочу сказать, с чем я согласен, с чем не согласен у Нисбета. Он пишет: «Если общественные практики, ценности, представления — как обыденные, так и научные — объединятся

---

<sup>29</sup> Об эволюционных основах комплементарности см. также: Александров Ю. И., Апанович В. В. Значение меж- и внутрикультурных ментальных вариаций // *Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях* — 2019: труды VI Всероссийской конференции / отв. ред. В. А. Антонец, С. Б. Парин, В. Г. Яхно. Нижний Новгород, 2019. С. 16–17; Александров Ю. И. Эволюционный процесс на индивидуальном и социокультурном уровне // *Психологическая газета*. 06.10.2020. URL: <https://psy.su/feed/8589> (дата обращения: 08.07.2021); Апанович В. В., Александров Ю. И. Системное значение меж- и внутрикультурных ментальных вариаций // *Вестник психофизиологии*. 2021. № 21. С. 24–35; Alexandrov Y. Diversity of Neurons, People and Cultures as an Evolutionary Basis for Systemic Complementarity // *International Journal of Psychophysiology*. 2021. Vol. 168. Suppl. P. S44. — Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.

и смешаются, вероятно, это положит конец различиям в мыслительных процессах». Нет. Выше я говорил о том, что комплементарность, основанная на разнообразии, эволюционно обусловлена и необходима для достижения результатов как каждой культуры в отдельности, так и мира в целом<sup>30</sup>. Нисбет: «Я верю, что Восток и Запад сойдут с места еще до Страшного суда и привнесут что-то свое в создание мира, где были бы представлены социальные и когнитивные аспекты обоих культурных полюсов». Да.

И еще важная, как мне кажется, мысль. Говоря о терпимости, толерантности, подчеркну: это хорошо, но мало. Всегда необходимо помнить вот что: мы должны не просто *терпеть* друг друга, даже когда сильно отличаемся по поведению, ценностям и т. д., а и понимать (и даже чувствовать), что *мы нужны друг другу именно потому, что мы — разные. И не просто разные, а комплементарно разные.*

Несколько итоговых утверждений.

Наши нейроны специализированы относительно тех задач, которые мы научились решать.

Если мы учимся решать разные задачи или используем разные методы их решения, свойства наших нейронов различаются.

У людей внутри одной культуры, принадлежащих к разным социальным или профессиональным общностям, имеющим разные политические убеждения, обнаруживается разное мозговое обеспечение даже внешне сходного поведения.

Мы тем более разные в разных культурах. Это проявляется не только на социальном и психологическом уровнях, но и при изучении активности мозга, а также геномов.

Хотя в каждой культуре есть люди с разными типами ментальности (в том числе с ментальностями, присущими большинству

---

<sup>30</sup> Причем надо добавить, что разнообразие, даже если говорить только о разделении холизм — аналитизм, не сводится к этой дихотомии (см.: *Foard Ch. and Kemler N. D. Holistic and Analytic Modes of Processing: The Multiple Determinants of Perceptual Analysis // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition: General. 1984. Vol. 113. P. 94–111*). Я не упоминал об этом, чтобы не усложнять проблему, но на самом деле здесь не дихотомия полюсов, а континуум. От полюса максимального холизма до полюса максимального аналитизма находится множество «промежуточных» ментальных модусов (см.: *Апанович В. В., Знаков В. В., Александров Ю. И. Апробация шкалы аналитичности–холистичности на российской выборке // Психологический журнал. 2017. Т. 38. № 5. С. 80–96*). — Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.

в других культурах), но разные культуры «благоприятствуют» участию в разных стадиях познания (как обыденного, так и научного).

Поскольку все стадии необходимы для познания, мы не просто разные — мы взаимодополнительны.

Вместе мы можем быть эффективнее. В том числе и экономически.

Хорошо бы с детства учить пониманию *необходимости* Другого, а не *просто терпимости* к нему<sup>31</sup>.

---

<sup>31</sup> См. также публикации автора по теме доклада: *Alexandrov Y.I. On the Way towards Neuroculturology: From the Neuronal Specializations through the Structure of Subjective World to the Structure of Culture and Back Again.* Stockholm, 2001. P. 36–38; *Alexandrov Y.I. Global Science and Its Culture-specific Components // Liberalizing Research in Science and Technology.* 2009. P. 3–4; *Александров Ю.И.* От теории функциональных систем к системной психофизиологии // *Психология сегодня: теория, образование, практика.* М., 2009. С. 13–56; *Александров Ю.И., Александрова Н.Л.* Субъективный опыт, культура и социальные представления. М., 2009; *Александров Ю.И., Александрова Н.Л.* Комплементарность культуроспецифичных типов познания // *Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология.* 2010. № 1. С. 22–35; № 3. С. 18–34 (окончание); *Александров Ю.И., Александрова Н.Л.* Комплементарность культур // *От события к бытию. Грани творчества Г.В. Иванченко: Сборник научных статей и воспоминаний / сост. М.А. Козлов.* М., 2010. С. 298–335; *Александров Ю.И.* Эволюционный процесс на индивидуальном и социокультурном уровне // *Психологическая газета.* 06.10.2020. URL: <https://psy.su/feed/8589> (дата обращения: 08.07.2021); *Apanovich V.V., Tischenko A.G., Arutyunova K.R., Znakov V.V. and Alexandrov Y.I.* Complementarity of Holistic and Analytical Mentalities and Task Type as Factors of Cooperative Problem Solving // *The 8<sup>th</sup> International Conference of Cognitive Science.* Svetlogorsk. October 18–21. 2018. P. 1260–1262; *Alexandrov Y.I.* Cognition as Systemogenesis. Anticipation: Learning from the Past: *The Russian/Soviet Contributions to the Science of Anticipation.* Ed. M. Nadin. Cham, 2015. Vol. 25. P. 193–220; *Bacha-Trams M., Alexandrov Y.I., Broman E., Kaupilla M., Kauttonen J., Ryyppö E., Sams M. and Jääskeläinen I.P.* A Drama Movie Activates Brains of Holistic and Analytical Thinkers Differentially // *Social Cognitive and Affective Neuroscience.* 2018. Vol. 13. No. 12. P. 1293–1304; *Apanovich V.V., Bezdenezhnykh B.N., Sams M., Jaaskelainen I.P. and Alexandrov Y.I.* Event-related Potentials During Individual, Cooperative, and Competitive Task Performance Differ in Subjects with Analytic vs. Holistic Thinking // *International Journal of Psychophysiology.* 2018. Vol. 123. P. 136–142; *Апанович В.В., Александров Ю.И.* Значение меж- и внутрикультурных ментальных вариаций // *Вестник психофизиологии.* 2021. № 1. С. 24–35; *Апанович В.В., Арамян Э.А., Дольникова М.С., Александров Ю.И.* Различия мозгового обеспечения решения аналитических и холистических задач // *Психологический журнал.* 2021. Т. 42. № 2. С. 45–60; *Учаев А.В., Александров Ю.И.* Успешность сокрытия информации в процессе тестирования на полиграфе индивидами разных типов ментальности // *Экспериментальная психология.* 2021. Т. 14. № 2. С. 156–169; *Bakhchina A.V., Apanovich V.V., Arutyunova K.R. and Alexandrov Y.I.* Analytic and Holistic Thinkers: Differences in the Dynamics of Heart Rate Complexity

## **Публикации, рекомендованные автором по рассматриваемой теме**

*Александров Ю.И.* Опасность междисциплинарных исследований и ее преодоление // Психологическое знание: виды, источники, пути построения / отв. ред. А. Л. Журавлев, А. В. Юревич. М., 2021. С. 159–198.

*Александров Ю.И.* От теории функциональных систем к системной психофизиологии // Психология сегодня: теория, образование, практика. М.: Ин-т психологии РАН, 2009. С. 13–56.

*Александров Ю.И.* Эволюционный процесс на индивидуальном и социокультурном уровне // Психологическая газета. 06.10.2020. URL: <https://psy.su/feed/8589> (дата обращения: 08.07.2021)

*Александров Ю.И., Александрова Н.Л.* Комплементарность культур // От события к бытию. Грани творчества Г.В.Иванченко: сборник научных статей и воспоминаний / сост. М. А. Козлов. М., 2010. С. 298–335.

*Александров Ю.И., Александрова Н.Л.* Комплементарность культуроспецифичных типов познания // Вестник Московского университета. Сер. 14. Психология. 2010. № 1. С. 22–35; № 3. С. 18–34 (окончание).

*Александров Ю.И., Александрова Н.Л.* Субъективный опыт, культура и социальные представления. М.: Ин-т психологии РАН, 2009.

*Апанович В.В., Александров Ю.И.* Значение меж- и внутрикультурных ментальных вариаций // Вестник психофизиологии. 2021. № 1. С. 24–35.

*Апанович В.В., Александров Ю.И.* Системное значение меж- и внутрикультурных ментальных вариаций // Вестник психофизиологии. 2021. № 21. С. 24–35.

*Апанович В.В., Арамян Э.А., Дольникова М.С., Александров Ю.И.* Различия мозгового обеспечения решения аналитических и холистических задач // Психологический журнал. 2021. Т. 42. № 2. С. 45–60.

---

When Solving a Cognitive Task in Field-Dependent and Field-Independent Conditions // Front. Psychol. 2021. No. 12. P.762225. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.762225> — Примеч. Ю. Александрова от 2021 г.

*Апанович В.В., Знаков В.В., Александров Ю.И.* Апробация шкалы аналитичности–холистичности на российской выборке // Психологический журнал. 2017. Т. 38. № 5. С. 80–96.

*Бердяев Н.А.* Вехи. 1901–1910. М., 1991.

*Вавилов С.И.* Ломоносов и русская наука // М.В. Ломоносов: сборник статей и материалов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 5.

*Волошин М.А.* Воспоминания о Максимилиане Волошине. М.: Советский писатель, 1990.

*Гейзенберг В.* Физика и философия. Часть и целое. М.: Наука, 1989.

*Гинзбург Л.Я.* Записные книжки. М.: Захаров, 1999.

*Грэхэм Л.* Сможет ли Россия конкурировать? История инноваций в царской, советской и современной России. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014.

*Дайсон Ф.* Птицы и лягушки в математике и физике // Успехи физических наук. 2010.

*Кавелин К.Д.* Наш умственный строй. М.: Правда, 1875.

*Клайн М.* Математика. Утрата определенности. М.: Мир, 1984.

*Кульпин Э.С.* Становление системы основных ценностей российской цивилизации // Россия как цивилизация. Устойчивое и изменчивое / под ред. И.Г. Яковенко. М.: Наука, 2007.

*Лосский Н.О.* Характер русского народа. Книга первая. Франкфурт-на-Майне: Посев, 1957.

Неизданный Достоевский. Записные книжки и тетради 1860–1881 гг.: т. 83 // Литературное наследство / Акад. наук СССР, Ин-т литературы, Пушкинский дом. М.: Наука, 1971.

*Поповский М.* Управляемая наука. London: Overseas Publications Interchange, 1978.

*Пригожин И., Стенгерс И.* Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986.

*Роуз С.* Устройство памяти. От молекул к сознанию. М.: Мир, 1995.

*Рубинштейн С.Л.* Проблемы общей психологии. М.: Педагогика, 1973.

*Учаев А.В., Александров Ю.И.* Успешность сокрытия информации в процессе тестирования на полиграфе индивидами разных типов ментальности // Экспериментальная психология. 2021. Т. 14, № 2. С. 156–169.

*Цветаева М. И.* Сочинения. В 2 т. Т. 2. Минск: Народная асвета, 1988.

*Чехов А. П.* Полное собр. соч. и писем в 30 т. Т. 17. М.: Наука, 1980.

*Шишкин М. А.* Индивидуальное развитие и уроки эволюционизма // *Онтогенез*. 2006. Т. 37. № 3. С. 179–198.

*Alexandrov Y.* Diversity of Neurons, People and Cultures as an Evolutionary Basis for Systemic Complementarity // *International Journal of Psychophysiology*. 2021. Vol. 168. Suppl. P. S44.

*Alexandrov Y. I.* Cognition as Systemogenesis. Anticipation: Learning from the Past: The Russian/Soviet Contributions to the Science of Anticipation. Ed. M. Nadin. Cham, 2015. Vol. 25. P. 193–220.

*Alexandrov Y. I.* Global Science and Its Culture-specific Components // *Liberalizing Research in Science and Technology*. 2009.

*Alexandrov Y. I.* On the Way towards Neuroculturology: From the Neuronal Specializations through the Structure of Subjective World to the Structure of Culture and Back Again. Stockholm, 2001. P. 36–38.

*Alexandrov Y. I. and Sams M. E.* Emotion and Consciousness: Ends of a Continuum // *Cognitive Brain Research*. 2005. Vol. 25. No. 2. P. 387–405.

*Apanovich V. V., Bezdenezhnykh B. N., Sams M., Jaaskelainen I. P. and Alexandrov Y. I.* Event-related Potentials During Individual, Cooperative, and Competitive Task Performance Differ in Subjects with Analytic vs. Holistic Thinking // *International Journal of Psychophysiology*. 2018. Vol. 123. P. 136–142.

*Apanovich V. V., Tischenko A. G., Arutyunova K. R., Znakov V. V. and Alexandrov Y. I.* Complementarity of Holistic and Analytical Mentalities and Task Type as Factors of Cooperative Problem Solving // *The 8<sup>th</sup> International Conference of Cognitive Science*. Svetlogorsk. October 18–21. 2018. P. 1260–1262.

*Bacha-Trams M., Alexandrov Y. I., Broman E., Kauppila M., Kautonen J., Ryyppö E., Sams M. and Jääskeläinen I. P.* A Drama Movie Activates Brains of Holistic and Analytical Thinkers Differentially // *Social Cognitive and Affective Neuroscience*. 2018. Vol. 13. No. 12. P. 1293–1304.

*Bakhchina A. V., Apanovich V. V., Arutyunova K. R. and Alexandrov Y. I.* Analytic and Holistic Thinkers: Differences in the Dynamics of Heart Rate Complexity When Solving a Cognitive Task in Field-Depen-

dent and Field-Independent Conditions // *Front. Psychol.* 2021. No. 12. P.762225. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.762225>

*Bowers C. A., Pharmer J. A. and Salas E.* When Member Homogeneity Is Needed in Work Teams: A Meta-analysis // *Small Group Research.* 2000. Vol. 31. No. 3. P.305–327.

*Carter, C. S., Braver T. S., Barch D. M., Botvinick M. M., Noll D. and Cohen J. D.* Anterior Cingulate Cortex, Error Detection, and the Online Monitoring of Performance // *Science.* 1998. Vol. 280. No. 5364.

*Chiao J. Y. and Blizinsky K. D.* Culture-gene Coevolution of Individualism–collectivism and Serotonin Transporter Gene // *Proceedings of the Royal Societ.* 2010. Vol. 277. No. 1681. <https://doi.org/10.1098/rspb.2009.1650>

*Culotta E.* Archaeology. Did Modern Humans Get Smart or Just Get Together? // *Science.* 2010. Vol. 328. No. 5975.

*Dijksterhuis A., Bos M. W., Nordgren L. F. and Van Baaren R. B.* On Making the Right Choice: The Deliberation-Without-Attention Effect // *Science.* 2006. Vol. 311. No. 5763. P.1005–1007.

*Fischer K. W. and Bidell T.R.* Dynamic Development of Action, Thought, and Emotion. In: W. Damon, R.M. Lerner (eds), *Theoretical Models of Human Development.* Handbook of Child Psychology. 6<sup>th</sup> ed. Vol. 1. New York, 2006. P.313–399.

*Foard Ch. and Kemler N.D.* Holistic and Analytic Modes of Processing: The Multiple Determinants of Perceptual Analysis // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition: General.* 1984. Vol. 113. P.94–111.

*Gavin W.J. and Blakely T.J.* *Russia and America: A Philosophical Comparison.* Boston: Springer, 1976.

*Gorodnichenko Y. and Gerard R.* Individualism, Innovation, and Long-run Growth // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2011. Vol. 108. Suppl. 4. P.21316–21319.

*Graham L. and Kantor J.-M.* A Comparison of Two Cultural Approaches to Mathematics. France and Russia. 1890–1930 // *Journal of The History of Science Society.* 2006. No. 97. P.56–74.

*Jackson S. E., Joshi A. and Erhardt N.L.* Recent Research on Team and Organizational Diversity: SWOT Analysis and Implications // *Journal of Management.* 2003. Vol. 29. No. 6. P.801–830.

*King R. D., Rowland J., Oliver S. G., Young M., Aubrey W., Byrne E., Liakata M., Markham M., Pir. P., Soldatova L. N., Sparkes A.,*

*Whelan K. E. and Clare A.* The Automation of Science // *Science*. 2009. Vol. 324. No. 5923. <https://doi.org/10.1126/science.1165620>

*Kuo Jui-Wen, Sjoström Th., Yu-Ping Chen and Yen-Hsiang Wang.* Intuition and Deliberation: Two Systems for Strategizing in the Brain // *Science*. 2009. Vol. 324. No. 5926. P. 519–522.

*Laland K. N., Odling-Smee J. and Myles S.* How Culture Shaped the Human Genome // *Nature Reviews Genetics*. 2010. P. 137–148.

*Manouilenko I. and Bejerot S. Sukhareva* — Prior to Asperger and Kanner // *Nordic Journal of Psychiatry*. 2015. Vol. 69. No. 6. P. 1–4.

*Park S. H. and Ungson G. R.* The Effect of National Culture, Organizational Complementarity, and Economic Motivation on Joint Venture Dissolution // *Academy of Management Journal*. 1997. Vol. 40. No. 2. P. 279–307.

*Raudsepp M.* Why Is It So Difficult to Understand the Theory of Social Representations? // *Culture & Psychology*. 2005. No. 11.

*Scott E.* The Difference: How the Power of Diversity Creates Better Groups, Firms, Schools, and Societies. Princeton, 2007.

*Triandis H. C., Hall E. R. and Ewen R. B.* Member Heterogeneity and Dyadic Creativity. *Human Relations*. 1965. Vol. 18. No. 1. P. 33–55.

*Varnum M. E. W., Na J., Murata A. and Kitayama S.* Social Class Differences in N400 // *Journal of Experimental Psychology: General*. 2011. Vol. 141. No. 3. P. 518–526. <https://doi.org/10.1037/a0026104>

*Wherry E. T.* One World, Yet Different Biologies? // *Science*. 1945. Vol. 3.

*Zhang L.-F.* Thinking Styles: Their Relationships with Modes of Thinking and Academic Performance // *Educational Psychology*. 2002. Vol. 22. No. 3. P. 331–348.

## **Дискуссия**

*Татьяна Черниговская.* Красота! Коллеги, прошу вас... Вопросы и соображения. Но пока все раскачиваются... Поражает вот что: даже до тех вещей, которые доступны и известны, — до них все равно зачастую никому нет дела. Это какая-то ментальная вялость... Привыкли по какой-то одной дороге ходить — и ходят, хотя есть параллельная дорога, которая уже проложена. Может быть, потрудимся заглянуть туда, хоть одним глазом? Нет же... Я помню, была твоя замечательная статья, давно написан-

ная...<sup>32</sup> [«Самоубийственная жажда грантов»] Ведь что происходит? Этой системой грантов нас вгоняют во вторую стадию, в которой мы не сильны и не можем конкурировать — это правда. А первую зачеркивают.

*Юрий Александров.* Можно два комментария к твоим комментариям? Начну с конца. Я сказал о том, что я видел: «там» публикуется то, что мы делали еще 20 лет назад. Но «там» это публикуется иначе. Когда открываешь эти статьи, видишь тщательно разработанные статистические процедуры, прекрасные иллюстрации... То есть часто это сделано иначе — это сделано тщательнее, если хотите. Пусть через 20 лет, но оно сделано не так, и оно сразу «продаваемо».

А что касается Востока... Я совершенно не затронул проблему циклов, в том числе циклы Кондратьева<sup>33</sup> и циклы в культуре. Когда Петр Кузьмич Анохин писал, что в «настоящий момент» в науке имеется неудовлетворенность аналитическим подходом и наука переходит к холистическим способам анализа и т. д., — это, знаете, когда? Это 1920-е — начало 1930-х годов. Следующий цикл — 50 лет. Вот где-то конец 1980-х, начало 1990-х — новый бросок в холистическую науку, и на Западе тоже. На Западе начинают писать антиредукционистские статьи, начинают обращать внимание на восточный холизм и так далее. В культуре циклы аналитико-синтетические тоже примерно в 40–50 лет. И научные циклы такого же типа...

*Татьяна Черниговская.* А что за такая магическая цифра?

*Юрий Александров.* Иначе говоря, получилось, что нам, товарищам-холистам, здорово повезло — мы последние лет пятнадцать опять живем и развиваемся на пике холистической направленности в науке. Но эта стадия потом сменится аналитической — и это нормально, ведь все, что накопилось с этими «фантазиями», надо будет начать внедрять, производить и т. д. Тогда наша роль, извините, начнет уменьшаться, наша культура временно начнет «играть» хуже, а сейчас она «играет» неплохо... Следовательно,

---

<sup>32</sup> См.: Александров Ю. И. Самоубийственная жажда грантов // Вестник РАН. 1992. № 5. С. 51–59; а также Александров Ю. И. Система грантов: ящик Пандоры или живая вода? // Психологический журнал. 1992. Т. 13. № 5. С. 130–136.

<sup>33</sup> К-циклы, или К-волны, — периодические циклы сменяющихся подъемов и спадов современной мировой экономики продолжительностью 48–55 лет, описанные в 1920-е годы Николаем Кондратьевым. — *Примеч. ред.*

цикличность глобального процесса познания связана, по крайней мере в частности, со стадийностью познания. А поскольку наука, экономика, искусство являются компонентами целостной структуры культуры, постольку цикличность отмечается при анализе каждого из них. Про экономику и науку уже говорилось, а про цикличность в социокультурной сфере, выражающейся, в частности, в смене гносеологических предпочтений (синтетических/аналитических) с периодичностью около пятидесяти лет, подробно пишет в своей книге Г. В. Иванченко<sup>34</sup>.

*Татьяна Черниговская.* Так ты сам сказал: это робот уже делает...

*Юрий Александров.* Ну нет, там же есть и теоретики хорошего уровня... В каждой культуре есть и холисты, и аналитики. Но что интересно: люди, которые «там» пытаются создавать целостные концепции, часто проявляют интерес к русской науке. Вот у психологов — к теории деятельности, к Выготскому и т. д. Например, Китаема мне сказал, что он поклонник теории деятельности, и поэтому [работает] не просто как психолог, а изучает людей в разных культурах с генетической, с исторической, с экономической, с культурной точек зрения... Понимаете, да? Нормальный холистический подход.

*Татьяна Черниговская.* Меня удивляет эта его история про пшеницу и рис. У него что получается? Он же генетику выводит... Те, кто из поколения в поколение выращивают рис [отличаются генетически от тех, кто из поколения в поколение выращивает пшеницу]. То есть, во-первых, это генез в чистом виде. Во-вторых, должно же пройти много времени, чтобы в гены это вошло, чтобы пошла целая популяция этих рисоводов, в отличие от тех, кто пшеницей занимался...

*Юрий Александров.* Работы относительно этой геннокультурной коэволюции, о которых я упомянул в докладе, меня сильно поражают... Когда некая народность живет в Африке и одна группа этой народности занимается затоплением территорий для сельского хозяйства, там (в сырости) живет куча москитов — у них (людей) появляется с высокой частотой аллель гена, который обеспечивает устойчивость у этой популяции к малярии, а вторая группа этой же народности, которая этим (затоплением) не занимается,

---

<sup>34</sup> См.: Иванченко Г. В. Принцип необходимого разнообразия в культуре и искусстве. Таганрог: ТРТУ, 1999.

не имеет повышенной частоты этого гена. А дальше надо сделать еще один шаг: надо понять, что геном целостен — не может такого быть, что просто «вставил кирпичик» или «вынул кирпичик»; этот геном как целостная система, значит, это вообще в чем-то разные генотипы получаются... понимаете?

*Татьяна Черниговская.* Когда ты говорил об американцах... Меня в этом контексте смущает «американская культура», потому что мы понимаем, сколько в ней всего... Но это есть, и от этого никуда не денешься. Это говорит о том, что роль культуры и социума, понимаемого широко, «перекрывает» генетическое разнообразие, что ли?

*Юрий Александров.* В определенном смысле то, что ты говоришь... Когда они исследуют холизм и аналитизм внутри Америки, то получают совершенно то, что и так предсказуемо: наиболее индивидуалистичные и аналитичные — белые протестанты, представители других европейских стран — менее аналитичные и более холистичные, латиноамериканцы — еще менее аналитичные... И вот внутри этого американского общества имеется все то кросс-культурное, но имеется внутри одной страны. Но есть один феномен — аккультурация. Допустим, эмигрант, уже живущий в американском обществе; вы даете ему тесты, какие задачи он лучше решает? Вот, например, люди, принадлежащие к нашей культуре (и к китайской тоже, и к латиноамериканской), будут лучше решать относительные задачи, то есть объект в соотношении со средой, американцы будут лучше решать абсолютные задачи, фиксированные на изолированном объекте... И если вы протестируете эмигранта в первый год, во второй год, в третий год, четвертый, пятый и т. д. — по ходу аккультурации (можно использовать количественные показатели аккультурации — индексы аккультурации), то окажется, чем он становится более аккультурированным, тем лучше он решает абсолютные, «американские» задачи. Интересно, что когда человек решает задачу, характерную для его культуры (культуророспецифическую), то его мозг активизируется слабее, чем когда он решает «чужую» задачу. Так вот, мозг эмигранта начинает активироваться слабее при решении абсолютной (ранее для него «чужой») задачи. То есть эффект аккультурации обнаруживается и на этом уровне анализа. Они не становятся совсем «такими же», как белые протестанты, но они становятся менее холистичными и более аналитичными, общаясь с редуccionистами и аналитиками.

*Татьяна Черниговская.* Хорошо. Ты будешь согласен с тем, что если мы будем идти по этой дороге до второй стадии... Я ничего против не имею, но все же, если мы будем от холистичного мира двигаться в сторону только технологической безупречности, так сказать, конвейера, то мы же тем самым вообще цивилизацию остановим, потому что прорывов в цивилизации не будет... Никто никогда не слышал, чтобы какой-нибудь компьютер, включая суперкомпьютер, сделал открытие, кроме технологических открытий. Естественно, что если ты секвенируешь геном и нужны гигантские вычислительные мощности; без этой штуки не обойтись, но она же не то делает...

*Юрий Александров.* Совершенно согласен, не то. Абсолютно.

Ну и если мы начнем исследовать людей, например, в этой аудитории, то здесь будут и рационалисты, и интуитивисты. Но другой вопрос, что когда рассуждает и живет интуитивист, то он в большей степени поддерживается всей нашей культурой и всеми ее инструментами... Ему здесь лучше. Невидимые силы этой культуры ему говорят: ты молодец... И хорошо, что в другой культуре или в другой социокультурной группе живет рационалист и силы его окружения говорят ему: «Ты молодец».

Мой учитель в разговоре со мной выступил как фактор культуры, он как-то сказал: «Юра, да перестань ты читать про все эти разнообразные нюансы [возиться с мелочами] — давай, вперед! Наше дело — отломить новую глыбу знания, а другие пусть занимаются мелочами, дробят ее дальше». Понимаете? Это и есть пример давления культуры.

*Татьяна Черниговская.* Знаешь, я телевизор смотрю редко, но как-то... Есть балетмейстер (в прошлом танцор), абсолютный гений, Иржи Килиан... Я была в Осло на его балетах — он нарушает законы гравитации... Это нельзя понять! Как он увидел эти движения?! Их же нельзя выполнить... Сейчас объясню, куда я клоню: однажды в программе «Наблюдатель» беседовали Никита Михалков и Александр Адабашьян. Говорили о Феллини. И Адабашьян сказал следующее (он, кстати, очень умно и замечательно говорит): «Кто такой гений? Гений — это когда вообще непонятно, как это может быть, как это сделано — понять нельзя». К чему я? А вот когда можно сказать и понять — это вторая история (стадия).

*Участник 1.* Раньше я не был холистом, сейчас я холист, последние лет десять... У меня два соображения в защиту западной

аналитической цивилизации. Я, кстати, считаю, что мы — русские, армяне, евреи и другие — все мы относимся к западной цивилизации, а не к восточной. Первое соображение такое: картина, которую вы нарисовали, в синхронии так и выглядит, и выглядит достаточно пессимистично, как будто что-то в ней есть неправильное; а если посмотреть во времени... ведь древние люди все были холистами — и Запад и Восток были холистическими. Если посмотреть философию до Парменида, она вся холистическая. То есть холизм в принципе — это древняя вещь, и если не трогать, то он так и остается неразвивающимся.

*Юрий Александров.* Это не так...

*Участник 1.* Чем древнее текст, тем он более холистический. Так считаю не только я, у философов я читал, что западная европейская древность вся холистическая. А аналитики вообще не было на Земле, ее не было, как и у животных нет аналитики. Появляется новый способ познания — аналитический — он должен выполнить свою миссию, и потом должен наступить следующий этап; когда этот путь приводит к кризису, возникает необходимость следующей холистической революции — и ее опять будет совершать Запад, потому что Восток не развивался... Он развивался где-то до первого, второго, третьего века — все восточные холистические учения с тех пор больше не развивались, и науки там на самом деле ведь не было. Эти открытия, пороха и прочего... Дальше европейская наука пришла на Восток и Восток стал развиваться снова. Потому что на Востоке философия остановилась. Это первое соображение. И второе — о соотношении холистов и аналитиков. Ведь много холистов не нужно; достаточно, чтобы в стране был один, ну два. Нет? Мы можем сказать так, что... нам нужна армия аналитиков, чтобы решать огромное количество задач, причем сейчас мы можем даже создать роботов (хотя китайцы и японцы делают это лучше, чем мы). Смотрите, есть ученые-философы, которые холисты, их много не нужно — достаточно двух-трех; считается, что, если будет больше, начнется война. И поэтому те холистические западные ученые, которые есть (имею в виду того же Бора, например, Шредингера), — они и были западными холистами как бы новой волны, которые обеспечили этот вот скачок. То есть я как холист защищаю западную аналитическую цивилизацию и западную науку.

*Юрий Александров.* Боюсь, что я сейчас что-нибудь забуду [из вами сказанного]. Картина совершенно не пессимистичная; с моей

точки зрения — оптимистичная. Конечно, я тоже радуюсь существованию аналитиков и западной науки. От меня их защищать не надо. Счастье и радость в том, что как внутри общества, так и в разных странах мы смотрим по-разному на мир — и наши взгляды на мир взаимодополнительны. Пессимизм может состоять, например, в том, что тот [западный] взгляд на мир «ближе к деньгам». Если это для вас пессимизм, то для меня — не очень. Я к этому отношусь вполне нормально, поэтому никакого пессимизма не вижу, наоборот — отношусь оптимистично. И более того, я думаю, что эта позиция позволяет иначе подойти к проблеме межнациональных отношений (это то, о чем я успел, кажется, только вскользь упомянуть). Например, толерантность: это терпимость и переносимость по отношению к чуждому и чужому; это, конечно, можно попытаться воспитать. Однако эксперименты показывают: на сознательном уровне вы даете ответы на [специальные] тесты и вполне толерантны, но при этом ваш мозг говорит о бессознательном страхе по отношению [например] к предъявляемому изображению лица афроамериканца. Поэтому, как уже говорилось, нужна не «простая» толерантность, а нужно с детства воспитывать понимание, что Другой не просто чуждый и его надо «вытерпеть», «терпеливо отнестись» к нему и не бояться его, а Другой — это хорошо, значит [что у вас есть] дополнительные очки, специальные линзы, и вы с ним вместе — лучше, чем когда один. Что здесь пессимистичного? По-моему, как раз наоборот.

Теперь что касается древности. У Нисбета и Пенга была специальная работа, одна из центральных для их парадигмы: они сравнивают философию в Греции и Китае тысячи лет назад и теперь. (И да, кстати, аналитизм и холизм — это целый набор принципов, по которым люди отличаются, например: дискретность и континуальность, представления о причинности, закон исключения третьего работает/не работает, логика формальная или диалектическая. И тексты с этой точки зрения можно проанализировать, что Нисбет с Пенгом и сделали.) Они показали, что все различия, которые существовали между древними Грецией и Китаем, существуют и между современной Западной Европой и Китаем нынешним.

О соотношении: может быть, холистов и надо меньше, чем есть. Если серьезно, то у нас огромное число проблемных полей. Даже внутри одной науки, например психологии, — множество

разных, и в них нужны свои аналитики и свои холисты. Холистов нужен легион, а вовсе не два-три. Но уж сколько есть, столько есть.

Последнее, с чем мне совсем трудно согласиться... Можете считать нас европейцами сколько угодно. Лихачев, который в определенном смысле мой кумир, говорил о том, что азиатское в русской культуре — это мираж. Это не мираж [что доказывают эксперименты]. Например, риск: каким образом люди относятся к риску? Это зависит от их ментальности. И [по психологическим тестам] вы опять получите ту же картину: коллективистская и холистическая Германия ближе к Китаю в отношении к риску, чем к Соединенным Штатам. Уж про Россию я не говорю. [Вот еще интересно] сначала было проведено психологическое исследование, затем проанализированы пословицы и поговорки; оказалось, что где больше тенденций к риску, там чаще поговорки поддерживают риск, типа «риск — благородное дело», «кто не рискует, тот не пьет шампанского» и прочее. Можно думать что угодно про нашу культуру, о том, европейцы мы или нет, но эксперименты показывают: по ментальности мы ближе к Юго-Восточной Азии, чем к Западу. Если сравнить выраженность индивидуализма, он максимален в США и Западной Европе, минимален в Китае; Россия между ними, но ближе к Китаю, а не к США. И корова у России (и в Китае), как я говорил, связывается в первую очередь с травой, а не с курицей, как в США.

Между прочим, то, что я говорил про северную и южную Италию, а также про области, где выращивают рис или пшеницу, запросто позволяет говорить о том, что в Питере и в Москве люди могут быть с несколько разной ментальностью (например, насколько я знаю по литературе, в математике у людей разные подходы, в Москве и Петербурге — разные математические школы).

*Татьяна Черниговская.* Что касается, в частности, нашей науки... В Петербурге [в одно и то же время] были Иван Петрович Павлов и гениальный Александр Владимирович Ухтомский, которого Павлов «вырубил» из науки почти на целый век. А Войно-Ясенецкий [Валентин Феликсович] остроумно сказал: «Я оперировал на мозге и никогда не видел там ума». «Это» [ум] нельзя увидеть в тканях.

*Юрий Александров.* Добавлю: Россия, действительно, — это и Восток, и Запад, она посередине, она «Востоко-Запад» по Н. А. Бердяеву<sup>35</sup>.

---

<sup>35</sup> Бердяев Н. А. Русская идея // Вопросы философии. 1990. № 1. С. 77–144.

*Участник 2.* Спасибо за большой и интересный материал. К проблеме кросс-культурных исследований: вот люди говорят на разных языках, тем не менее язык и речь, как механизмы и процедуры, остаются. Люди пишут слева направо и справа налево, сверху вниз, имеют разные алфавиты, тем не менее процесс чтения и письма остается одним и тем же. И в этом смысле, когда мы говорим о науке, это ведь остается один и тот же способ занятия, познания и т. д., независимо от количества «примесей» ненаучных знаний, вненаучных знаний и т. п. Но, когда возникает вопрос культуры, мы впадаем в зону неопределенности и не можем говорить о науке с позиций культуры... Когда мы говорим и о культуре, и о специфичности культурных познаний, мы все равно используем отсылки к науке, используем научные методы и т. д. Нет ли тут проблемы? И то, о чем вы говорили, мне кажется, — это не вопрос культуры; это, скажем, вопрос организации общества, жизни людей и так далее...

*Татьяна Черниговская.* А это все и есть культура...

*Участник 2.* Тогда мы и должны определить, в чем культура...

*Юрий Александров.* Я ваш вопрос понял. Давайте я начну с культуры. Я согласен с Татьяной Владимировной: все это и есть культура. В принципе, определений существует множество, и мне тоже никто не мешал дать свое определение культуры. Суть его состоит в том, что культура в общем смысле — это фиксированные в символической форме «инструкции» по достижению коллективных результатов в данном сообществе. И запреты, естественно, очень важны; культура — это запреты. Инструкции относятся ко всем видам результатов, достигаемых в сообществе. Хотя в *целостной* культуре можно выделить отдельные компоненты и говорить: культура — это язык, это поэзия, это научная картина мира и т. п. Но культура — все это вместе. Во всяком случае такое понимание распространено. Вы говорили о языках — это очень хороший пример: пишем справа налево или слева направо — в любом случае это язык. А знаете, что получается? Что у людей, которые пишут по-разному, метафоры времени организованы по-разному. Там, где справа налево, стрела времени направлена налево, а где слева направо — направо. Не в этой аудитории, наверно, стоит рассказывать о существовании теории лингвистической относительности, и есть множество данных в ее пользу. Разные языки — это разные взгляды на мир, а не только разные обозначения одного и того же.

Есть исследователи, которые разделяют культуру и язык — и у них это получается, хотя я считаю, это неверная постановка вопроса, культура — это все, она включает язык, геном, экономику, культуроспецифические методы исследования. Да, многие объекты действительно могут быть одинаковыми во всем мире, но мы смотрим на них по-разному. Как мы говорили, то же и с наукой. Вот, например, когда я пишу статью и обосновываю свою позицию, то я вынужден это делать на общепринятом «международном научном языке» и с помощью «международных аргументов». Другой вопрос, а вот что я буду обосновывать? Например, что этот объект движется, потому что на него влияют поле и другой объект, или этот объект движется, потому что изнутри действует сила, которая его гонит? Что я буду обосновывать — зависит от того, в какой культуре я живу. Вернее, от культуры зависит вероятность выбора в ней того или иного взгляда. Слава богу, в мире существуют одинаковые инструменты для отделения науки от ненауки, хорошей статистики от плохой и т. д. — и мы умеем ими пользоваться. То есть на одно и то же можно посмотреть с любой стороны, но потом обосновать нужно научно.

*Татьяна Черниговская.* Очень интересно. Спасибо!



*Борис Величковский*  
НИЦ «Курчатовский институт»

## Когнитивная психология вчера, сегодня, завтра<sup>36</sup>

*Татьяна Черниговская.* Представлять аудитории Бориса Митрофановича Величковского даже немного странно, потому что он абсолютная звезда — всем известен. Мы старинные друзья, и мне приятно сказать, что Борис Митрофанович (и собравшимся тут это понятно) был одним из первых, если не первым человеком, который представил когнитивные науки в нашей стране. Его книга «Современная когнитивная психология» — главная, это восемьдесят второй год издания...<sup>37</sup> Мой экземпляр зачитан не только мной, но и многими другими людьми, которым я его давала. То есть Борис Митрофанович, несомненно, пионер когнитивных наук, не говоря даже о том, что он вышел из замечательной школы, его учитель — Александр Романович Лурия. Это психологический факультет Московского университета (не в обиду коллегам с нашего психфака — московский факультет мне даже как-то ближе, многих его представителей я знаю, и нынешний декан Владимир Петрович Зинченко — наш хороший знакомец). Большое спасибо, Борис Митрофанович, что вы приехали, учитывая вашу страшную занятость... Борис Митрофанович сейчас ведаёт когнитивной наукой в Курчатовском институте и сам, наверное, об этом расскажет. Но мы все коллеги, и я счастлива его представить...

*Борис Величковский.* Спасибо, дорогая Татьяна Владимировна. Мы старые друзья, и сначала это была случайная встреча в Кры-

---

<sup>36</sup> См. запись выступления и дискуссии: Борис Величковский — «Когнитивная психология вчера, сегодня, завтра» // Петербургский семинар по когнитивным исследованиям (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 152). Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 21.04.2015. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/kognitivnaya-psihologiya-vchera-segodnya-zavtra> (дата обращения: 08.07.2021).

<sup>37</sup> См.: *Величковский Б. М.* Современная когнитивная психология. М., 1982.

му... В течение нескольких лет... А потом начались, как-то совершенно случайно и неожиданно, такие наши научные «бифуркации»...

Действительно, моя жизнь была связана сначала с психологией, с когнитивной психологией. Потом какое-то время я учился на физфаке Берлинского университета (об этом я еще расскажу). В 1982 г. мне довелось написать первую книгу со словом «когнитивный» в названии. Она была посвящена памяти Александра Романовича Лурии. Вообще-то, она должна была выйти раньше — ее на год задержала цензура. Причины были непонятны. Директор издательства МГУ устроил мне встречу с цензором. Представьте, почти гоголевская ситуация: придавленный потолок, очень плохое освещение, сидит крохотный человечек и скрипучим голосом говорит: «Ну как же? Ведь ваша книга посвящена пропаганде религии!» Я был немало удивлен, говорю: «Простите, давайте посмотрим вместе». Цензор отвечает: «Ну вот: в первой главе — епископ Беркли, в последней главе про какого-то патриарха: "...и даже патриарх американской математической психологии Уильям Эстес считает, что..."». Такая глупость задержала издание книги на целый год, иначе можно было бы считать, что у нас когнитивные исследования начались на год раньше.

Сегодня мы все понимаем, что когнитивная наука — дело массивно конвергентное, то есть значительно более широкое, чем отдельно взятая дисциплина. Случайно получилось, что и мой индивидуальный путь исследователя был с этим пониманием связан. Об этом я хотел бы вам сегодня рассказать.

*Татьяна Черниговская.* Борис Митрофанович, у нас в зале тоже очень мультидисциплинарная публика — и врачи, и философы, и филологи, и математики, и физиологи и т. д.

*Борис Величковский.* В качестве эпиграфа к сегодняшнему выступлению я хотел бы процитировать Кьеркегора: «Жить нужно, глядя вперед, но понять жизнь можно, только оглянувшись назад». Постараюсь совместить в своем выступлении эти две перспективы. Структура выступления будет выглядеть так: сначала, пожалуйста, я расскажу вам о контекстах, обстоятельствах, случайных встречах (как с Татьяной Владимировной), о традициях и людях, которых я никогда не забуду; потом я расскажу о том, что мне очень дорого (мне дорог красивый эксперимент, неважно, в какой области он совершается); затем расскажу о роли практики и тех-

нологиях (мне кажется, что мы, ученые, все-таки в большом долгу перед обществом и должны время от времени производить что-то полезное); наконец, я расскажу о том, чем мы занимаемся сегодня. Здесь мною выбрано провокационное название «Нейромания и конвергенция», и я, может быть, скажу о том, что, на мой взгляд, не вписывается в перспективу конвергентного подхода.

Как психолог и профессионал я испытал большое влияние Пиаже. Я сам не москвич, моя семья с юга России. После войны мы жили в очень стесненных условиях, я много болел. В шестом-седьмом классе мне попала книга без обложки (даже не знаю, кто был ее автор), в которой были описаны физические эксперименты, типа эксперимента Майкельсона — Морли. На меня эксперименты произвели большое впечатление. Поэтому, когда семья потом переехала в Москву, я выбрал физико-математическую школу при мехмате МГУ и окончил ее с медалью. В принципе, я хотел поступать на физфак, как минимум в МИФИ (есть такой, вы знаете, известный институт в Москве, связанный с ядерной проблематикой). Но потом совершенно случайно услышал, что в Московском университете открылся факультет психологии, и решил поступать туда. Поскольку у меня была медаль, я сдал на «отлично» первые математические экзамены и стал студентом, не сдавая другие экзамены. Как раз в это время в Москве, на территории МГУ, проходил XVIII Всемирный психологический конгресс (один из самых больших и успешных в истории психологии), и я случайно стал его самым молодым делегатом. Конечно, я тогда мало что понимал, но хорошо запомнил вечернюю лекцию Жана Пиаже.

Он говорил о междисциплинарности психологии. О том, что у нее совершенно особое положение. В треугольнике наук — естественные, социально-гуманитарные и технические — психология находится в самом центре, связывая эти разные группы дисциплин между собой, занимаясь направлением «человек». Это было началом моей профессиональной жизни.

Оказавшись на факультете, мы все попали в совершенно уникальную среду. Я мог бы упомянуть сейчас десяток биографий выдающихся людей, но, не знаю почему, хочу вспомнить Блюму Вульфовну Зейгарник — она вела у нас лекции по клинической психологии. [*Демонстрируются слайды.*] Видите, здесь фотографии разных периодов ее жизни. Вильнюс — это она со своим мужем. Они учились какое-то время в Германии. Потом, видите, Блюма

Вульфовна танцует в Грюнвальде с Куртом Левиным — основателем социальной психологии — в последний день своего пребывания в Берлине. Она уехала с мужем в Советский Союз, где через несколько лет начались репрессии, трагически их затронувшие. А вот это Блюма Вульфовна в то время, когда она была нашим преподавателем.

Надо сказать, что наши преподаватели были очень пожилыми людьми. В стране с 1935 г. психология была запрещена, и только в 1965–1967 гг. у них впервые появилась возможность работать со студентами. Это был тот период, когда несколько классиков получили возможность оставить научное потомство. Они вложили в нас невероятно много сил, как я сейчас понимаю.

[Демонстрируются слайды.] А вот на этом фото в правом нижнем углу мы в годы обучения на факультете — я и моя супруга, Анна Борисовна Леонова, ныне профессор факультета психологии МГУ.

Вместо аспирантуры меня сразу оставили работать на факультете психологии — и Александр Романович Лурия, и Алексей Николаевич Леонтьев — ассистентом на своих кафедрах, то есть я был ассистентом на двух кафедрах, «слуга двух господ»... Как-то так получилось, что я выучил несколько иностранных языков: сначала — французский, потом меня Александр Романович послал учиться в Германию — я вынужден был освоить немецкий, а из французского и немецкого «слепил» английский: глаголы из французского, существительные — из немецкого. Никогда не учил английский язык, но сейчас в основном пишу именно на этом языке статьи и даже книги.

Характерной особенностью нашего факультета тогда (несмотря на советское вполне, так сказать, идеологически нагруженное окружение) была открытость для мира. Время от времени американские и британские университеты присылали к нам своих студентов, даже на один вечер, чтобы они могли послушать лекции Александра Романовича. К нам приезжали [Джером] Брунер, уже после конгресса пару раз бывал Пиаже, очень много немцев... Характерной была атмосфера — философия деятельности.

Многие гости, которым я помогал переводить то, что происходило в лабораториях, потом спрашивали меня: «Скажите, а почему все говорят здесь про деятельность? Вот что такое деятельность?» Я придумал такое объяснение: «Вы знаете, для пер-

вых лиц этого факультета деятельность — это и есть настоящая реальность. Картезианские “субстанции” — непространственная мысль и протяженная материя (физическая реальность) вторичны по отношению к деятельности. Ведь психика человека развивается в процессе деятельности. И точно так же наше типичное материальное окружение — это же артефакты деятельности, постарайтесь найти здесь что-нибудь исходно физическое и убедитесь, что это все создано деятельностью человека».

Однажды, через много лет, когда я сам был профессором Дрезденского университета, я как-то шел по одной из улиц и увидел развал книг у букинистов, взял машинально какую-то старую книжонку, открыл ее и сразу прочитал, что деятельность — это и есть настоящая реальность. Я ошалел, знаете ли. Понятие личности (*Identität*) должно включать понятие деятельности — то, что я есть, я есть благодаря своей деятельности и т. д. Оказалось, что это основатель романтизма, Новалис, и я держу в руках его записки 1797 года. Я аккуратно все это перевел и прочитал этот текст Диме Леонтьеву [Дмитрий Алексеевич Леонтьев]. Он сказал: «Это “Деятельность. Сознание. Личность” [Алексея Николаевича] Леонтьева, кажется, пятьдесят третья страница». Вы понимаете, оказывается, за этим стоит гигантская философская традиция. Новалис был учеником Фихте, и, как видите, классическая немецкая философия неожиданно и не вполне рефлексивно проявилась в той атмосфере, которая была у нас на факультете.

Главными лицами, которые нас тогда окружали, конечно, были Александр Романович Лурия, Николай Александрович Бернштейн (крупнейший физиолог, основатель физиологии активности, основатель современной биомеханики), Лев Семенович Выготский. И наш декан, Алексей Николаевич Леонтьев, который был не только выдающимся психологом. Он был еще опытным «Макиавелли», политическим деятелем. Нередко у них с Александром Романовичем возникали споры, и он говорил, что Алексей Николаевич влюблен в себя, пользуется взаимностью и не имеет соперников. Но, возможно, именно эти качества помогли Алексею Николаевичу возродить научную психологию в нашей стране. Я, правда, как-то больше был связан с Александром Романовичем, он меня выделял, я часто бывал у него дома.

Как-то уже ближе к концу учебы Лурия сказал: «Знаешь, а давай-ка ты поучись в Берлинском университете». Первый акаде-

мический курс психологии читал еще будущий ректор этого университета Гельмгольц, а Вундт был одним из его многочисленных ассистентов. На этот курс, по легенде, ходили только три студента; один из них, правда, был Макс Планк, второй — Макс фон Лауэ, будущие нобелевские лауреаты, была и одна студентка, которая потом стала женой Гельмгольца. В Берлине по сегодняшний день психология — это часть физического факультета. Во время моей учебы лидером там был известный психофизик Фридхарт Кликс. Он взял меня под свое крыло. Уже позже, незадолго до смерти, Кликс мне показал письма Александра Романовича, который каждую неделю ему писал из Москвы. Удивительно то, что эти письма имели отношение и ко мне, хотя я даже не был студентом его кафедры. Это были подробные инструкции по поводу того, что молодежь должна попадать в хорошие руки.

*Татьяна Черниговская.* Это ведь его книжка «Пробуждающееся мышление»? И по-моему, ты ее переводил. Блестящая книжка<sup>38</sup>.

*Борис Величковский.* Да, в духе маленькой книжки о большой памяти самого Лурья. Он создал этот жанр, между прочим, который пользуется и сейчас огромной популярностью. Действительно, Кликс очень заботился обо мне. Я сделал там второй диплом, который был зафиксирован в анналах Берлинского университета, но, правда, мне не разрешили его использовать в советском посольстве, сказали: «Вас зачем сюда послали? На преддипломную практику». Эта сверхплановая работа мне помогла в немецкой жизни.

В институте Кликса сохранилась аура Берлинской школы гештальтпсихологии, образованная выдающимися учеными, которые были и физиками, и психологами, — это Макс Вертхаймер, Вольфганг Келер, Курт Коффка — учитель Гибсона. Помню, меня посадили в старый кабинет Келера — этот кабинет был в ужасном состоянии, но там было огромное количество литературы.

Там, например, я впервые открыл для себя Карла Дункера — ученика Келера и Вертхаймера. Это совершенно выдающаяся личность. Вообще, он открыл область исследования творческого мышления. Есть такие классические задачи Дункера, используемые и сегодня десятками людей (которые становятся профессорами психологии во всем мире, не только в России), так вот эти

---

<sup>38</sup> См.: Кликс Ф. Пробуждающееся мышление. М., 1983.

задачи Дункера были описаны, созданы в его дипломной работе, когда ему было двадцать три года. И этот человек (я потом скажу о некоторых других его работах), вы знаете, он так и не смог защитить диссертацию, страдал от депрессии и в конце концов кончил жизнь самоубийством. Но его отдельные работы, три-четыре цикла исследований, — абсолютно уникальные и до сегодняшнего дня практически неизвестные. За время учебы в Берлинском университете я, как мне кажется, изучил гештальтпсихологию лучше, чем все ныне живущие немецкие психологи.

Должен упомянуть еще нескольких коллег. Это канадские исследователи Фергус Крейк и Эндель Тульвинг. У меня был довольно продолжительный «невыездной» период, все потому, что на каком-то всемирном конгрессе один из коллег подсчитал, сколько раз я цитировал советских ученых и сколько раз американских, после чего была написана «телега» о том, что я использовал трибуну международного конгресса для проамериканской пропаганды. Но на том же конгрессе два классика (сейчас можно говорить именно так) когнитивной психологии Фергус Крейк и Эндель Тульвинг пригласили меня в Университет Торонто. Приглашением я смог воспользоваться лишь тринадцать лет спустя — в начале девяностых. Мы до сегодняшнего дня сохраняем профессиональные и человеческие связи. (Вообще, Крейк и Тульвинг — ученые со вторым и третьим индексом цитирования в истории экспериментальной психологии. На первом месте Джордж Миллер с магическим числом  $7 \pm 2$ , на втором — Тульвинг с эпизодической и семантической памятью, а на третьем — Фергус Крейк с теорией уровней обработки.)

В последнее время я тесно сотрудничаю еще с двумя коллегами. Это Дональд Стасс, он тоже работает в Торонто и является шефом и Крейка, и Тульвинга. Стасс — крупнейший специалист по специализации зон лобных долей мозга. Это Лурия сегодня. Другой коллега — Майкл Познер, может быть, многим из вас — психологам, нейрофизиологам — известен. Он не клиницист, а экспериментальный психолог, один из пионеров нейровизуализации, профессор Орегонского университета.

Заканчиваю первую часть и перехожу к примерам красивого эксперимента. Что такое красивый эксперимент? Сегодня мы и в Курчатовском институте, и в других местах (в Дрездене, где я двадцать лет был директором института Технического универ-

ситета) используем сложную технику по принципу «сколько Тесла в магнитном поле — столько миллионов евро мы должны выложить за этот прибор». Но красивые эксперименты часто не стоят ничего — здесь работает творческое сознание исследователей, которое позволяет продвинуться в разрешении столетних споров. В каком-то смысле проведение таких экспериментов — это как раз и есть экспериментальная философия. Приведу примеры просто навскидку.

У Дункера есть классическая работа, казалось бы, очень простая, она известна абсолютно всем и входит во все хрестоматии мира по психологии. Но это только первая часть, а вторая часть, которая на самом деле и представляет интерес, — ее никто не упоминает. В работе описана известная иллюзия индуцированного движения: если вы видите Луну на фоне бегущих облаков, то кажется иногда, что Луна движется, облака то ли стоят, то ли плывут в другую сторону. Дункер связывает эту иллюзию с существованием психологической системы отсчета.

Допустим, есть темное помещение, неподвижная светящаяся точка и некая рамка, фрейм. Вы фиксируете точку, а рамка неожиданно начинает двигаться, предположим, вправо, — и точка субъективно движется в противоположном направлении, хотя вы аккуратно ее фиксируете. Эффект абсолютно стабилен. Он описан многократно. Но вторая часть эксперимента гораздо более интересная. Вопрос: а что, если есть несколько систем отсчета? И Дункер провел такой эксперимент... Еще до объявления результатов он спросил у профессоров-физиков (ведь это же был физический факультет Берлинского университета в период расцвета немецкой физики), а что будет, если есть неподвижная точка, есть одна рамка и есть вторая объемлющая рамка — рамка номер один движется, допустим, влево, а рамка номер два движется вверх — что будет происходить с восприятием? Как вы думаете?

*Татьяна Черниговская.* По диагонали?..

*Борис Величковский.* Так предположили и классики физики, по правилу параллелограмма. Но в действительности восприятие иное: сама точка движется в горизонтальном направлении вправо, но одновременно точка вместе с рамкой номер один движется вниз. Дункер называет это расщеплением влияния систем отсчета. На каждый объект, вложенный в иерархию таких рамок, действует лишь следующая рамка.

Это позволяет решать массу проблем в области восприятия. Вот смотрите, завтра я поеду в Москву на «Сапсане», и, предположим, кто-то из вас окажется на перроне. В проеме движущегося поезда я начну махать вам рукой. В принципе, движения моей руки будут описывать синусоиду в пространстве, да? Но вы будете воспринимать характерное прощальное движение руки, а сама рука, я и проем вагона будем двигаться вместе относительно этой неподвижной системы отсчета. Это вообще невероятно важная штука для того, чтобы обеспечить восприятие и понимание динамических событий.

Проиллюстрирую универсальность закона расщепления систем отсчета лингвосомагическим эффектом, описанным Бертраном Расселом где-то в сороковом году. Рассел вместе с [Альфредом] Уайтхедом часть жизни потратил на то, чтобы описать естественный язык как некую математическую или метаматематическую систему. В какой-то момент Рассел находит пример, который доказывает невозможность реализации такой программы. Это пример пропозициональных установок описывается ситуацией из «Гамлета» Шекспира.

В любой математической системе должно ведь реализовываться простейшее правило подстановки, если  $a = b$ , то в любую формулу, где есть  $a$ , можно вставить  $b$ , и истинность формулы не изменится. Теперь возьмем естественную языковую фразу «Гамлет хотел убить человека, скрывавшегося за занавесом». Мы знаем, что за занавесом скрывался Полоний,  $a = b$ , подставляем  $b$ : «Гамлет хотел убить Полония». Ничего подобного! Когда используются так называемые психологические глаголы, правила подстановки не работают, ведь для того, чтобы осуществить такую подстановку, нужно решить сугубо психологическую задачу, *mind reading*, выяснить, а что же на самом деле хотел сделать Гамлет в этой ситуации. Понимаете, здесь эти глаголы образуют какой-то фрейм, который является непроницаемым для внешних, более широких систем отсчета.

Это приводит к серьезным и интересным эффектам, если учесть уже более поздние работы французского автора Жюль Фоконье, показавшего, что такие же фреймы формируются любым упоминанием репрезентации реальности. Фоконье рассматривает такую фразу: «В этом спектакле некто [упомянем в этом контексте Смоктуновского] играет Отелло. Отелло думает, что Дездемона

ему не верна, но в действительности она его любит». Фраза нам понятна, но какова логико-психологическая структура этого понимания? «В этом спектакле» — это индикатор того, что нужно забыть про реальность, потому что мы сталкиваемся с совершенно другой онтологией, — первый ментальный фрейм. Потом идет «Отелло думает», но это же оператор пропозициональной установки (по Расселу) с психологическим глаголом «думает», следовательно, забудьте про онтологию спектакля, где возможны многие вещи, невозможные в реальности, и займитесь миром эмоций и намерений Отелло. Последнее «в действительности» возвращает нас назад, но не очень далеко, а только в онтологию трагедии.

Видите, здесь работает то же правило расщепления систем отсчета и непроницаемости ментальных фреймов. Я считаю, что и в социальной жизни существует расщепление систем отсчета (потому что все социальные системы организованы более или менее иерархически). Это универсальное правило описано в двадцать девятом году прошлого века экспериментально Дункером и не упоминается никем до сих пор.

Второй пример имеет отношение к различию взглядов Пиаже и Гибсона. Пиаже — крупнейший психолог XX в., Гибсон — ученик Курта Коффки, американский исследователь прикладных проблем восприятия и сторонник экологического подхода. На самом деле Гибсон и Пиаже друг друга недолюбливали... Элеанор Гибсон, жена Джеймса Дж. Гибсона, рассказывала, что как-то ее муж решил почитать новую книгу Пиаже о развитии восприятия. Она легла спать и вдруг услышала — что-то с шелестом летит через всю комнату. Это Гибсон бросил в дальний угол книгу Пиаже.

На самом деле проблема очень старая — проблема истоков знаний, которая уже в Новое время занимала и Локка, и Канта, и др. Нет ничего в интеллекте, чего не было бы в наших ощущениях. Или, как Лейбниц ответил Локку, нет ничего в интеллекте, чего не было бы в наших ощущениях, кроме самого интеллекта. Идея априорных категорий Канта, четко прописанная, в частности, по отношению к пространству, — это главная проблема для Гибсона. Гибсон предполагал, что, так сказать, человек появляется на свет уже «оборудованным» некими способностями восприятия определенных фундаментальных вещей, но не доказал этого (немного занималась этим вопросом экспериментально Элеанор Гибсон). А Пиаже описывал эти формы восприятия у младенцев, но он не

владел экспериментом, это были описательные исследования, наблюдения за развитием его дочерей.

Классическое доказательство Пиаже — это эффект *out of sight, out of mind*. Если вы показываете младенцу в первые недели жизни какой-то яркий предмет, чтобы вызвать реакцию оживления, а потом закрываете этот предмет шторкой, то всякие реакции прекращаются, как будто знание об этом предмете существует только до тех пор, пока в каком-то смысле он раздражает сенсорные поверхности органов чувств. Это фундаментальный вопрос, он гораздо старше, чем дискуссия эмпирицистов и нативистов.

Первым, кто осмелился поставить эксперимент, был ученик Гибсона — Томас Бауэр. Он использовал эффект ориентировочной реакции, описанный Евгением Николаевичем Соколовым. При некоторых дополнительных ухищрениях эксперимент выглядел таким образом: младенцу показывается предмет, потом шторка поднимается — и за ней либо есть этот предмет, либо его нет. Если младенец солипсист (как считали многие, и Пиаже в том числе), то тогда при поднятии шторки и наличии предмета должна возникать ориентировочная реакция. Если младенец знает, что предмет продолжает существовать, что есть некое инвариантное постоянство существования предмета, то ориентировочная реакция должна возникать тогда, когда там предмета нет.

В конце 1970-х — начале 1980-х годов Томас Бауэр провел такие эксперименты. Они описаны в книге «Психическое развитие младенца», которую я перевел и издал на русском языке<sup>39</sup>. Это уникальный цикл исследований в области философии знания. Они показали, что есть некое исходное представление о постоянстве существования предмета независимо от того, возникают ли какие-то сенсорные ощущения об этом объекте или нет. Затем последовало множество экспериментов, которые в принципе подтвердили этот тезис. Но у Бауэра это было наиболее яркое исследование — красивый эксперимент в духе лучших работ основателей физики.

Еще один пример — теория лингвистической относительности. Эта концепция, как минимум связанная с Вильгельмом фон Гумбольдтом. У Гумбольдта есть пассаж о том, что всякий язык описывает вокруг нас невидимую сферу; мы никогда не можем выйти из нее, разве что войдем в другую такую же сферу. При-

---

<sup>39</sup> Бауэр Т. Д. Р. Психологическое развитие младенца. М., 1985.

мерно в 1970-е — 1980-е годы Элеонора Рош (Хайдер) проводила классические эксперименты в Новой Гвинее, работая с племенем дани (это охотники за черепами). У них есть всего лишь два слова для обозначения оттенков цвета (в исследовании использовались цветные таблицы). Выяснился вопрос, такое ли у них восприятие и память на цвета, как у нас с вами? Вроде бы оказалось, что да, примерно те же самые.

Когда я писал «Когнитивную науку» в 2006 г.<sup>40</sup>, я обратился к своим друзьям-лингвистам с вопросом, появились ли в последнее время какие-нибудь новые исследования по данному поводу. Один из коллег сказал, что слышал доклад какого-то сотрудника Института психолингвистики Общества Макса Планка в Нейменгене. (Одна часть этого института находится на немецкой территории, а другая — на голландской, поскольку его создатель и директор, голландец Виллем Левельт, отказался переезжать в Германию.) Сотрудника звали Рольф Нюссе... (Знаете, для многих выдающихся исследователей характерно, что они не делают карьеру как-то совсем. О Дункере я уже вам сказал, Томас Бауэр просто исчез из вида, и его не вспоминают. В этом списке забытых пионеров когнитивной науки сейчас и Рольф Нюссе.)

Он провел простые эксперименты с немецкоязычными и англоязычными докторантами института — никаких путешествий к охотникам за черепами, в отличие от традиции XIX и XX вв. Им показывались мультипликационные фильмы, где какой-то персонаж ищет воду либо в пустыне, либо в джунглях, либо в каком-то большом городе. Он должны были описать то, что происходит в фильме. Оказалось, участники, «выравненные» по полу, по IQ, по возрасту и т. д., дали чудовищно разные результаты. Англичане описывают примерно в три раза больше эпизодов, чем немцы при рассматривании одного и того же фильма, они могут просто «сфотографировать» то, что происходит здесь и сейчас. В то время немцы примерно в два с половиной раза чаще упоминают какие-то целевые состояния. Нюссе предположил, что это связано с тем, что в немецком языке нет инговой формы (-ing), как у английских глаголов, поэтому немцы видят события такими «макроединицами» и вообще должны всегда приписывать процессам какие-то цели;

---

<sup>40</sup> См.: *Величковский Б. М.* Когнитивная наука. Основы психологии познания. В 2 т. М., 2006.

немец не скажет «корабль тонет» — он скажет «корабль опускается на дно».

Я разыскал Рольфа Нюссе и мы даже посмотрели движения глаз с теми же группами. Странная вещь, вот какой-то совершенно невинный процесс: утята или цыплята двигаются по травке, куда-то, так сказать, идут... И если англичанин спокойно это отслеживает, немец постоянно заглядывает вперед, как будто пытается узнать, а куда они идут и зачем? Это напоминает классику, Келера. В 20-е годы прошлого века были проведены исследования поведения животных. Они привели к разному описанию поведения обезьян: у [немец] Келера это интеллектуальное решение, *insight* (обезьяна пытается решить проблемную задачу, не получается, потом садится, думает, вскакивает и сразу решает задачу), а американские обезьяны лихорадочно начинают действовать методом проб и ошибок, и одно из движений потом приводит к цели. Над этим иронизировал Бертран Рассел; он говорил, что решение задачи в этих описаниях больше говорит о национальных чертах мышления исследователей, чем о реальном поведении обезьян.

Забавный эпизод был у меня, когда я стал директором института в Дрездене. Это был первый в мире институт *Applied Cognitive Research*. Нужно было все-таки показать практическую ценность когнитивных исследований (*Proof of the pudding is in the eating!*). На этом пути нам удалось подготовить почти все руководство *Human Factors Engineering* для *BMW* и *Daimler*.

В это время руководство *Daimler* решило сделать его крупнейшей автомобильной фирмой — превзойти, наконец, соперников из *Volkswagen* и *Toyota*. Поэтому *Daimler* прикупил *Chrysler*, американскую фирму из Детройта. Планы были невероятные; в частности, планировалось проведение *hightech*-психологических исследований с дополненной и смешанной реальностью. Мы надеялись на сотрудничество, но постепенно энтузиазм начал пропадать, и вместо решения когнитивных вопросов нас стали спрашивать про... кросс-культурные различия... За десять лет фирма почти обанкротилась (пока за символическую цену не продала кому-то *Chrysler*). Они так и не смогли прийти даже к единому описанию стандартных трудовых операций, потому что инженеры в Штутгарте и Детройте видели их совершенно по-разному. Это к тому, что лингвистическая относительность может играть важную практическую роль.

Я мог бы еще долго обо всем этом говорить, перечисляя яркие примеры исследований и решаемые ими проблемы. Так, есть, как вы знаете, *the hard problem of consciousness*. Можно ли заглянуть в голову другого человека? Как возникают специфические сенсорные качества субъективного образа? Здесь нужно было бы упомянуть нашего соотечественника, Альфреда Лукьяновича Ярбуса. Это физик, выпускник Московского университета. Его интересовали иллюзии, в том числе простейшие оптико-геометрические. В тридцать девятом году он попал на фронт, вернувшись, пошел в аспирантуру и позже разработал знаменитую методику. Он делал такие вакуумные резиновые «присоски», которые «присасывались» к глазу (вообще, надо сказать, мучительная процедура). На присоске крепилось маленькое зеркальце, на него наводился световой луч, отражения луча записывались на кимографе, получался узор — следы движения глаз. Ярбус создавал сложные оптические системы, целые микропроекторы с системой оптических фильтров и изображением слайдов. Одно из замечательных открытий состоит в том, что стабилизированное изображение исчезает. Вроде бы мы создаем идеальные условия, а картинка превращается в серое поле. Долгое время это объясняли тем, что происходит адаптация рецепторов, но я должен сказать, что это ошибочное объяснение, потому что тот же самый эффект можно получить при электронной «квазистабиллизации». Здесь Ярбусом был сделан шаг к решению *the hard problem of consciousness*, что феноменальные характеристики возникают лишь в процессе встречного движения, в процессе активности со стороны субъекта, но это, конечно, нужно подробнее описывать и изучать.

Есть еще красивые эксперименты по поводу природы психологического времени. Наше восприятие времени не очень точно; есть как бы квант психологического времени. Есть последовательности событий, которые мы воспринимаем как одновременные. Это такая величина около ста миллисекунд, в силу чего многие физиологи и нейрофизиологи пытались связать ее с альфа-ритмом. Если психологическое время квантовано, то как мы переходим от дискретных квантов к восприятию непрерывного времени? Ощущению длительности (*la durée*), по Анри Бергсону? Здесь есть альтернативные гипотезы. Так, Уильям Джеймс бы сторонником гипотезы дискретного времени, считая, что из таких вот квантов, по аналогии с астрономическим временем, последовательно

строится нечто более протяженное. Бергсон же считал, что есть единый непрерывный момент, который движется вместе с физическим временем (это вообще очень интересная гипотеза, которая, может быть, когда-нибудь прольет свет на природу физического времени). Дэвид Оллпорт, профессор из Оксфорда, попытался эти гипотезы проверить. (Профессором он стал много позже, поскольку «воевал» с влиятельным Аланом Бэддели, автором концепции рабочей памяти. Оллпорт доказывал, что основная психологическая нагрузка связана не столько с нагрузкой памяти, сколько с *task switching*, с изменением задачи.) Его эксперимент был очень прост и описан, например, в моей книге 1982 г.

*Татьяна Черниговская.* Но это зависит от эмоционального состояния, правильно?

*Борис Величковский.* Безусловно. Для меня важно, что фундаментальные вопросы, оказывается, решаются и без МРТ — нужно только придумать красивый эксперимент.

Позвольте мне, однако, перейти к предпоследней теме, сказать о роли практики и технологий. Почему интерес к когнитивным исследованиям повсеместно только возрастает? На самом деле это центральный подход к решению множества задач, которые возникают в контексте развития *Human Factors Engineering*, потому что *Homo Sapiens is in part unknown and en unpredictable creature*. Мышей мы знаем лучше, чем человека.

Когнитивными были самые важные технологии в эволюции человека. Например, технология письменности, которая освободила ресурсы памяти. И любые, скажем, формы математического исчисления — они открывают возможности новых символических трансформаций и вычислений. Но само понятие «когнитивная технология» появилось недавно, всего полтора десятилетия назад. В контексте конвергентных технологий говорят о нескольких мегатрендах; сначала информационных технологий, компьютерных технологий, биотехнологий, затем нанотехнологий. В последние годы публикаций по когнитивным исследованиям в ведущих научных мировых журналах становится все больше. Можно говорить и о социальных технологиях. Для меня здесь примером является технология виртуальной реальности с ее разновидностями и базовым феноменом *presence*, когда можно ощущать себя вместе с другим человеком, хотя он находится за тысячи километров от вас.

Сейчас развивается около десятка таких технологий. Самым ярким примером являются интерфейсы, чувствительные к фокусу внимания человека. Вы знаете, что интерфейсы прошли большую эволюцию за последние десятилетия; помните, наверное, интерфейсы командной строки, а потом *graphical user interfaces*, типа *Windows*, которые давно уже себя исчерпали и сейчас являются на самом деле тормозом прогресса. Такое впечатление, что попытка определить то, на что направлено внимание, — это следующая форма более эффективного взаимодействия человека и техники. Потом имеются многочисленные технологии оценки эмоционального состояния пользователя и, наконец, технологии экспликации сознания человека. Казалось бы, то, что западная философия считает в принципе невозможным — преодоление трансцендентального барьера, в каких-то ситуациях оказывается возможным сегодня (к счастью, в ограниченных масштабах). Есть еще технологии учета жестов и поддержки невербальной коммуникации. С этим связаны достижения *Apple* в последние десятилетия: они включили простое и столь естественное движение — перелистывание — в свои устройства. Есть еще технология антропоморфных агентов и аватаров, которые особенно популярны в Японии, Китае, Корее, но развивающиеся и у нас.

Упомяну очень важные технологии психосемантики. Если вы покупаете книгу в интернет-магазине, то вам сразу же предлагают купить еще пару книг по очень близкой тематике и с хорошей скидкой. Я неоднократно описывал технологию латентного семантического анализа, но когда впервые столкнулся с ней непосредственно, то не выдержал и купил сразу три книги, которые на самом деле мне были не нужны — настолько точно было вычислено, что они меня могут заинтересовать. Каждое такое взаимодействие еще точнее определяет сферу ваших возможных интересов.

С нейровизуализацией связаны приложения в области нейромаркетинга и нейроэргономики. Однажды я решил поспорить с коллегами, которые меня многократно приглашали на конференции в Германии. Я сказал: «Ну как вам не стыдно, вы используете такую продвинутую технику, чтобы выяснить, какой продукт и в какой упаковке больше привлечет покупателя?» Ответ был очень простой: ежегодно в Германии на рекламу тратится больше ста миллиардов евро, если увеличить эффективность рекламы на

два процента, то можно перекрыть все существующие гранты для строгих научных исследований.

Далее, казалось бы, такие абстрактные темы — когнитропные субстанции, когнитивная геномика, молекулярный «ремонт» стареющего гиппокампа, нейрогенез — это тематика отчасти Анохина.

*Татьяна Черниговская.* Ениколопова еще...

*Борис Величковский.* Да-да и Ениколопова...

В связи с планируемым полетом на Марс возникает вопрос: что будет с эпизодической памятью членов экипажей звездолетов, если они в течение шестисот с лишним дней будут находиться в открытом космосе и их гиппокамп будет подвержен влиянию радиации, открытого космоса? Потому что это очень мощное средство подавления нейрогенеза гиппокампа, и вполне возможно, что они вернутся, может быть, вполне здоровыми физически, но едва ли смогут нам что-нибудь рассказать.

*Татьяна Черниговская.* Они и туда уже прилетят... не...

*Борис Величковский.* Да. Такая вот неожиданная практическая проблема.

[*Демонстрируются слайды.*] Вот это, коллеги, регистрация движения глаз (я сейчас быстро покажу некоторые примеры). Видите? Так это выглядит сегодня — две тысячи герц, две тысячи раз в секунду определяется направление линии взора. (Разработчики, кстати, мои бывшие сотрудники из Университета Торонто. Я был там пару лет профессором и знал, что у ребят есть очень хорошая идея в области айтрекинга, но их никто в упор не признавал, так что они даже хотели эмигрировать в Австралию. Тогда я поговорил с Тульвингом и с Крейком — и им дали работу. Когда они были у нас в последний раз, то привезли в подарок новейший айтрекинг в знак благодарности.) Это видеобазирование методики, поэтому мы можем еще определять и эмоциональное выражение лица, даже онлайн. Вот какие эмоции, скажем, демонстрирует политический деятель в конкретный момент своего выступления?

Есть шуточное применение этой методики. В одном из европейских проектов мы взяли изображение Моны Лизы с ее загадочной улыбкой. Загадочность, оказывается, состоит вот в чем: приветливая улыбка совмещена с *disgust* — дистанцированием, отвращением и даже страхом. Эрнст Гомбрих, крупнейший искусствовед XX в., писал, что в первый момент это лицо доброжела-

тельно, но когда вы вглядываетесь, то вам становится как-то не по себе. Почему это происходит? Дальше я скажу об этом, но такие моменты ловит компьютерная система, которая одновременно занимается айтрекингом.

Можно даже выделять индивидуально специфическое, или идиосинкратическое восприятие изображения.

[Слайд: Альбрехт Дюрер. Цитадель Арко в Южном Тироле.] Это Дюрер. Здесь часть изображения двузначна: скалу можно воспринять как профиль пожилого человека. Сначала распределение внимания (ландшафта внимания, как я такую репрезентацию когда-то назвал) — на фрагментах этого замка в Тироле. И потом вдруг фиксация на изображении. То же самое — Эшер. Можно понять, что в данный момент воспринимает человек. Это уже некий шаг за трансцендентальный барьер в области перцептивного сознания.

[Демонстрируются слайды.] А вот и практическое применение. Несмотря на то, что качество физических инструментов медицинского анализа постоянно увеличивается (стоимость этих инструментов растет примерно на 6% в год), процент ошибочных диагнозов в радиологии остается стабильно очень высоким. Диагноз ведь ставит человек со своим индивидуальным сознанием и восприятием. Скажем, если *Prof. Dr. Med* где-нибудь в Германии считает, что это *pneumonia*, ни один ассистент не осмелится высказать свою точку зрения (это хуже, чем в старом советском Политбюро на самом деле, так что не доверяйте некритичной немецкой медицине). Но здесь можно показать, что именно привлекло внимание эксперта, можно сравнить восприятие и таргетацию изображения разными экспертами, можно показать студентам варианты восприятия этого изображения. У медиков, правда, невероятное сопротивление таким объективным методам, но они работают. Еще можно видеть, например, в чем отличие неопытных и опытных специалистов; есть форма ошибок, которые характерны как раз для экспертов, — когда эксперты сразу видят очень узко причину заболевания и не анализируют другие возможные гипотезы. Здесь явно возможен прорыв в медицине и в других ситуациях диагностики сложных изображений.

Что происходит еще? Какие здесь могут быть технологические добавления? Основной недостаток этих методов экспликации индивидуального сознания — в нудной процедуре калибровки ай-

трекера. Нужно прерывать измерения, чтобы глаз фиксировал реперные точки некой матрицы. Но есть подходы, которые подводят нас к четвертому поколению айтрекинга.

У моего института в Дрездене есть проект совместно с Институтом микрофотонных систем Общества Фраунгофера. В ходе его выполнения были созданы *OLED*-наностекла, которые прозрачны, но в любой момент могут превратиться в цветной дисплей. В то же самое время эти прозрачные стекла фиксируют положение зрачка вашего глаза, то есть «знают», на что вы сейчас обращаете внимание. Это идеальное средство для дополненной реальности. Здесь изображение и регистрация положения глаза совмещены в одной среде и необходимость калибровки отпадает. Вы можете увидеть в вашем окружении свойства, недоступные обычному восприятию; например, радиоактивность части предметов. Можно, допустим, проводить хирургическую операцию и «нажимать» глазом на определенные *items*, вызывая в поле зрения информацию о состоянии вашего пациента или меняя характеристики лазерного ножа. Есть и другие варианты развития, но я об этом не буду сейчас говорить.

Перейду к последней части доклада и скажу пару слов про то, что мы делаем сейчас. Современная наука делается в контексте больших проектов; их много в Европе, они появляются и у нас. Вот только за последнюю неделю нами получены два новых проекта. Они в большей степени связаны с исследованием мозговых механизмов, то есть они развиваются в контексте того, что я называю нейроманией.

В частности, я говорил вам о том, что с помощью айтрекинга можно эксплицировать субъективное состояние сложного образа, художественного, технического или медицинского. Но фиксация какого-то участка поля зрения еще не означает восприятие. Студенты знают, что можно перед экзаменом долго смотреть на страницу книги, учебника, а потом воскликнуть: «Где же я был все это время?!» Нужно уметь различать зрительные фиксации, связанные с субъективным восприятием и не связанные с ним. Оказывается, что по характеристикам фиксации можно определить, какие из них связаны с сознательным восприятием, а какие выполняют некоторые другие функции, например функции пространственной ориентации. В связи с этим мы говорим о фокальном и амбиентном (фр. *ambiance*) модусах восприятия, или модусах вни-

мания. В одном из проектов нами были проведены регистрация движения глаз при восприятии сложных картин, художественных образов и эмоциональный магнитный резонанс; было показано, что при коротких фиксациях активация мозга связана с задними теменными отделами мозга. Из классических работ известно, что эти области мозга связаны с пространственным восприятием, но не с идентификацией. Их нарушения приводят к дезориентации в пространстве, не вызывая каких-то форм агнозии. Напротив, есть другая группа механизмов восприятия, которая направлена скорее в вентральном направлении коры. Поражения этих областей ведут к проблемам с узнаванием объектов, причем в зависимости от того, где это произошло — слева или справа.

С помощью комбинации методов нейровизуализации и айтрекинга можно попытаться определить, какой тип обработки информации был связан с конкретной фиксацией в ряду сотен или даже большего числа фиксаций при восприятии какой-то сложной, в частности, динамической сцены.

[Демонстрируется слайд.] Вот видите: пространственное восприятие и фокальное, предметное восприятие — это разные области мозга и разные типы фиксации. Тогда можно сделать следующий шаг. [Слайд.] Это картина Дега «Хлопковая биржа в Новом Орлеане». Это вот AMBIENTная фиксация — некое общее размытое в пространстве тело, а это — фокальная фиксация. Что они собой представляют? Фокальные фиксации отражают внимание к вниманию другого человека. Здесь есть две зоны. Человек читает газету (так высветились результаты математической обработки, что, казалось бы, вы сами можете читать эту газету). А что делает другой персонаж? Он совмещает — типично человеческая координация — движения глаз и движение пальцев; он теребит волокна хлопка, проверяет их качество. Повторяю, высшая форма внимания — это внимание к вниманию человека.

Существует много исследований того, на что человек обращает внимание и на что, скажем, должна обращать внимание система восприятия робота. Здесь есть как бы три слоя этих исследований. Много математических моделей, которые учитывают физические характеристики (допустим, локальные контрасты элементов изображения, какой-то ландшафт) — они как-то предсказывают, как человек смотрит. Но вот один из моих дипломников (он стал профессором Бостонского университета какое-то время назад) по-

казал, что семантика сцены играет свою роль; если на изображении есть, допустим, свечка и где-то там камин, то переход глаза от свечки к камину неслучайный. Эта математическая модель работает чуть лучше. Итак, есть физические и семантические (когнитивные) уровни работы внимания, но есть и социальные. Когда в сцене есть какие-то персонажи, то не важны физические контрасты и когнитивные факторы, все внимание сразу обращается на лицо и особенно на глаза.

А это иллюстрация другой нашей актуальной работы. Есть такая область исследований *BCI* — *brain-computer interface*. Это когда с помощью ЭЭГ осуществляется коммуникация с пациентом, страдающим синдромом *locked-in*. Сейчас мы используем принцип разделения обработки на «где это?» — дорсальный поток, и «что это?» — вентральный. Создан первый интерфейс, в котором «где это?» показывается глазами — самое быстрое движение, которое долго сохраняется в вертикальном меридиане даже у пациентов с *locked-in*. А что нужно делать (допустим, инструкция роботу) техническому устройству — передается с помощью сигналов ЭЭГ. Такой интерфейс работает значительно быстрее, чем самый быстрый на сегодня интерфейс, разработанный одной голландской группой, которая работает в Сингапурском национальном университете.

Я говорил, что социальный уровень работы внимания — внимание к вниманию другого человека. Это мощнейший уровень организации деятельности и внимания. Наши эксперименты были связаны с задачами *Diamler* — им понадобились эффективные системы коммуникации.

В свое время я думал, что Советский Союз — это такое государство всеобщих запретов. Но когда я столкнулся с западными корпорациями, я понял, что там царит настоящая шпиономания. Они очень боятся, что кто-то у них что-то украдет. Эти фирмы создают собственные дорогие линии коммуникаций для того, чтобы в течение полных суток работать над новыми проектами. В случае больших транснациональных корпораций у них обычно есть минимум три центра исследований и разработок, допустим в Германии, США и в Малайзии. Идея была в том, чтобы объединить людей, развивающих некий продукт, и пока одни (в Германии) идут спать, промежуточный результат их работы передается в США и т.д. Но анализ показал, что после сеансов телеконфе-

ренций вероятность того, что менеджеры и инженеры вынуждены летать друг к другу на разные континенты, выше, а не ниже. Что-то в принципе не работает, правильно? Одно из объяснений состоит в том, что системы *Windows* не позволяют осуществлять контакт «глаза в глаза». Львиная доля общения в таких системах *talking heads* состоит в метакоммуникации — не по поводу предмета разговора, а примерно так: это ты кому говоришь? это ты мне говоришь? а что ты имеешь в виду?

При контакте «глаза в глаза», активируются лобные доли, медиальная область с правым сдвигом. Но если контакта «глаза в глаза» нет, это дорсальный рептильный мозг, отвечающий на вопрос «где это?» — и ничего более. Значит, активация когнитивных ресурсов по-настоящему связана с контактом «глаза в глаза».

*Татьяна Черниговская.* У аутистов, наверное, будет...

*Борис Величковский.* Да, у аутистов как раз есть очень ранние нарушения в развитии этих процессов.

Вот результаты Фергуса Крейка и коллег, которые указывают как раз на особое развитие правых префронтальных областей. Болезнь Альцгеймера. Если возраст близок к 80 годам, то вероятность этого заболевания почти 50% — это такая «народная болезнь». Но если вы знаете пару языков и свободно ими владеете, то момент возникновения клинических проявлений Альцгеймера сдвигается примерно на пять лет. Нет ни одного нанофарм-вещества, которое было бы столь же эффективно, как просто знание другого иностранного языка. Каждый новый язык еще на полтора-два года сдвигает эту границу... В чем дело? Очень долго искали разные причины. Причину выявили исследования с помощью диффузного тензорного имаджинга.

[Демонстрируется слайд.] Это картина различных связей участков коры между собой, и вы видите, что на самом деле постоянный *code switching* приводит к тому, что у билингвов развиваются связи именно правых префронтальных областей с другими участками мозга. Как видите, правые фронто-полярные участки у билингвов лучше связаны с другими областями, чем левые.

Когда мы учились у Александра Романовича, нам говорили, что есть девятнадцать миллиардов нейронов; сейчас мы знаем, что их больше ста миллиардов и еще больше клеток глии, роль которых огромна. Поэтому мне кажется, что надо двигаться *from global to local*.

В одном из циклов исследований нами были выделены семь глобальных макросетей, связанных с памятью, с когнитивным контролем и т. д. В области зрения четко разделяются две системы нейросетей: одна — центральная, она связана с механизмами фокальной обработки информации, а другая — периферическая, это то, что в размытой периферии поля зрения. Применительно к разным бродмановским полям задних отделов мозга. Интересно, что если вы вводите какие-то когнитивные задачи, допустим, внимание к чему-то или припоминание, или воображение, представляете что-то, то изменение активности мозга концентрируется только на периферических отделах. То, что центрально и постоянно в работе, внешнему когнитивному влиянию не подвержено. По-видимому, это были бы какие-то слишком яркие галлюцинации, тут тоже надо искать специфический контингент испытуемых. Значит, все это концентрируется в периферии. И поэтому, когда мы работаем периферическим (сумеречным) зрением, нам часто что-то кажется: «Мы куст принять готовы за медведя».

Почему я об этом рассказываю? У нас в коре есть области, интенсивно работающие, но не являющиеся когнитивными. Они могут выполнять функцию *baseline* для каких-то очень интересных исследований, а именно: для выявления того, какие зоны мозга обладают характерным специфическим набором генов, которые экспрессируются в этих областях. Именно такую работу мы сейчас выполняем.

*Татьяна Черниговская.* На людях?

*Борис Величковский.* На людях. На препаратах мозга умерших людей, простите...

Возвращаясь к Обществу Макса Планка... В этом Обществе есть Институт вычислительной нейробиологии, который находится в Шанхае и функционирует совместно с Китайской академией наук; директор этого Института, Филипп Хайтович, принят в один из наших проектов. Мы договорились, что он использует возможности Общества и по определенным критериям добудет пробы тканей в некоторых областях мозга (только что умерших) людей. Контрольная зона — это семнадцатое поле — центр поля зрения, всегда в работе, но не выполняет когнитивных задач. Надо сказать, основные интересующие нас области — это префронтальные зоны. В частности, фронто-полярные области слева и справа...

[Демонстрируется слайд.] У нас есть вот эти экспериментальные и две контрольные зоны. В качестве второго контроля мы выбрали некую когнитивную, но не рефлексивную область. Это классическая зона Брока, потому что обработка, которая там ведется, относительно автоматическая, мы не задумываемся о том...

*Татьяна Черниговская.* Болтаем — и не думаем.

*Борис Величковский.* Именно так. Все остальное — когнитивный контроль, множественный выбор всегда связаны с осознанием ситуации. А две фронтально-полярные области, десятое поле слева и справа — это совсем загадочная вещь...

Как развивалась когнитивная психология? Книга восемьдесят второго года — это в основном исследования памяти. Но память даже не коррелирует с интеллектом. А вот, смотрите, эти фронтально-полярные области — функционально это не память и не интеллект. Знаете, что это такое? Это *multitasking*. Я надеюсь, что до конца месяца мы будем знать релевантный список генов.

*Татьяна Черниговская.* А как гены? Где вы их собираетесь взять?

*Борис Величковский.* Вот из этих проб мозга от Общества Макса Планка: семь неживых человек, семь областей...

*Татьяна Черниговская.* Будут собирать именно гены?

*Борис Величковский.* Полный геномный анализ, вообще-то, уже выполнен, сейчас проводится анализ регуляторной микроРНК.

Это означает, что мы забрались туда, куда я никогда не надеялся заглянуть! Я думаю, что Александр Романович был бы доволен. Это абсолютно новая область исследований, возникающая благодаря широкому междисциплинарному сотрудничеству специалистов из разных областей...

Еще буквально две минуты. Александр Романович говорил об экстрацеребральных механизмах психики... Вспоминаются гештальтпсихологи... Гибсон говорил: «Не спрашивай, что внутри твоей головы — спрашивай, внутри чего твоя голова». Громоздкие дорогие исследования, конечно, необходимы, но они не ведут нас к фундаментальным прорывам, которые создают редкие красивые эксперименты. Книга Келера «Гештальтпсихология» начинается словами о том, что всякая наука в качестве отправной точки имеет мир, воспринимаемый нами наивно и некритически. Эту способность мы должны сохранить, потому что исследования технического типа, о которых я рассказывал в последней части, связаны

с высоким уровнем математических абстракций, и это будет неизменно нарастать, — а очень важно просто уметь смотреть на окружающий мир, понимаете?

Хочу привести последний пример. Мы говорили про Мону Лизу и смешение эмоций. Известно, почему это происходит. Исследования показали, что Леонардо пятьсот лет назад разные эмоции изобразил с помощью различных зон спектра пространственных частот. Улыбка — если смотреть размытым взглядом, то это улыбка, а если вы всматриваетесь, то видите детали: губы сжаты, это *disgust*, отторжение и даже страх. Применительно к этой картине, еще на третьем курсе я прочитал у Гомбриха, что в ней все загадка, не только знаменитая улыбка. Такого неравновесного пейзажа, где вода находится где-то сверху, в природе не бывает, пишет Гомбрих. Неслучайно существует большое число вполне безумных предположений о том, что эта картина, ее центральный персонаж и ее фон значат.

Однажды я участвовал в конференции по восприятию в Италии, в Арrezzo — это километров семьдесят к югу от Флоренции. Чтобы сэкономить, мы с немецкими сотрудниками вместо гостиницы сняли какую-то полуразрушенную виллу с большим садом над рекой в пятнадцати километрах от города.

[Демонстрируются слайды.] Вот Арно — река, которая протекает потом и через Флоренцию; видите — старинный каменный мост, что-то там дальше, озеро, это уже предгорья Апеннин. Мост очень старый, ему свыше тысячи лет, это *Via Cassia SS* — одна из государственных дорог еще Римской империи. [Слайд.] Однажды мне не спалось, я увидел этот ландшафт под утро, и мне он внезапно показался знакомым. Я разбудил сотрудников: «Скорее найдите “Мону Лизу”! У ее правого плеча должен быть мост!» А вот и мост на картине Леонардо — только чуть иначе ориентирован. По этой ориентации можно вычислить, что нужно сместиться примерно метров на триста вверх и влево — тогда это будет в точности фотографический вид с вьющейся дорогой, озером, из которого вытекает река, и мостом, которому во времена Леонардо и Моны Лизы уже было пятьсот лет... Правда, пройти туда невозможно — все поросло горной ежевикой и сосняком. Пришлось бы организовать экспедицию. Нужны будут бензопилы, только не знаю, как на это посмотрят владельцы участка. Но это фантастическая вещь! Из-за этого можно жить дальше, да? Разгадать такие

загадки, которые носят, не знаю... какой-то вселенский, наверное, характер.

### **Публикации, рекомендованные автором по рассматриваемой теме**

*Величковский Б. М.* Когнитивная наука. Основы психологии познания. В 2 т. М.: Смысл; Академия, 2006.

*Величковский Б. М., Строганова Т. А., Ушаков В. Л., Хайтович Ф. Е., Шишкин С. Л.* Новые перспективы в исследованиях произвольного действия // Вопросы психологии. 2014. Т. 59. № 6. С. 116–125.

*Dolina I. A., Nedoluzhko A. V., Efimova O. I., Kildyushov E. M., Sokolov A. S., Ushakov V. L., Khaitovich P. E., Sharko F. S. and Velichkovsky B. M.* Exploring terra incognita of Cognitive Science: Later-alization of Gene Expression at the Frontal Pole of the Human Brain // Psychology in Russia: State of the Art. 2017. Vol. 10. No. 3. P. 231–247. <https://doi.org/10.11621/pir.2017.0316>

*Fedorova A. A., Shishkin S. L., Nuzhdin Y. O. and Velichkovsky B. M.* Gaze Based Robot Control: The Communicative Approach // 7<sup>th</sup> International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER). 2015. P. 751–754. <https://doi.org/10.1109/NER.2015.7146732>

*Schrammel F., Pannasch S., Graupner S.-T., Mojzisch A. and Velichkovsky B. M.* Virtual Friend or Threat? The Effects of Facial Expression and Gaze Interaction on Physiological Responses and Emotional Experience // Psychophysiology. 2009. Vol. 46. No. 5. P. 922–931

*Velichkovsky B. M.* Communicating Attention: Gaze Position Transfer in Cooperative Problem Solving // Pragmatics and Cognition. 1995. Vol. 3. No. 2. P. 199–222.

*Velichkovsky B. M.* Heterarchy of Cognition: The Depths and the Highs of a Framework for Memory Research // Memory. 2002. Vol. 10. No. 5/6. P. 405–419.

*Velichkovsky B. M., Korosteleva A. N., Pannasch S., Helmert J. R., Orlov V. A., Sharaev M. G., Velichkovsky B. B. and Ushakov V. L.* Two Visual Systems and Their Eye Movements: A Fixation-based Event-related Experiment with Ultrafast fMRI Reconciles Competing Views // STM. 2019. Vol. 11. No. 4. P. 7–18. <https://doi.org/10.17691/stm2019.11.4.01>

*Velichkovsky B. M., Krotkova O. A., Kotov A. A., Orlov V. A., Verkhlyutov V. M., Ushakov V. L. and Sharaev M. G.* Consciousness in a Multilev-

el Architecture: Evidence from the Right Side of the Brain // Consciousness and Cognition. 2018. Vol. 64. P. 227–239. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.06.004>

Velichkovsky B. M., Nedoluzhko A. V., Goldberg E., Efimova O. I., Sharko F. S., Rastorguev S. M., Krasivskaya A. A., Sharaev M. G., Korostel'eva A. N. and Ushakov V. L. New Insights into the Human Brain's Cognitive Organization: Views from the Top, from the Bottom, from the Left and, Particularly, from the Right // *Procedia Computer Science*. 2020. Vol. 169. P. 547–557. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.211>

Verkhlyutov V. M., Ushakov V. L., Sokolov P. A. and Velichkovsky B. M. Large-scale network analysis of imagination reveals extended but limited top-down components in human visual cognition // *Psychology in Russia: State of the Art*. 2014. Vol. 7. No. 4. P. 4–19. <https://doi.org/10.11621/pir.2014.0401>

Vogel U., Kreye D., Richter B., Bunk G., Reckziegel S., Herold R., Scholles M., Törker M., Grillberger C., Amelung J., Graupner S-T., Panasch S., Heubner M. and Velichkovsky B. M. Bi-directional OLED microdisplay for interactive see-through HMDs // *Journal of the Society for Information Display*. 2009. Vol. 17. No. 3. P. 175–184.

## Дискуссия

Татьяна Черниговская. Красота — как всегда. У меня, конечно, сто вопросов, но я не буду их все задавать... Интересно, что вот похоже, айтрекинг — это путь влезания в трансцендентальную область, квалиа, конечно, в известных границах. Недавно мы с Анохиным спорили в Никитском клубе в Москве. Я выступала с темой под названием «*What is it to be a stone?*» («Каково быть камнем?»), обыгрывая, понятно... А Константин как бы оппонировал. И он начал показывать разные молотки на стенке (к радости окружающих, которые считали, что это розыгрыш) со словами: «Ты говоришь, что проникнуть “туда” нельзя, а я говорю, что можно: вот мы показываем человеку молоток, а вот *brain image* — картина, где молоток». Я ответила ему в том духе, что *brain image* является просто результатом математической обработки, это другое... И в общем поспорили. Но вот сейчас мне кажется, это мощная штука, если нейровизуализация и айтрекинг...

Борис Величковский. Почему-то это никогда не делается вместе...

*Татьяна Черниговская.* Может быть, технически трудно...

*Борис Величковский.* Это некая узость (извините!) нейрофизиологов, *human-factors*-специалистов и, конечно, технические ограничения. Но в принципе я в первый раз это предлагал где-то в начале 2000-х годов Немецкому министерству образования и исследований. Проект был зарезан, не знаю кем.

*Татьяна Черниговская.* Да, мы сейчас тоже приобрели айтрекер, так что... Потом очень интересно то, что, скажем, Самс исследует в Финляндии, когда во время социальной коммуникации параллельно делают фМРТ двух коммуницирующих людей — это здорово.

В общем, замечательный, конечно, доклад, просто потрясающий. Коллеги, давайте...

*Участник 1.* Борис Митрофанович, будьте добры, насколько возможно прокомментируйте утверждение о том, что открытие зеркального нейрона опровергает теорию Лурии.

*Борис Величковский.* Теорию Лурии? Почему опровергает?

*Участник 1.* Есть такое мнение. Жесткое разделение на сенсорную и моторную кору...

*Татьяна Черниговская.* Мне кажется, там никакого противоречия нет.

*Борис Величковский.* С одной стороны, в каком-то смысле вроде бы корректирует немного, да. С другой стороны, и подтверждает, потому что Лурия всегда разделял мнение о том, что *CNS* надо переводить как *Conceptual Neural System*... Я не стал бы по этому незначительному поводу говорить об «опровержении». Лурия писал учебники в сороковые годы, понимаете?

*Татьяна Черниговская.* Другая парадигма была.

*Борис Величковский.* Другая парадигма, и он не занимался отдельными нейронами. Он бы с восторгом принял эти результаты.

*Участник 2.* На слайде вы показывали перечень глобальных паттернов, глобальных нейросетей. Не могли бы вы вернуться и перечислить их?

*Борис Величковский.* Да, пожалуйста... Эта работа опубликована, я могу вам дать ссылку. Вот смотрите. Вот дефолтная, центральная зрительная система, периферийная система, центральная темпоральная *network*, височная, фронто-париетальная слева и справа и эти самые *prefrontal network*. Это работы, которые анализируют корреляцию ЭЭГ-активности в этих областях мозга, то

есть попытка связать локализацию с особенностями временной ритмики.

*Участник 2.* Вы упомянули постоянно активный массив нейросетей в большом мозге, можно ли их связать с работой того, что называется динамическим ядром в теории познания? То есть это совокупность метакогнитивных функций, а когнитивные как раз на периферии.

*Борис Величковский.* Метакогнитивные, скорее всего, связаны с когнитивным контролем, да? Вы это имеете в виду?

*Участник 2.* Вот вы упоминали внимание...

*Борис Величковский.* Ну, наверное, так можно сказать.

*Участник 2.* Общий *supervising*.

*Борис Величковский.* Да-да-да. Конечно, если мы говорим о когнитивном контроле или метакогнитивном контроле, это прежде всего передние, лобные структуры коры, но и энторинальная кора, гиппокамп... По сути дела, это структуры древней коры... Я считаю, что здесь есть огромное, конечно, количество всяких вопросов. Но вот позвольте рассказать такую историю. Тульвинга пригласили прочитать лекцию в Иллинойский университет в Чикаго. Прочитал... Ищет свой авиабилет — не может найти. Вынужден был купить билет в одну сторону, прилетает в Торонто, звонит жене, говорит: «Мери, я в аэропорту, ты можешь меня отсюда забрать?» — она отвечает: «Дорогой, ты же в Чикаго уехал на машине...» Он так часто выступал с докладами про эпизодическую память, что эпизодическая память превратилась в семантическую. С памятью вообще очень сложно, там гиппокамп...

*Татьяна Черниговская.* Я как-то забыла, как идти в институт Анохина. Шла к Константину Владимировичу на семинар — и вообще потерялась, хотя бывала там не один раз. Я ему позвонила, он говорит: «Поверни туда-сюда», — я опять потерялась, так раза три. Наконец, он говорит: «У тебя нет гиппокампа! Сейчас попросу сотрудников тебя найти». Коллеги, есть ли вопросы еще? Вот, пожалуйста, кстати, философ.

*Участник 3.* У меня вопрос: что такое красивый эксперимент? Мне непонятно, когда оперируют словом «красивый». В философии, когда надо объяснить какой-то феномен и есть несколько объяснений, то нам советуют выбирать то, которое проще. Подразумеваете ли вы в эксперименте что-то большее, чем принцип

«все должно быть проще — смотри что-то простое»? Это первый вопрос. И второй вопрос: когда вы говорили о чудовищном развитии современных технологий, о том, что мы все становимся их жертвами, верите ли вы, что действительно экспертное мнение, мнение субъективное в какой-то момент перестанет быть решающим?

*Борис Величковский.* Два очень сложных вопроса. По поводу первого... Вы знаете, физики... Ричард Фейнман, его знаменитое высказывание: «*you can recognize truth by its beauty*» — «вы можете узнать истину по ее красоте». Что такое красота? Я думаю, это не простота — это связано с удивлением. Когда все думают что-нибудь одно, а получается почему-то другое. Если позволите, я скажу о своем самом красивом эксперименте. Он был случайным; это была моя ошибка как экспериментатора и, слава богу, я в примечании к опубликованной тогда статье упомянул этот результат, а сейчас он выходит на первый план.

У нас был двенадцатилетний проект в Германии. Там для решения определенной проблемы иногда создается как бы *ad hoc* институт. Проблема была такая: ситуативное взаимодействие человека и робота при решении конструктивной задачи. Задача состояла в том, чтобы человек вербальными командами заставил робота собрать некий предмет. Предмет — это деревянная (игрушечная) модель двухпалубного самолета (я его называю самым дорогим самолетом в истории, потому что такое количество миллионов сначала марок, потом евро на него было потрачено, пока эта задача оказалась разрешимой). Человеческая речь многозначна, мы говорим: «Вот ту штуковину нужно приделать туда», — людям понятно, а ни один робот понять этого не может, поэтому и было создано видеобазирование айтрекера.

На ранних этапах проекта у нас не было подходящего робота и его имитировал человек. Эксперт и новичок должны были решать задачу собирания некоего пазла; эксперт делал это сотни раз, а новичок впервые. Они сидели в разных помещениях, рабочее поле одинаковое. Если эксперт просто говорил, то это был долгий мучительный процесс, но если в процессе указания новичок видел, куда при этом смотрит эксперт, то задача решалась в три-четыре раза быстрее и точнее. Но иногда... (Это основной эксперимент и основная публикация, девяносто пятого года, первая вообще в этой области.)

Но иногда случалось что-то непонятное — ничего не получалось. Оказалось, забывали отключать информацию о положении глаза для самого эксперта — и эксперт видел положение своего глаза в рабочем поле. Я решил попробовать на себе, не выключая для себя обратную связь. Обычно мы считаем, что, если есть обратная связь, деятельность всегда улучшается. Что происходит? Я должен помочь человеку, объясняя ему, что нужно сделать, на словах и показывая глазами. Мои глаза, я вижу их как цветное пятно. Потом думаю: вот сейчас я ему покажу... Черт возьми, а где же мои глаза? Их нет! Я начинаю искать свои глаза, потом случайно смотрю туда, куда я их еще «не послал», — а они уже там и все сами показывают. Это такое неприятное чувство, потеря базовой агентивности (вам, как философу, должно быть понятно): кто-то за тебя знает лучше и делает это гораздо быстрее. Понимаете? Возникает обезоруживающая депрессия, и деятельность разрушается. Слава богу, я упомянул этот эффект в приложении к статье. Понимаете, не «просто», а неожиданно. Оккамовской простотой этого не объяснишь — это неожиданность, наводящая нас на совершенно новые размышления.

*Татьяна Черниговская.* Робот может удивиться? Не в ситуации случайности, как бы нарушающей алгоритм, а вот в нашем смысле — удивиться? Вы же сейчас работаете с эмоциями?

*Борис Величковский.* С роботами все еще на элементарном уровне. Они еще с трудом встают со стула... Теперь по отношению ко второму вопросу.

*Участник 3.* Тема вопроса была такая: все наши когнитивные исследования ведут в конечном итоге к тому, что человеческое существо настолько несовершенно, что лучше его заменить техническим...

*Борис Величковский.* Вот вы знаете, у меня нет такого впечатления. Я думаю, что мы в исследованиях искусственного находимся еще на нулевом этапе. Какое-то время назад наш немецкий коллега Дитрих Дернер (яркий, замечательный человек) из Марбурга задался вопросом: мы столько всего знаем — в когнитивной науке и в психологии мотивации, — а мы можем описать искусственное существо со всеми этими когнитивными и прочими процессами, что из этого получится? Получается коперниканское чудовище, пародия. А технические средства — оправдание того, что мы не можем систематически заниматься этим делом, поэтому индук-

тивно накапливаем случайные знания, закладывая их в технику, и она нам иногда немного помогает. Скажем, программа идентификации эмоций Нику Сэбэ — это же не какой-то блестящий математический изыск, а результат скучных исследований; он взял 900 картинок *international affective pictures system*, которые вызывают статистически более или менее определенные эмоции, показал это тысячам людей, определил, какие при разных эмоциях возникают изменения мимики лица, и потом создал соответствующие *templates*, которые выделяют паттерны изменений в лице говорящего в данный момент человека. Все это аккумуляция суммарного опыта, и, конечно, эксперт, думаю, всегда имеет шанс показать здесь лучший результат.

*Участник 4.* Вы начали с очень важной темы, с XVIII конгресса и Пиаже. Зачем ему нужно было мыслить о классификации наук, о том, какая психология? Сейчас вы рассказывали про новейшие достижения и получается так, что когнитивные исследования свелись к тому, чтобы найти какой-то ген, какой-то нейрон... какой-то не совсем мир. У меня вопрос: почему нет связи с философией? Нужен ли в этой последовательности глобальный взгляд философа на когнитивную проблематику?

*Борис Величковский.* Это сложный вопрос. Когда я начинал работать как профессионал, мои первые работы были посвящены определенным иллюзиям движения, автокинезу и индуцированному движению. Это было невероятно узко. Сейчас я понимаю, что без философии совершенно нельзя.

*Татьяна Черниговская.* Я полностью согласна.

*Борис Величковский.* Понимаете, самые фундаментальные проблемы поставлены классической философией. Я много работал с современными философами, но выделил бы все-таки именно классическую философию: Кант, Фихте, Лейбниц. Что такое сегодня наши нейрокогнитивные представления? Это же «Монадология» Лейбница!

*Участник 2.* Те, кто занимается нейрокогнитивными архитектурами, могут сказать, что в действительности задача находится за пределами наших возможностей. Это для нас непостижимо, как дифференциальные вычисления для собаки? Ваши впечатления?

*Борис Величковский.* Мои впечатления? У меня есть ощущение прогресса.

*Татьяна Черниговская.* Парадигмальный прогресс есть у нас? По-моему, и его нет, потому что мы «качаем» эти нейроны, еще десять миллиардов — и что?..

*Борис Величковский.* Для меня все-таки, простите, важен технологический прогресс, и я думаю, что он есть. Системы распознавания образов впервые в истории начинают работать. Я вижу также, насколько лучше работает, например, наш интерфейс «глаз — мозг — компьютер», чем системы другого рода, поскольку мы минимально используем естественный принцип организации работы мозга млекопитающих, разделяя локализацию и идентификацию. Я вижу гигантский прогресс и одновременно понимаю, что нам еще десятилетия и столетия работать в этой области.

## СИМПОЗИУМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ ЯЗЫКА И РЕЧИ

Третий международный зимний симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи объединил исследователей, работающих в разных научных областях, связанных с экспериментальным изучением языка, речи, их психических и биологических механизмов, развития, патологии и т.д.<sup>41</sup> В рамках симпозиума российские и зарубежные исследователи выступили с докладами, в которых были затронуты следующие разделы лингвистики: психолингвистика, нейролингвистика, компьютерное моделирование языковых процессов, экспериментальная фонетика, психофизиология и патофизиология речевой функции и др.

С пленарными докладами выступили авторитетные ученые, занимающие ведущие позиции в различных областях лингвистики, среди них: Харольд Класен (Harald Clahsen), Саймон Гэррод (Simon Garrod), Ханне Грам Симонсен (Hanne Gram Simoncen), Кира Гор (Kira Gor).

*Харольд Класен* (Университет Потсдама, Германия). Круг интересов Харольда Класена очень широк: в него входят такие темы, как билингвизм, изучение различных языковых расстройств у детей и взрослых, психолингвистические и нейролингвистические исследования обработки речи в реальном времени. В своем докладе «*Controlling Competition in Speaking: Brain Potentials to Morpholog-*

---

<sup>41</sup> См. записи выступлений и дискуссий на английском языке: Третий международный зимний симпозиум по экспериментальным исследованиям языка и речи (Санкт-Петербург, ул. Галерная, 58–60, ауд. 148, 152) // Факультет свободных искусств и наук СПбГУ. 18.12–19.12.2015. URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/mezhdunarodnyu-zimniy-simpozium-po-eksperimentalnym-issledovaniyam-yazyka-i-rechi> (дата обращения: 08.07.2021).

*ical Encoding during Language Production*» он рассказал об исследованиях регулярной и нерегулярной морфологии с использованием метода вызванных потенциалов, проведенных в возглавляемой им лаборатории в последнее время.

Саймон Гэррод (Университет Глазго, Великобритания). Выдающиеся работы Саймона Гэррода посвящены исследованию чтения, диалога, а также эволюции языка и коммуникативных систем в целом. Его доклад «*Dialogue Mechanisms for Mutual Understanding*» был посвящен тем механизмам, при помощи которых собеседники достигают взаимопонимания в диалоге. Часть этих механизмов полагается на обработку уже полученной от собеседника информации, часть — на предсказание его дальнейших высказываний. В докладе были представлены и работы, выполненные под руководством Саймона Гэррода, и обзор многих других работ.

Ханне Грам Симонсен (Университет Осло, Норвегия) известна своими исследованиями в области детской речи: усвоения детьми первого и второго языков, специфического расстройства речи и т. д. Выступила с докладом «*Assessing Lexical Development in Bilingual Children*». Диагностика многих речевых расстройств у детей опирается на определение их словарного запаса, при этом известно, что билингвы в этом отношении имеют тенденцию несколько отставать от монолингвов, особенно если речь идет об их втором языке. Как отделить возможные признаки языкового расстройства от временного отставания, связанного с двуязычием? В современном мире, где билингвизм становится исключительно распространенным явлением, это крайне актуальный вопрос. Группа ученых под руководством Ханне Грам Симонсен разработала различные методики для его решения, часть которых обсуждалась в докладе.

Кира Гор (Мэрилендский университет, США) занимается вопросами изучения иностранных языков, экспериментальными исследованиями морфологии. В своем докладе «*Half Empty or Half Full? Nonnative Lexical Access*» она затронула одну из наиболее фундаментальных проблем в области усвоения иностранных языков: используют ли неносители те же механизмы, что и носители, или существуют принципиальные отличия? Эта проблема была рассмотрена на материале доступа к морфологически сложным словам при восприятии речи и их хранения в ментальном лексиконе. Были привлечены данные поведенческих и нейролингвистических

экспериментов, проведенных Кирой Гор с коллегами и другими авторами.

Кроме четырех пленарных докладов, конференция включала двадцать четыре устных выступления и тридцать стендовых докладов. Докладчики представляли целый ряд университетов из разных стран: США, Великобритании, Германии, Испании, Италии, Дании, Норвегии, Турции, Бразилии и др. Российские докладчики представляли несколько университетов и институтов РАН в Санкт-Петербурге, Москве, Магнитогорске и Томске. Мероприятие способствовало обмену знаниями и опытом между участниками из разных университетов и стран, а также представителями разных специальностей, в сферу научных интересов которых входит исследование языка, завязыванию новых научных контактов для совместной исследовательской деятельности, а также диссеминации научно-технических достижений СПбГУ и других российских университетов и институтов среди широкой международной аудитории, повышению престижа научной и образовательной деятельности СПбГУ.



*Kira Gor*

Мэрилендский университет, США

**Наполовину пустой  
или наполовину полный?  
Двязычный лексический  
доступ<sup>42</sup>**

*Kira Gor*

**Half Empty or Half Full?  
Nonnative Lexical Access**

My talk is about different aspects of native and nonnative lexical access. Are they the same or different? There are various ways of looking at these differences. For example, one may be interested in one of the following questions: Do native and nonnative speakers rely on the same or different mechanisms in lexical access? Or, are native and nonnative mental lexicons organized in the same or a different way?

By browsing the existing literature, it is easy to see that there are people who are saying that yes, they are the same and there are people who are saying that no, they are different. My claim is the properties of native and nonnative lexical access are the same in some aspects, and different in other aspects. In this talk, I will argue that these labels are quite vacuous, and we should move beyond them to look at the actual mechanisms underlying lexical processing.

So, is the glass half empty or half full? Of course, some people are saying that the glass is half full, and others are saying that the glass is half empty. In contrast, we will avoid to assign any labels, but rather look at the actual features of nonnative processing. In this talk, I will hopefully cover three areas: phonology, inflectional morphology, and morpho-syntax in phrases, in particular, gender, and number agreement in noun phrases. I will mostly talk about the research that has been published or is forthcoming, but also under revision, or at different stages of prepara-

---

<sup>42</sup> См. запись выступления на английском языке: URL: <https://artesliberales.spbu.ru/ru/kognitivistika?big=/ru/calendar/tag/38&small=/ru/calendar/mezhdunarodnyy-zimniy-simpozium-po-eksperimentalnym-issledovaniyam-yazyka-i-rechi> (дата обращения: 08.07.2021). См. также слайды, использованные в выступлении и любезно предоставленные автором для настоящего издания.

tion. Some of the research stems out of the funded projects that I directed and there will be a great deal of work done by my former PhD students, with one of them, Anna Chrabaszcz, present here. While we will look at a set of experiments involving phonology, we will not be overly interested in difficult phonological contrasts *per se*. Conversely, we will be more interested in problems with phonolexical encoding of words — this is where phonemes actually start to work as building blocks of the lexicon. (In our research, we refer to the phonological encoding of lexical representations as phonolexical encoding.) In inflectional morphology, we will be looking at nonnative morphological decomposition, and we will also discuss the visual priming effects in gender and number agreement. All the datasets will involve Russian as a second language. I will focus on the properties of nonnative lexical processing, especially those that I think are worth unpacking — fuzzy phonolexical representations in nonnative phonology and the nonnative pattern in morphological decomposition that I characterize as decomposition without checking. Also, I will speak about gender and number agreement in noun phrases. For agreement, I will share with you the results of the study by my former PhD student Natalia Romanova that has demonstrated a unique nonnative processing pattern in morpho-syntactic priming: nonnative speakers show natively-like facilitation, but unlike native speakers, they do not show any inhibition.

I will operate with several constructs in this talk, and one of them is word familiarity. In the field of second language acquisition, people refer to different aspects of word knowledge when they talk about familiarity. So familiarity, what is it? Some researchers characterize word familiarity as the level of entrenchment of the word in the mental lexicon, and that is pretty much based on the lexical quality hypothesis by Charles Perfetti (Perfetti, 2007). I'm not going to give you an exact definition; rather, I will provide you with a set of characteristics of low-familiar words that were relevant for us when we designed and carried out our studies. If we create 'a laundry list' of the properties of low-familiar words, and this is about the native language (L1) and presumably, the nonnative language (L2) as well, they have weak lexical representations, they are characterized by weak memory traces, they require more context to be recognized, and a longer onset portion before a listener says "oh I know what it is," i.e., guesses what it is, they are characterized by weak lexical competition, and weakly represented words are less able to inhibit lexical competitors.

Another construct is fuzziness in lexical representations. What does fuzziness refer to? This is the core construct that we have been explor-

ing in our research<sup>43</sup>. Fuzziness in lexical representations refers to poor encoding of the word forms, phonological or orthographic depending on the modality, and/or meanings that leads to weak or incorrect form-meaning mappings. I'll throw a couple of examples at you in English just to show you that lexical confusions in nonnative speakers do not always involve difficult contrasts — they may involve similarly sounding words. Of course, you can calculate the Levenshtein distance between the confusable words, and this is exactly what Lana Cook did in her dissertation. If we take the words *space* and *spades*, and if you are an intermediate-level English speaker, you remember having heard these words, but you may not be exactly sure which one means what. Or, *squirrel* and *quarrel* may sound similar, and the nonnative speaker knows that these are different words, but hesitates to tell, which one is which. Is the degree of lexical familiarity a unique property of words relevant for second language acquisition? No, it's not of course; but having said that, there have been some recent studies, pretty rigorous, that involve manipulating the level of familiarity of words in adult native speakers. For example, a recent eye-tracking study shows a graded role of phonological form and phonological deviations in word recognition as a function of word familiarity. Now, if our technology doesn't let us down, I'm going to entertain you a little bit. I will show you some clips about people who are under lots of pressure, monetary pressure, because big sums of money are at stake and they need to retrieve names, idioms, lexical items, and some are better at it than others. Sometimes this requires world knowledge and sometimes this requires the knowledge of lexical items. Note that these are native speakers and their task is to retrieve a correct word form (sometimes, a proper name) to match a provided definition.

\* \* \*

“— One more question, one more question, no lifelines, it's all up to you and here it is for \$2,180,000, let's play. Who is credited with inventing the first mass-produced helicopter: A) Igor Sikorsky, B) Elmer Sperry, C) Ferdinand von Zeppelin, or D) Gottlieb Daimler? — I know this, it was the Sikorsky helicopter, so I'm going to make Sikorsky my final answer.”

*(Who Wants to be a Millionaire)*

---

<sup>43</sup> See: Fuzzy Lexical Representations in the Nonnative Mental Lexicon // Frontiers. Available at: <https://www.frontiersin.org/research-topics/15827/fuzzy-lexical-representations-in-the-nonnative-mental-lexicon> (accessed: 08.07.2021).

That was the correct answer, it was Igor Sikorsky the inventor of the first helicopter. This is *Who Wants to be a Millionaire*, and this is the British version. The woman is asked which language gave us the word *robot*, and she's struggling with it for a good five minutes, and she ends up giving the correct answer and then another gentleman is asked what type of creature is a *samoyed*. And the options are A) dolphin, B) deer, C) dog, and D) duck. Well, actually I think he failed. Now *damask* is a variety of which flower: A) Lily, B) hyacinth, C) rose, or D) primrose. Do we have an answer? We are almost millionaires.

“— Here is a fuller look at the road to £1,000,000. So, Judith, Question No. 1 for £100, hopefully it's pretty straightforward. Complete the saying: 'As sick as a \_\_\_\_\_. A) partridge, B) puffin, C) parrot, D) penguin. 'Parrot.' You've got £100. Have a look at Question No. 2, it's worth 200 pounds. Which legal document states a person's wishes regarding the disposal of their property after death? A) wood, B) shall, C) should, D) will. — I think it might be *will*. — Well, it's the right answer.”

(*Who Wants to be a Millionaire*)

These are multiple-choice tests with several distractors. The distractors serve as competitors, and they are associated in form and/or meaning with the target answer. Note that *partridge*, *puffin*, and *penguin*, and *parrot* (the target) all refer to birds, and while they don't rhyme, they have similar onsets with the target. One needs to overcome this competition in form and meaning and have a very robust representation of the target in order to arrive at the correct answer.

We are going to look at three sets of data on second language processing, which help to characterize the properties of the nonnative mental lexicon (and of course, the experiments include native speaker controls). It is obviously smaller than a native lexicon across the board, while there are always exceptions. Lexical frequencies have a stronger effect on nonnative word recognition than on native word recognition, and lexical entries in L2 are less entrenched. We are now going to discuss a set of results that we obtained for nonnative phonology, looking at low lexical entrenchment and weak form-meaning mappings. And just to bring you into the agenda, nonnative speakers often operate with fuzzy phonological representations of phonological segments, for example, native speakers of Korean and Japanese are struggling with contrasting the English phonemes /l/ and /r/. These are phonemic dif-

ferences, but then those phonemes are normally embedded in speech in real words, and nonnative speakers also have problems differentiating *lock* and *rock*. In this case, they have perceptual problems that lead to poorly encoded low-resolution representations — a fairly straightforward scenario. Moreover, Anna Chrabaszc, in her dissertation and now published study, looked at a greater dependence on sentence context for phonological disambiguation in nonnative speakers. The examples are in English:

I climbed a rock for the first time in my life.

I climbed a lock in the first time in my life.

Even if you hear “I climbed a lock,” you may end up hearing “a rock” because it fits better in the sentence context.

But problems with lexical encoding can go one step further, where it becomes more interesting. What we’re actually going to look at is none of the above, it is exactly those *squirrel* and *quarrel* words that are similar in form and somehow, depending on the level of familiarity, act out in lexical access leading to lexical confusions. We’re going to look at the results of phonological priming with an auditory prime and an auditory target, and the predictions for native speakers are that with a three-phoneme initial overlap, one can expect inhibition. Note that in visual priming, orthographic form facilitation was also observed in several studies for nonnative speakers, for example, in a recent study by Heyer & Clahsen (2015). We did not have any predictions for nonnative speakers in the auditory modality when we designed this study, but based on what was observed with the orthographic form, then a facilitation in nonnative speakers is to be expected.

In this phonological priming study, we tested two groups of L2 speakers — advanced speakers and superior, very advanced speakers — and there is a big gap in L2 proficiency between them. Of course, we had some Russian native controls. The test was a regular auditory lexical decision task with priming. The task was to decide whether the second word in a pair was a real word or a nonword, and participants had to press the appropriate button. The test was computer delivered, the inter-stimulus interval was 320 milliseconds, and we recorded reaction times as well as accuracy. The whole dataset had phonologically related pairs, semantically related pairs, and morphologically related pairs. Right now, we’re going to discuss the phonological subset. We

used an initial three-phoneme overlap and we had a matched condition, something like *vrag* — *vrach* ('enemy — doctor'), as the critical condition. These two words, the prime and the target, are very similar given that the amount of overlap is huge. There is just one last phoneme that does not overlap. The meanings are completely different, if you have had a good experience with doctors.

Then we also had trials with unmatched prime-target pairs and trials with non-word targets for making it work as a priming experiment. We had two conditions in our materials — high frequency words and low frequency words — and if you're interested, I can give you the specifics, but just believe me that by trial and error we found the right frequency ranges that would be relevant for our nonnative speakers. [IMAGE] This is a very tricky set of decisions, by the way, because you go a little bit lower in frequency, and the participants don't know the words. You go too high, and you may lose the priming effect, at least with native controls. If we look at what is going on in the high-frequency condition, the lower proficiency group doesn't show any priming at all. Native speakers are on the far right and the low-proficiency advanced group is on the left, with high-proficiency superior group in the middle. Native speakers show inhibition. Higher proficiency L2 learners also show inhibition. Thus, both native speakers and highly proficient nonnative speakers show the same effect. Now, let us look at the low frequency condition. Native speakers also show inhibition, it visually looks like smaller inhibition — well, actually it's not smaller, it's just the scale is different for the two automatically generated graphs. Low-proficiency speakers do not show a statistically significant effect, but they are trending towards facilitation, and then you observe full-blown facilitation in the higher-proficiency group. Note that strong facilitation not in the lower proficiency group, but in the higher proficiency group. In terms of, and if you look at the interaction, native speakers, you know the difference between the unmatched and matched prime reaction time does not really depend on word lexical frequency and for nonnative speakers you see an interaction. What is going on? So to summarize, in the high-frequency condition we observe inhibition in L1 and highly proficient L2 speakers, while in the low-frequency condition, we observe inhibition in L1 as expected, but facilitation in L2.

Let us unpack the results a little bit and to address the mechanisms that underlie inhibition and facilitation in form priming. What is the underlying mechanism, according to some people? I just wanted to re-

mind you about one of the experiments by Slowiaczek & Hamburger (1992) that is relevant for us. In their priming study, they had five conditions with a varying amount of initial overlap. They had an identical condition (*still — still*), a three-phoneme overlap (*still — stiff*), a two-phoneme overlap (*still — steep*), and a one-phoneme overlap (*still — smoke*), as well as an unrelated condition. If you do not want to take any guesses at the end of our long conference day, I will tell you what they found out. If you want to take guesses, please be my guest. With a one-phoneme overlap, they observed facilitation, with a three-phoneme overlap they observed inhibition, and with a two-phoneme overlap they observed no priming effect. Could insert image here The basic interpretation offered by the authors is that the recorded facilitation occurs at the sublexical level before the start of lexical competition. When the cohort of words sharing the onset with the prime is pre-activated, which is believed to be a ballistic process, this gives target recognition an initial boost. However, when word recognition proceeds to the lexical stage, i.e., when the lexical competitors are activated and the target needs to be selected, one needs to consider and reject all the onset-matched competitors in order to select the target. This is when inhibition happens — during lexical competition and selection. So why then phonological facilitation in L2? Apparently, second language learners are not strongly engaged in lexical competition that leads to inhibition. That just stands to reason.

The next question is: what is wrong with lexical competition in L2? There exist several possibilities, and we will briefly discuss them, since we have actually pursued them, but we will mostly focus on the one that we prefer. One possibility is based on the slow processing account in L2 — nonnative speakers are generally slower when processing L2. Because they are slow, they do not access the prime in time, before they hear the target. Therefore, the prime does not compete with the target at the lexical level.

Therefore, there is only sublexical facilitation observed, with no inhibition. Then, there is another possibility — maybe, L2 speakers just didn't know the words in the priming trials. Remember, and this is actually important, that when we analyze reaction times, we are looking only at correct trials — the trials where the participant correctly pressed the button “yes, it is the word”. However, with a binary choice there is a 50 % chance that participants were guessing, and a way to get a good estimate of how much random response is built into the outcomes is to look at

the overall accuracy. If the overall accuracy is 60%, then one can think about those correct trials as mostly guessing, and such a dataset is not good enough for analyzing reaction times.

Our bet was on the next option: that second language learners are experiencing problems with encoding phonological representations, and as a result, poorly encoded, or fuzzy lexical representations provide for weak competitors and weak competition. Low-frequency words that are less familiar to L2 speakers are more prone to have fuzzy lexical representations. And there is another possibility, which Lana Cook explored in her dissertation — it has to do with the size of phonological neighborhoods that include similarly sounding words. In our case, since we were using spoken words with overlapping phonological onsets, those were cohort neighborhoods — not slot-by-slot aligned, but left-aligned, which corresponds to the auditory representation. The data that I have just shown you are from the funded project. Then, Lana Cook followed up with her dissertation project and started unpacking those observations, and I will show you some of the findings that emerged. [Image.] Number one, she added a very important component, something that we could not afford to include in our earlier version of the priming experiment because it was part of a huge test battery with 34 tests — it was a large-scale project. She added a *post hoc* translation task, in which she asked her participants to translate every prime and every target in the critical conditions. Regardless of whether they responded correctly that the target was a word, we needed to know for sure what form-meaning connections they had in mind, and it turned out that 58% of all the errors that they made were lexical confusions of phonologically related words. They were confusing two words that had similar sound shape — something like *крыльцо* [kryl'co] and *крыло* [krylo] that sound very similar, but one means 'porch' and the other 'wing.' Since we were aware of the likelihood of phonologically based confusions, she designed this experiment to test the role of familiarity and the first processing speed hypothesis.

In this experiment, she had a related, unrelated, and identical conditions, so the prime-target pairs in the related condition were something like *stantsija-Staryi* ('station-Old'), with an initial three-phoneme overlap, and it was compared to the identical condition and an unrelated condition. She also used two ISIs (*interstimulus intervals*) — 350 milliseconds and 500 milliseconds. The thinking was: Let us just give nonnative speakers a little bit more time; maybe they'll do better.

Then she broke down the results in such a way that she would be looking at the targets that are all well-known. Recall that L2 participants provided their translations with confidence ratings on a Likert scale. For the primes, she had three categories: well-known, recognizable, and unknown. Let's look at the results. *[Image.]* On the right-hand panel, you see the results for the longer ISI — nothing is moving in the bushes; by giving L2 participants more time, we did not get any significant results. But if you look at the left-hand panel, there are three clusters of bars, and you see that there is one cluster that shows a significant effect, and these are well-known primes (recall that all the targets are well-known in these analyses). Well-known primes lead to inhibition, while recognizable primes lead to a reading facilitation. Of course, we had to reject the processing speed hypothesis given the loss of the core inhibition effect for well-known primes in the longer ISI condition. To summarize, if we interpret inhibition as a result of lexical competition, and facilitation as sublexical activation of the onset cohort before lexical selection, then fuzzy lexical representations must have interfered with successful lexical selection in our L2 learners. There is an important observation that strengthens this interpretation: Facilitation for low-frequency prime-target pairs increases with higher proficiency. Therefore, we have to reject the hypothesis that completely unknown words are triggering it because one can assume that high-proficiency L2 speakers know more words (albeit, they do not necessarily know low-frequency words well); however, they show more facilitation. Therefore, it is not just because our participants did not know the words at all that the priming effect was reversed from inhibition to facilitation.

And one last set before we move on to morphological decomposition, as I promised you. Again, this is part of the dissertation study and it is in preparation. Lana Cook designed an experiment that she called pseudo-semantic priming. Here, please bear with me, as I explain the design. She had a phonological priming condition, again with initial phonological overlap — *korova* — *korol* ('cow — king'), but no semantic relatedness. Then, she had a semantic priming condition, and that would be *korova* — *moloko* ('cow — milk'), a semantically related pair, and then she had a pseudo-semantic condition where the prime was *korova*, but the target was *molotok* ('hammer'). So, she combined the phonological and the semantic paradigms, and the results were interesting, and not what we expected, actually. She also had two L2 proficiency-based groups — advanced and intermediate, and she had native

speaker controls. We are looking at the results for this pseudo-semantic priming. Native speakers were not at all primed by 'cow' when they heard 'hammer;' these were completely unrelated words for them. The intermediate group starts to show an effect of inhibition, a trend, and only the advanced group shows statistically significant inhibition in this condition. So, if they're showing inhibition, they were affected by the prime, which probably by association has activated the association 'cow — milk. The prime 'cow' has activated 'milk,' and then all of a sudden, after transient activation of the virtual 'milk,' participants get 'hammer' instead. This pseudo-semantically related word pair created what we interpreted as the *garden path effect*. They have built an expectation for semantic relatedness and were misled by the onset competitor, and as a result, they were confused, and needed additional time to recover from the garden path-driven expectation. Consequently, they took longer to respond, i.e., they showed inhibition. To summarize, fuzzy phonolexical representations characterized familiar words, but not unfamiliar words and not well-known words. The level of word familiarity usually corresponds to its lexical frequency. Another useful construct is second language proficiency that is associated with individual speakers' vocabulary size and subjective word familiarity. Low-familiar words are characterized by fuzzy phonolexical encoding and fuzzy form-meaning mappings, and this fuzziness leads to weak lexical competition, and a higher role of sublexical properties of words in L2 lexical processing.

Regarding inflectional morphology, I am going to discuss with you a mechanism of nonnative morphological processing that we believe accounts well for second language data, both on lexical access and morphosyntactic processing at the phrase and sentence level. We are also going to look at a developmental trajectory in how second language learners process inflected words, with two different accounts of nonnative processing on inflectional morphology in mind. We will approach this polemic in a slightly orthogonal way, and our interest lies specifically in inflectional morphology, but just to situate those of you who don't read about morphological decomposition every night: There are two accounts of how nonnative speakers process morphologically complex words.

According to one account, second language learners do not decompose regularly inflected words, and according to the second account, inflected words are actually decomposed in L2 lexical access. If we were to build a case against morphological decomposition in L2, then

we should evoke morphosyntactic deficits in sentence processing that are very pervasive in second language learners. We know that they are making errors in morphosyntax, we also know that they miss a lot of errors in the sensitivity to violation paradigm, such as a grammaticality judgment task. If they were to decompose and process inflectional morphology properly, we would not observe all those problems. According to the shallow structure hypothesis by Harald Clahsen, who is present here, and Claudia Felser (2006), who is unfortunately absent, similarly to shallow sentence processing, second language learners rely on shallow morphological processing, and therefore, they focus mostly on lexical meanings. Now, if we were to build a case for morphological decomposition in L2, what can we come up with as arguments? I'm not talking about any hardcore data at this point. Nonnative mental lexicons are smaller than native mental lexicons, while some languages have rich inflectional morphology (Russian is a good example). Either we have to admit that nonnative speakers store all those inflected forms in each inflectional paradigm that native speakers presumably do not store, or we are left with no mechanism to explain how they access inflected words, because if they are not stored and cannot be decomposed, they cannot be accessed. Here, I'm giving you my two cents, and my reasoning is based on our already published data. The quick answer is yes, nonnative speakers do decompose inflected words, but this is not a full answer. A more refined answer would be that nonnative processing of inflected words shows both similarities and differences with native processing.

What I'm going to talk about goes a little bit into the stages of decomposition. If we focus on the specific aspects of nonnative processing, it begins with affix stripping to access the stem (as it does in L1), but it may not fully access the morphosyntactic information available at the recomposition and checking stage. To put it differently, L2 speakers are primarily focused on lexical meaning. In order to access this lexical meaning, they need to decompose the word, because without decomposition they cannot access the stem. But what do they do after this? That's at their discretion, so to say. They may recombine the stem and the inflection and reprocess the word as a whole, including morphosyntactic information contained in the affix (as L1 speakers do), or they may skip over that stage altogether. In a lexical decision task that I am going to present in a moment, we are interested in the lexical decision (was it a word or a nonword?). In a lexical decision task, recognizing the word is

recognizing its stem. Accordingly, this task is not conducive to recombination and checking the whole word. For the purpose of completing a lexical decision task, processing an inflection is a liability, so the processing strategy would be to get rid of the inflection and quickly access the lexical meaning. But in real life, in sentence processing, it is only at this recombination and checking stage that people access the useful grammatical information that is needed in sentence integration. There are a couple of relevant very recent MEG studies that actually support this notion of stages, including one by our own Yury Shtyrov. They look at the neurolinguistic level of processing, and one of them shows the neurolinguistic correlates of the stages starting with processing the orthographic form, then morphological structure, and then lexical meaning, and the other is about stem lookup followed by recombination. Unfortunately, since I'm talking about many of our datasets, I will not be able to go into detail regarding these studies, but if you are interested, I will answer questions about them.

I am going to show you the results of an auditory lexical decision task with English-speaking learners of Russian as a second language. We are targeting Russian nominal inflectional morphology. The noun paradigm in Russian has six cases, two numbers, and three inflectional types. We are going to estimate the processing costs of decomposition of inflected words. This is what a part of the Russian paradigm looks like. *[Image.]* This is the masculine first declension paradigm, with six cases and two numbers. The highlighted slots in the paradigm are our critical conditions. We are using the nominative and the genitive cases, and the nominative has a zero inflection. For morphologists it is important to mark the zero morpheme because it is there structurally, but there is no surface morphological marker to encode it. To cross these conditions, we are using feminine second-declension nouns, such as *bumaga*, a which has the *-i-* inflection in the nominative and a zero inflection in the genitive plural.

*[Image.]* The numbers that you see are the type frequencies of each case based on the Russian National Corpus. One can argue that there is a difference between the frequency of the nominative and the genitive, but they are very close, and the genitive is definitely the most frequent case of all the oblique cases in Russian. With this, we create a Latin square design where we are crossing two cases and overt/zero inflections. To be specific, we are crossing the nominative, which is the citation form, and the genitive, which is an oblique case, and the inflec-

tion that is either present or absent (i.e., is overt or zero). Of course, we control surface frequency and lemma frequency, and word length for all critical nouns across all those conditions. In terms of predictions, we worked with three, of course we had a preferred one, but to be objective we tested three different predictions. One is based on the processing costs associated with overt affix stripping, and based on that account, the nouns that have an overt affix should take longer to access because one needs to strip the affix.

*Bumag-a* and *zavod-a* should take longer than *zavod* and *bumag*. This account is based on the theory of obligatory decomposition as affix stripping developed by Taft (2004). The second hypothesis is that it will be the status of the case in the hierarchy that will drive the processing costs. According to this position, the citation form, will not generate high processing costs — it will be accessed more quickly. *Bumaga* and *zavod* will take the same time to recognize, while *bumag* and *zavoda* in the oblique case will take longer. The third possibility explores the non-decompositional account, according to which all wordforms are stored and accessed in memory as whole words. Since we balanced the items both on lemma and surface frequency and length, it is possible that they will be processed at the same speed — there will be no differences in processing costs. With this in mind, we designed an auditory lexical decision task with half words and half nonwords. An important consideration is how we created the nonwords in this version of the task. All nonwords contained non-existing stems. We did not manipulate the inflections, so the task focused participants' attention on accessing the stem with the goal to establish whether it is a word or a nonword.

We had 22 native speakers and 22 nonnative participants. In this graph [image] you see filled shapes representing the nominative, the citation form, and clear shapes representing the oblique case and you see native speakers on the left panel. The observed effect is very clear: Case is significant, but inflection is not. The processing costs (reaction times) are not driven by the initial affix stripping because in one noun (*bumaga*) there was an affix to strip and in another (*zavod*) there was no affix to strip. What is important in terms of the processing costs is the case status (citation form or oblique case). For nonnative speakers (the right panel), there were slight differences in the processing costs that were statistically nonsignificant.

In the second version of the task, we manipulated the nonwords. We combined real stems with real inflections, but now in an illegal

way. The prediction was that we would help second language learners focus on the recomposition stage. Once you access the stem of the nonwords constructed in such a way, it is not over for you because you do not know yet whether it is a word or nonword. You have to look at the whole form and check whether the stem and the inflection are properly matched to create an existing word form. [Image.] In this figure, the native speaker group jumps to the right and we have a progression in oral proficiency — we have advanced, advanced plus (high advanced), superior, and native speakers. This gives you a nice developmental trajectory. First of all, there was no interaction with the group. The effects were basically the same, only they were much weaker in nonnative speakers and very weak in the lowest proficiency group. What you see is a nice separation of the citation form in the oblique case in terms of the processing costs estimated as reaction times. In native speakers, the difference is clear, in highly proficient speakers it is clear, and then when you move to the left it becomes really weak, but it is still there. What is also interesting is that if you look at the graph, you see how when we move up on the proficiency scale (from left to right), the reaction times to the citation form become faster, and they become slower in response to the non-citation form. The difference is very small on the left and it is very large on the right, and it is not just driven by one process, but both by a speedup and a slowdown. The processing account, according to which with higher proficiency all the processing becomes faster does not work here. To summarize, in the condition when only nonwords with nonexistent stems were used, there was a major difference between native and nonnative speakers' performance on the auditory lexical decision task. Nonnative speakers did not show any effect of case or inflection. When we introduced those real-stem nonwords illegally combined with real inflections, you can see that our nonnative speakers started to behave in a nativelike way.

I would like to show you an interesting experimental paradigm that was used by Akhutina and colleagues (1999) in a well-known study, which we borrowed, since we liked the results very much. This dataset that I am going to share with you is from the PhD dissertation study of my advisee Natalia Romanova. It uses grammatical priming in noun phrases to explore gender and number agreement. The adjective is the prime and the noun that agrees with the adjective is the target. By hearing the prime, participants build expectations about the gender or the number of the upcoming noun. The phrases were of the type *prosto*

*mal'chik* (neutral condition) / *prostaya devochka* (congruent condition) / *prostoj devochka* (incongruent condition). What is crucial is that we had a neutral condition with the adverbial prime *prосто* that does not build any predictions. What this gives us is a very important dimension, as you will see. As a result, you can analyze the priming effect in two different ways. You can analyze it as people usually do, when you simply subtract reaction times in the congruent condition from the incongruent condition and you get the basic priming in effect. You can also analyze the components of priming when you start subtracting from the neutral baseline, whether it is facilitation compared to the neutral baseline or inhibition. [Image.] Let us turn to the results — in the table, native speakers are on the left and L2 speakers are on the right, gender at the top, number at the bottom, and in red you have the priming effects — they are significant. If you just look at those effects, you can say that our nonnative speakers are completely nativelike, they show the same magnitude of priming as native speakers. But then if you start to look at the components of priming, you see that native speakers show both facilitation and inhibition and nonnative speakers show only facilitation. To give these effects some real-life explanation and meaning, let us first make sure we understand the task. Where does facilitation come from? These are congruent trials where you build a prediction and it is met. In contrast, inhibition is observed in incongruent trials where you build an expectation and it is unmet.

[Image.] These are the results for native speakers, native controls. You see that the masculine is on the left, feminine is on the right. For the masculine, you see lots of inhibition and no significant facilitation. For the feminine, it is the opposite — significant facilitation with nonsignificant inhibition. So, what is going on? This is about markedness and predictions that people develop based on markedness. For the masculine, you build a prediction for the default (masculine is the default gender in Russian) and then it is not met. You have a strong reaction against a word combination that violates your strong predictions, and this is where inhibition is coming from. For the feminine, it is the opposite, since it is an unmarked gender setting in Russian. When all of a sudden, your expectation is met, this is Hallelujah, and if it is unmet, well, this is not such a big deal. For nonnative speakers, we see only facilitation in the feminine, but no inhibition in the masculine. If you look at number agreement, exactly the same pattern emerges: native speakers show lots of inhibition for the singular, which is unmarked (or is the default num-

ber) and lots of facilitation for the plural that is marked. For nonnative speakers we find just facilitation.

To summarize, we discussed fuzzy phonolexical representations in nonnative speakers and we identified a mediating factor, which is word familiarity that played an important role in the quality of lexical encoding. And then when we studied the processing costs in morphologically complex inflected words, we saw that there were no processing costs for oblique-case inflected nouns in lower proficiency speakers — they emerged at higher proficiency and they were task-dependent — they depended on the materials, the nonword condition.

In the last dataset, for native speakers we observed the components of the priming effect, both facilitation and inhibition, which is in conformity with the default status of the masculine gender and singular number. In contrast, in nonnative speakers, we observed facilitation for congruent nouns following adjectives, but no inhibition for incongruent nouns. This is what can be termed as no checking for coherence after lexical access.

To return to the initial metaphor, technically the glass is always half-full, i.e., nonnative lexical processing parallels native processing, while at the same time, it shows systematic differences. But my punch line is that half-empty or half-full? this is basically a vacuous question. We have observed different patterns of non-nativeness in different aspects of lexical processing: fuzzy phonolexical encoding, fuzzy form-meaning mappings leading to lexical confusions, and a developmental trajectory in the development of sensitivity to case hierarchy. We also observed low commitment to morphosyntactic predictions, with the absence of inhibition for unmet predictions in nonnative morphosyntactic processing. I believe that to pursue these directions and to dig deeper to obtain more conclusive answers is more worthwhile than to seek a categorical answer to the question whether native and nonnative lexical processing are the same or different.

***These are the publications that report the findings discussed in this talk***

*Chrabaszcz A. and Gor K. Quantifying Contextual Effects in L2 Processing of Phonolexically Ambiguous and Unambiguous Words // Applied Psycholinguistics. 2017. Vol. 38. No. 4. P.909–942.*

Cook S. V. and Gor K. Lexical Access in L2: Representational Deficit or Processing Constraint? // *The Mental Lexicon*. 2015. Vol. 10. No. 2. P. 247–270. <http://doi.org/10.1075/ml.10.2.04coo>

Gor K. The Mental Lexicon of L2 Learners of Russian: Phonology and Morphology in Lexical Storage and Access // *Journal of Slavic Linguistics*. 2017. Vol. 25. No. 2. P. 277–302. [Special issue for the Silver Anniversary of the journal (review article).] <http://doi.org/10.1353/jsl.2017.0011>

Gor K., Chrabaszc A. and Cook S. Processing of Native and Non-native Inflected Words: Beyond Affix Stripping // *Journal of Memory and Language*. 2017. Vol. 93. P. 315–332. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.06.014>

Romanova N. and Gor K. Processing Gender and Number Agreement in Russian as a Second Language: The Devil Is in the Details // *Studies in Second Language Acquisition*. 2017. Vol. 39. No. 1. P. 97–128. <http://dx.doi.org/10.1017/S0272263116000012>

***And these are the publications that continue to explore the issues raised in the earlier studies***

Cook S. V., Pandža N. B., Lancaster A. and Gor K. Fuzzy Nonnative Phonolexical Representations Lead to Fuzzy Form-to-Meaning Mappings // *Frontiers in Psychology*. September 2016. Vol. 7. Arti. 1345. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01345>

Gor K., Chrabaszc A. and Cook S. V. Early and Late Learners Decompose Inflected Nouns, but Can They Tell Which Ones are Inflected Correctly? // *Journal of Second Language Studies*. 2018. Vol. 1. No. 1. P. 106–140. <https://doi.org/10.1075/jsls.17021.gor>

Gor K., Chrabaszc A. and Cook S. V. A Case for Agreement: Processing of Case-inflected Nouns by Early and Late Learners // *Linguistic Approaches to Bilingualism*. 2019. Vol. 9. No. 1. P. 6–41.

Gor K. and Cook S. V. A Mare in a Pub? Nonnative Facilitation in Phonological Priming // *Second Language Research*. 2010. Vol. 36. No. 1. P. 123–140. [Published online on April 23, 2018.] <https://doi.org/10.1177/0267658318769962>

Bordag D., Gor K. and Opitz A. Ontogenesis Model of the L2 Lexical Representation // *Bilingualism: Language and Cognition*. 2021. Vol. 25. No. 2. P. 1–17. [Published online on June 17, 2021.] <https://doi.org/10.1017/S1366728921000250>

## Благодарности

Сказать слова нашей глубокой благодарности мы хотели бы в первую очередь всем нашим коллегам и многочисленным докладчикам Петербургского семинара по когнитивным исследованиям, которые в течение долгих лет помогают нам в работе, принимают в ней непосредственное участие, активно поддерживают дискуссии.

Благодарим факультет свободных искусств и наук СПбГУ за постоянную заботу и интерес к когнитивным исследованиям. На протяжении многих лет мы окружены вниманием и поддержкой преподавателей факультета и сотрудников — представителей различных служб СПбГУ, обеспечивающих работу семинара.

Мы искренне благодарны участникам первых семинаров по психолингвистике Н. Д. Светозаровой, С. Н. Цейтлин, Т. В. Ахутиной, Н. А. Слепокуровой, Е. В. Ерофеевой, И. Г. Овчинниковой за то, что поделились воспоминаниями о первых годах семинара, помогли воссоздать его историю и историю развития отечественной психолингвистики как части когнитивной науки.

Наши слова благодарности — студентам и аспирантам кафедры общего языкознания им. Л. А. Вербицкой и кафедры математической лингвистики СПбГУ за расшифровку записей докладов, вошедших в первый том.

Отдельно благодарим Издательство СПбГУ и лично Е. В. Лебедкину.

Сердечно благодарим нашего бессменного редактора О. В. Кувакину за высокопрофессиональную и творческую работу над сборником.

Научное издание

**ПЕТЕРБУРГСКИЙ СЕМИНАР  
ПО КОГНИТИВНЫМ ИССЛЕДОВАНИЯМ**

*Доклады и стенограммы*

Том 1  
2012–2015

Редактор *О. В. Кувакина*  
Корректоры *Ю. А. Стржельбицкая, Т. В. Иванкова*  
Компьютерная верстка *А. М. Вейшторт*  
Обложка *Е. Р. Куныгина*

Подписано в печать 18.02.2022. Формат 60 × 90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. л. 17.  
Тираж 500 экз. Print-on-Demand. Заказ №

Издательство Санкт-Петербургского университета.  
199004, Санкт-Петербург, В. О., 6-я линия, д. 11.  
Тел./факс +7(812) 328-44-22  
[publishing@spbu.ru](mailto:publishing@spbu.ru)



[publishing.spbu.ru](http://publishing.spbu.ru)

Типография Издательства СПбГУ.  
199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 5.

Книги Издательства СПбГУ можно приобрести по издательским ценам  
в Доме университетской книги СПбГУ

199034, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 5  
Тел. (812) 329-24-71

Часы работы: 10.00–20.00 пн. — сб., а также на сайте [publishing.spbu.ru](http://publishing.spbu.ru)