

Приложение к журналу «Кантовский сборник»

В. А. Бажанов



КУЛЬТУРНЫЙ
МОЗГ —
НЕЙРОНАУКА —
МАТЕМАТИКА

Прислушиваясь
к И. Канту

*Издание печатается по решению Ученого совета
Балтийского федерального университета имени И. Канта*



Петроглиф
Центр гуманитарных инициатив
Калининград-Москва-Санкт-Петербург
2021

ББК 87.526
УДК 316.6, 130.2
Б 16

*Исследование проводилось и издание осуществлено при финансовой поддержке
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,
проект № 075-15-2019-1929 «Кантианская рациональность и ее потенциал
в современной науке, технологиях и социальных институтах»,
реализуемый на базе Балтийского федерального университета
имени И. Канта (Калининград)*

Рецензенты:
Доктор философских наук С. Н. Жаров
Доктор философских наук И. В. Черникова

Бажанов В. А.
Б16 Культурный мозг — нейронаука — математика. Прислушиваясь к И. Канту. —
М.; СПб.: Петроглиф, Центр гуманитарных инициатив, 2021. — 194 с. —
(Приложение к журналу «Кантовский сборник»).

ISBN 978-5-98712-300-3

В книге система «мозг — культура — социум» рассматривается сквозь призму кантианской исследовательской программы в современной нейронауке. Показывается, что взаимодействие элементов этой системы и многочисленные обратные связи между ними приводят к формированию «культурного (социального)» мозга, особенности которого на уровне массовых явлений, в свою очередь, предопределяют некоторые особенности культуры. Переплетение естественной и социокультурной траекторий развития человека, которые анализируются в контексте натурализма и социоцентризма, подводит к мысли о возможности их синтеза и о единстве оснований протоматематических, математических и художественных когнитивных способностей. Данные положения иллюстрируются примерами из логики, математики, биологии и музыкального творчества.

Издание предназначено для читателей, которые интересуются проблемами современной науки, следят за новыми тенденциями развития неклассической философии и психологии.

ISBN 978-5-98712-300-3

ББК 87.526
УДК 316.6, 130.2

© Бажанов В. А., 2021
© Центр гуманитарных инициатив, 2021
© Петроглиф, оформление, 2021

Оглавление

Введение	5
Раздел 1. КАНТИАНСКИЕ МОТИВЫ В НАУКЕ О МОЗГЕ	
Глава 1. Тенденции развития современной нейронауки: прислушиваясь к И. Канту	15
1.1. Эвристический потенциал критической философии: априоризм И. Канта	17
1.2. Кант, Байес и интеллектуальная обработка данных	20
1.3. Кант, аналитические и холистические системы мышления	23
Глава 2. Абстрагирование и абстракции в контексте нейронауки	28
2.1. Что есть абстрагирование и абстракция?	30
2.2. Онтология ментальных конструкций	33
Раздел 2. НЕЙРОНАУКА И МАТЕМАТИКА	
Глава 3. Природа математики под углом зрения когнитивных исследований	43
3.1. Исходная точка развития математики: феномен «чувства числа»	47
3.2. «Чувство числа» и язык	50
3.3. Математика и культура	52
Глава 4. Числовое познание в контексте когнитивных исследований	60
4.1. Предпосылки анализа числового познания	61
4.2. Нейрофизиологический фундамент числа	65
4.3. Открытие числа в статусе социокультурного феномена	67
4.4. Числовое познание и образование	70
Глава 5. Число и кантианская исследовательская программа в современной нейронауке	76
5.1. Онтогенетические предпосылки представлений о числе	78
5.2. Как связаны числа и язык	83
5.3. «Чувство числа» и математические способности	86
Раздел 3. НЕЙРОНАУКА И МУЗЫКАЛЬНОЕ ТВОРЧЕСТВО	
Глава 6. Музыка под углом зрения биокультурного со-конструктивизма	97
6.1. Интонационно-знаковые паттерны как априорные когнитивные элементы	98

6.2. Когнитивные функции музыки как предъязыка в процессе онтогенеза.....	100
6.3. Музыкально-слуховой импринтинг как нейрогенетический механизм формирования музыкальной ментальности.....	107
Глава 7. Опыт анализа феномена музыкальности с позиций современной нейронауки	115
7.1. Музыкальность в функционалах живых систем.....	117
7.2. «Чувство числа» и музыкальность в онтогенезе.....	119
7.3. Гедонистическая функция музыки и золотое сечение	123
Раздел 4. ИПОСТАСИ СОЦИОЦЕНТРИЗМА — ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И КОГНИТИВНЫЕ ЛОВУШКИ: НЕЙРОНАУКА, ЭПИГЕНЕТИКА, ГЕНЕТИКА	
Глава 8. Методологическое значение принципа Кюри для социальных наук.....	135
8.1. Принцип Кюри как выражение духа социоцентризма.....	137
8.2. Постгеномная эра: картина эволюции социального мозга.....	140
Глава 9. Марксизм и вульгарный социоцентризм. Парадоксы марксистской теории и практики	147
9.1. «Великая практика требует великой теории...». Вульгарный социоцентризм в действии	149
9.2. Что требуется практике, чтобы показать «действенность, мощь, посюсторонность» нашего мышления?.....	150
9.3. Вульгарный социоцентризм и феномен Лысенко	151
9.4. Власть и феномен идеологизированной науки	155
Вместо заключения	
Решение требуется здесь и сейчас: феномен постнормальной науки.....	161
Резюме.....	169
Summary	180
Сведения об авторе.....	190
Contents.....	191

*То, что мы думаем, гораздо менее сложно,
чем то, чем мы думаем.*
Станислав Лем

ВВЕДЕНИЕ

Развитие когнитивных исследований, и прежде всего социальной и культурной нейронауки, поставило проблему синтеза парадигм натурализма и социоцентризма, которые активно применяются в изучении целостной системы «мозг — культура — социум». Ранее эти парадигмы считались несовместимыми, но открытие феноменов нейродетерминации культуры и аккультурации мозга, переплетения естественных и социальных траекторий развития человека, особенностей генкультурного взаимодействия придают этой проблеме особую актуальность, причем с точки зрения эпистемологии и философии науки в разработке данной проблемы делаются лишь первые шаги.

Каковы механизмы нейродетерминации культуры и аккультурации мозга, как эти механизмы, а также генкультурные взаимодействия влияют на когнитивные способности человека? В какой мере они определяют границы деантропологизации знания? Как пластичность мозга связана с его когнитивным потенциалом? Почему в современной нейронауке принято говорить о реализации кантовской программы исследования мозга? Как эта программа может быть проинтерпретирована под углом зрения синтеза натурализма и социоцентризма? На эти ключевые вопросы с позиций идеи биокультурного со-конструктивизма предполагается предложить в настоящей работе определенные подходы и ответы, которые могут быть в каком-то смысле полезными в широком диапазоне инновационных решений — от разработки систем искусственного интеллекта, моделей нейронных сетей и нейрокомпьютинга до методов реабилитации в случае некоторых психосоматических расстройств.

Ранее я уже посвятил комплексу схожих по своему смыслу вопросов и проблем книгу [Бажанов, 2019]. Настоящее издание является органичным продолжением анализа, который был представлен в этой книге.

* * *

Когнитивные исследования имеют выраженный междисциплинарный (и даже трансдисциплинарный) характер. В той области когнитивных исследований, которые инспирируются прогрессом социальной и культурной нейронауки, активно задействуется не только парадигма натурализма, но и нетрадиционная для нейронауки парадигма социоцентризма, которая обнаруживает новые, ранее не замечаемые измерения. Фактически речь идет здесь не просто о *дилемме натурализма и антинатурализма*, а о необходимости своеобразного синтеза натурализма и социоцентризма (социологизма), осознания того факта, что особенности когнитивного потенциала человека не могут быть поняты под углом зрения последовательного, «жесткого» *логоцентризма* классической эпистемологии, вне контекста глубокого анализа взаимодействия и взаимопереплетения естественной (природной) и социокультурной траекторий развития и функционирования, а также деятельностной природы познающего субъекта — тех факторов, которые, связаны с онтогенетическими истоками его познавательной активности, реализуемой в ситуациях конкретного социума и культуры, оказывающих обратное влияние на характер этой активности и позволяющих говорить о целостной системе «мозг — культура — социум». Эта система пронизана системой обратных связей, элементы которой активно взаимодействуют и корректируют функционал других элементов. Фактически можно утверждать двойной характер натурализации и социально-культурной детерминации архитектоники и функций мозга и в процессе онтогенеза, и в процессе филогенеза. Генетические и биологические, негенетические и небιологические — культурные — факторы участвуют в формировании мозга на протяжении всего жизненного пути личности. Таким образом, в определенном смысле мозг оказывается «продуктом» личностной истории индивидуума, поскольку на нем, как показывают достижения современной эпигенетики, «следы» жизни человека отпечатываются едва ли не с пренатального периода, причем эти «следы» способны транслироваться в последующие поколения, т. е. иметь *трансгенерационный* статус.

Комплекс современных когнитивных исследований затрагивает широкий круг научных дисциплин — от антропологии и проблема-

тики создания искусственного интеллекта до эпистемологии и языкознания. Эпистемология и философия науки здесь занимают весьма важное место, поскольку они нацелены не только на формирование максимально полной для данной стадии развития науки картины познания, но и на поиск границ объективно-истинного знания и пределы его деантропологизации. Без осознания этих факторов вряд ли можно рассчитывать на эффективное продвижение в направлении разработки искусственного интеллекта высокого уровня. Осмысление познавательного потенциала парадигм натурализма и социоцентризма, надежности и недостатков их методологического и методического инструментария в анализе характера взаимодействия в системе «мозг — культура — социум», а также возможности их синтеза может представлять важную задачу для философской рефлексии и в определенных случаях значительную прикладную ценность для выбора наиболее перспективных направлений в области когнитивных исследований.

Если иметь в виду пространство философских и историко-научных штудий, то поиск ответов на поставленные выше вопросы способен трансформировать ряд устоявшихся представлений в области эпистемологии и философии точных наук, расширив понимание меры их «неточности» (непрецизионности). Более конкретно может коснуться следующих положений:

1. В эпистемологии может быть более рельефно представлена картина ограниченности когнитивной *универсальности* субъекта познания, которое подразумевается (традиционным) трансцендентализмом; достигнуто признание совместимости кантианской программы исследований в нейронауке с основными положениями и натурализма, и социоцентризма; придан больший удельный вес *деятельностным* компонентам познавательных процедур; нарисована более четкая картина соотношения абсолютного и релятивного, априорного и апостериорного в познании, обоснован статус антипсихологизма как антинатурализма.
2. В философии науки вскрыты тонкие механизмы репрезентации и детерминации социокультурными процессами нейробиологических особенностей субъекта познания и обратно, осознаны пределы сочетания возможностей аналитических и холистических методов исследования; значение генкультурных взаимо-

действий; понимание статуса априорных оснований математического творчества с позиций феномена субитации («чувства числа», открытого S. Dehaene) и особенностей формирования понятия о «числовом ряде» и его геометрической репрезентации; основаниях идеи субъективной и объективной математики (К. Gödel); роль *эпигенетических* процессов в формировании психофизиологических особенностей личности и трансгенерационном их наследовании, а также широких пределов пластичности нейроструктур.

3. В области истории науки важно знать истоки, последовательность появления краеугольных идей как натурализма, так и социоцентризма, а также их взаимодействия в истории когнитивных исследований; сложности осмысления закономерностей этого процесса с позиций интернализма (преимущественно в случае натурализма) и экстернализма (преимущественно в случае социоцентризма).

Кроме того, *музыкальное творчество* можно интерпретировать в контексте нейро- и биологически детерминированного процесса, связанного с механизмами синхронизации (или асинхронизации) ментальных процессов на уровне нейронных сетей, задающих определенный самосогласованный ритм функционирования тех или иных нейронных модулей. Достижение режима единого ритма в течение ограниченного периода времени может приводить к резонансу нейронных образований, формируя особый, замкнутый *темпомир*. Резонанс внешних музыкальных частот, которое отличает то или иное произведение, и внутренних (нейронных) систем, а следовательно, формирование относительно замкнутого темпомира, по-видимому, лежит в фундаменте эстетических чувств переживания и сопереживания музыкального сочинения. Вероятно, что гедонистическое восприятие музыки и активизация нейронных сетей связаны с кодами золотого сечения (и с математической точки зрения могут быть смоделированы при помощи рядов Фибоначчи).

Когнитивные исследования довольно широко представлены глубокими работами как отечественных (Ю. И. Александров, Т. В. Ахутина, Б. М. Величковский, Д. В. Зайцев, И. Т. Касавин, В. А. Лекторский, Д. А. Леонтьев, И. Ф. Михайлов, В. Ф. Петренко, В. Н. Порус, Б. И. Пружинин, В. М. Розин, М. А. Розов, М. А. Сущин, Е. О. Труфанова,

М. В. Фаликман, В. П. Филатов, А. Б. Холмогорова, И. В. Черникова и др.), так и зарубежных ученых (P. Carruthers, J. Chiao, M. Cosmides, J. Fodor, K. J. Gergen, R. Harre, K. Knorr-Cetina, D. Sperber, E. Thompson). В рамках такого направления этих исследований, как нейрофилософия, работают и отечественные ученые (В. В. Васильев, Д. И. Дубровский, Д. В. Иванов, Д. Н. Разеев, Т. В. Черниговская и др.), и зарубежные (D. Dennett, D. Chalmers, P. S. and P.M. Churchland, O. Flanagan, N. Levy, S. Priest, J. Searle, G. Tononi).

Парадигма (программа) натурализма довольно обстоятельно изучалась и изучается в современной эпистемологии и философии науки с точки зрения ее концептуальных особенностей, а также в связи с анализом принципа причинности и концепцией физикализма (H. Feigl, Y. Elkana, D. Papineau, H. Putnam), проблемой сознания и особенностями ментальных состояний (D. Chalmers, J. Hornsby, F. Jackson, C. Hill, W. Sellars), этическими нормами (G. Moore, J. Mackie, G. Rosen, J. Prinz), проблемой соотношения с «научным реализмом» (S. French, J. Ladyman), местом интуитивных суждений в познании (S. Kripke, E. Gettier), не говоря уже об идее натурализации эпистемологии и/или метафизики (W. Quine, H. Kornblith, T. M. Crisp), натурализации онтологии (A. Cordero, B. Larvor), классификации форм натурализма (J. I. Galparsoro, P. Maddy, M. De Caro, S. Haack, P. Kitcher) и антинатурализма (L. Floridi, J. MacDowell, A. Platinga, H. Putnam), некоторых дискурсивных особенностей, характерных для данного направления (А. П. Алексеев, В. Л. Васюков, Г. В. Гриненко, И. В. Грифцова, И. Б. Микиртумов, Г. В. Сорина, В. В. Целищев, Л. В. Шиповалова), применения натуралистического подхода к конкретным областям науки и культуры, например, к философии математики (A. Baker, J. Burgess, M. Colyvan, P. Maddy, A. Paseau), статуса априорных представлений в познании (H. Field, G. Restall). Парадигма социоцентризма в контексте когнитивных исследований развита и осмыслена в значительно меньшей степени. Обычно она касается соотношения человека и общества, а когда используется термин «социологизм», то связывается с Э. Дюркгеймом, провозгласившим принцип анализа социального посредством социального и тем самым обозначившим контуры своего рода последовательного холистического подхода в социологии, либо в случае понятия социоцентризма (используется и понятие социоморфизма) с историей философии (имея в виду статус этого понятия в работах,

например, Н. А. Бердяева и А. А. Богданова). В данном проекте имеется в виду смысл, отличный от вложенного в это понятие Э. Дюркгеймом, или тот, который обычно соотносится с позицией жесткого социального детерминизма, а именно прямое влияние социума и культуры на архитектуру мозга, его активность, онтогенетические и в конечном счете когнитивные особенности, которые сводят метафору «социальный мозг» до «рабочего» понятия современной нейронауки, сопрягающегося в данном случае с таким подходом, как энктивизм (И. А. Бескова, Е. Н. Князева, Н. R. Maturana, J. Kiverstein, G. Lakoff, M. Miller, R. Munoz, F. Varela, B. Voorhees).

То направление когнитивных исследований, которое непосредственно касается проблем взаимодействия и взаимовлияния социума, культуры и мозга, особенностей функционирования в этой целостной системе обратных связей, старается вовлечь в анализ и сочетать представления как натурализма, так и социоцентризма, представлено именами R. Adolphs, D. Ansari, L. Boroditsky, E. Brannon, J. Chiao, M. Cole, M. Crawford, S. Dehaene, D. Falk, S. Kitayama, C. Malabou, R. Nisbett, A. Norenzayan, G. Northoff, K. Peng и т. д.

Основная задача настоящей работы видится в попытке осмысления и обобщения новейших достижений современных когнитивных исследований (прежде в области социальной и культурной нейронауки) под углом зрения особенностей применения представлений, характерных для натурализма и социоцентризма, а также значения их возможного синтеза для эпистемологии и философии науки. Эта попытка делает вероятным возможность трансформации ряда фундаментальных представлений эпистемологии и философии науки, которые относятся к механизмам и особенностям взаимной корреляции элементов целостной системы «мозг — культура — социум». Эти представления заставляют в новом свете интерпретировать процессы социокультурной, деятельностной и нейрофизиологической детерминации активности познающего субъекта и придать концепции трансцендентализма И. Канта новые измерения, сопряженные с идеей биокультурного со-конструктивизма.

Натурализм часто трактуется в качестве антикантианской программы (Т. Rockmore). Цель представляемой вниманию читателя работы, в частности, заключается в том, чтобы обосновать совместимость кантианской исследовательской программы в нейронауке

(С. Gallister, R. Gelman, S. Dehaene, E. Brannon) с парадигмами натурализма и социоцентризма. Для этого важно оценить имеющиеся классификации отдельных направлений, существующих в рамках этих парадигм, и их познавательный потенциал и обозначить те их компоненты, которые позволяют это сделать.

Парадигмы (программы) натурализма и социоцентризма и их анализ лишь сравнительно недавно стали привлекать внимание отечественной философской мысли. Так, в *Новой философской энциклопедии* (2000–2001) понятия натурализма и социоцентризма отсутствуют. В *Энциклопедии эпистемологии и философии науки* (2009) имеются статьи о натурализме (В. П. Филатов, В. Г. Борзенков), но понятия социоцентризма (социоморфизма, социологизма) также отсутствуют. Однако имеется статья о культурцентризме (В. Г. Федотова), в которой некоторые элементы содержания этого понятия приводятся, но его содержание понятием культурцентризма вовсе не исчерпывается. Тем не менее до сих пор и парадигма натурализма, и парадигма социоцентризма, а также, само собой, их роль, место, методологические возможности в когнитивных исследованиях находятся не в фокусе внимания отечественной эпистемологии и философии науки. Задача настоящего исследования видится в том, чтобы в определенной степени восполнить этот пробел.

Различные аспекты проблемы исследования с различной степенью обстоятельности обсуждались с И. Н. Грифцовой, Н. А. Дмитриевой, С. Н. Жаровым, И. Т. Касавиным, Л. П. Киященко, В. А. Лекторским, Б. И. Пружининым, Г. В. Сориной, И. В. Черниковой, В. В. Целищевым, Ж.-И. Безье, М. Буззони, П. Вейнгартнером, Т. Штурмом, которым автор благодарен за интерес, замечания и полезные соображения, которые способствовали более глубокому, как я надеюсь, пониманию и рассмотрению предмета. Однако, само собой, что все недоработки и пробелы исследования остаются только на совести автора.

Моя признательность Российскому фонду фундаментальных исследований (грант № 19-011-00007а) за поддержку исследований и Министерству образования и науки РФ (проект № 075-15-2019-1929, реализуемый на базе Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта), результаты которых нашли отражение в данном издании. В него включены несколько переработанные

статьи, опубликованные за последние годы в журналах «Вопросы философии», *Epistemology & Philosophy of Science*, «Вестник Томского университета. Философия. Социология. Политология», *Вестник СПбГУ. Философия и конфликтология*, «Социология науки и технологий», «Философия науки и техники», «Философский журнал», «Философия. Журнал ВШЭ».

Литература

Бажанов, 2019 — Бажанов, В. А. Мозг — культура — социум: кантианская программа в когнитивных исследованиях / В. А. Бажанов. — М.: Канон + РООИ «Реабилитация», 2019. — 288 с.



Раздел 1. Кантианские МОТИВЫ в науке о мозге

Глава 1.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОНАУКИ: ПРИСЛУШИВАЯСЬ К И. КАНТУ¹

История науки конца XX и начала XXI столетия знает грандиозные (в смысле финансирования) и широкомасштабные исследовательские проекты, которые существенно расширили диапазон знаний о мире и человеке. В области биологии таким проектом был проект расшифровки человеческого генома, который формально стартовал в 1990 году и продолжался почти полтора десятка лет до того момента, когда в 2003 году было официально объявлено об успешном его завершении. За последние несколько лет, а с 2018 года твердо принято говорить уже о *постгеномной* эре, когда на первый план выходят *эпигенетика* и *нейронаука* (особенно *социальная* и *культурная* нейронаука) вместе с комплексом когнитивных исследований, охватывающих широкий круг проблем вплоть до анализа природы сознания, понятия *культурного* [The Encultured Brain, 2012; Muthukrishna et al., 2018] и *социального мозга* [Han, 2017] прочно входят в тезаурус исследователей. Все более утверждается убеждение в важности процессов *аккультурации мозга* и *нейродетерминации культуры* [Bender, 2020]. Дерзкие по своему замыслу и целям, а также объемам финансирования программы исследования мозга были объявлены в Европейском сообществе в 2007 году, а в США в 2013 году. Иногда их сопоставляют с космическим проектом «Аполлон», позволившем ступить ноге человека на поверхность Луны. Эти исследования мозга потенциально нагружены множеством гражданских и негражданских (военных) приложений, которые касаются таких важных областей медицины, как психические (ментальные) расстройства личности, так и методов прогнозирования политических решений, связанных с применением военной силы.

¹ Журнальный вариант: Философия науки и техники. 2020. №2. С. 63–74.

Так, сравнительно недавно в структуре Агентства перспективных оборонных исследований (Defense Advanced Research Projects Agency — DARPA) было создано подразделение Агентства перспективных исследований в области разведки (Intelligence Advanced Research Projects Agency — IARPA). В структуре IARPA значатся группы, которые занимаются не только когнитивной проблематикой и нейронаукой, но и логикой, а также «критическим мышлением» — областями знания, которые могут стать центральными в деятельности, связанной с созданием продвинутого искусственного интеллекта (<https://www.iarpa.gov/index.php/about-iarpa>). Если же иметь в виду разработки двойного назначения (гражданского и военного), то когнитивные исследования вообще и особенно современная когнитивная нейронаука считаются весьма перспективными в плане разработки искусственного интеллекта, примененного по отношению к военным роботам, дронам и информационным воздействиям на противника. Кроме того, активно разрабатываются методы, благодаря которым открываются перспективы поддержания высокого морального духа, повышенной боеспособности и физического здоровья своей армии и т. п. Здесь прежде всего имеются в виду методы эффективного использования потенциала мозга, значительного усиления интеллекта и его способности проявлять это качество длительное время (human enhancement), а также предотвращение (или по меньшей мере ослабление) разного рода психических аномалий и расстройств типа шизофрении или болезни Альцгеймера [Sahakian, Bruhl, Cook et al. 2015]. Так, известно, что в сухопутных войсках, в морском флоте и военно-воздушных силах армии США на эти исследования только в 2011 году было потрачено 55, 34, 24 миллиона долларов, не считая упомянутых средств на исследования в структурах DARPA [Mogno, 2013, p. 84, 96]. За десять лет (2005–2015) Министерство обороны США на исследования и разработки двойного назначения потратило 3 миллиарда долларов [Kosal, Huang, 2015, p. 93]. Есть все основания полагать, что к такого рода разработкам (по меньшей мере) проявляют повышенный интерес и в нашей стране [Клабуков, Крамник, Лебедев, 2013].

Нет ничего удивительного в том, что мозг давно оказывается и в фокусе внимания самых различных групп исследователей, не связанных с военными разработками, — групп, которые придерживаются разного рода методологий и используют многообразные ана-

литические инструментари. И это неслучайно, поскольку только в Западной Европе в 2010 году на лечение заболеваний, вызванных различными патологиями мозга (от депрессий и головных болей до слабоумия, болезни Альцгеймера, эпилепсии и опухолей мозга) было потрачено почти 800 миллиардов евро. В среднем на одного жителя Западной Европы это означало финансовую нагрузку в размере примерно 5 550 евро в год [Olesen, Gustavsson, Svensson et al, 2012, p. 155]. Впрочем, столь значительные финансовые затраты населения на лечение разных ментальных расстройств иногда объясняются чрезмерной коммерциализацией науки XXI века и неистребимым стремлением современного капитализма к поиску самых различных источников прибыли [Slaby, 2015, p. 17].

Исследования в области такого бурно прогрессирующего направления нейронауки, как социальная, культурная и когнитивная нейронаука, идут под знаком философии И. Канта (1724–1804). По признанию многих ведущих ученых, здесь реализуется **кантианская программа** исследований ([Dehaene, Brannon 2010, 517; Gallistel, Gelman 1992, 44; Swanson, 2016]). Возникает правомерный вопрос: какое отношение к современной нейронауке имеет И. Кант, живший более двухсот лет назад и вовсе не являвшийся ни нейрофизиологом, ни нейропсихологом? Как мог И. Кант в своей критической философии заложить некоторые ключевые идеи, которые вдруг, столетия спустя, смогли стать не просто созвучными, а в некотором смысле даже определяющими в сферах научного поиска, довольно далеких и от философии вообще, и от критической философии И. Канта в частности?

В книге будут предложены некоторые правдоподобные суждения, которые позволили бы пролить свет на природу данного феномена.

Эвристический потенциал критической философии: априоризм И. Канта

В неявном, а затем все более и более в явном виде идея существования априорных форм знания присутствовала и развивалась в философии, пожалуй, еще с Платона, хотя рельефные очертания приобрела у Р. Декарта («врожденные идеи») и Г. В. Лейбница («перцепции», «истины разума»). Однако наиболее полный и система-

тический статус эта идея получила в философии И. Канта, когда определенное знание носит исключительно доопытный характер и задает своего рода ракурс «препарирования» реальности, которая вне этого ракурса оказывается трансцендентной, слагаемой из «вещей-в-себе».

Чрезвычайно важно осознавать, что в действительности «Кант сформулировал подход, который имеет множество компонентов, каждый из которых, в свою очередь, можно развивать... в том числе и в случае, например, современной физики» [Bitbol, Kerszberg, Petitot, 2009, p. 3, 7].

Именно идея априоризма И. Канта обнажила проблемы активности субъекта познания, активности человеческого сознания: сознание не просто пассивно «отражает» мир, а «творит» его согласно и сообразно априорным структурам человеческого разума. Эти структуры могут быть (нейро)физиологически (точнее, даже онтогенетически) заданными (типа «чувства числа», numerosity), эпигенетически сформированными или же деятельностно детерминированными, предопределенными, что, вообще говоря, также связано с физиологическими изменениями некоторых областей мозга, его пластичностью и нейрогенезом на протяжении едва ли не всей жизни. «То, что Кант описывал как внутренние свойства мозга, обеспечивающие порядок и последовательность представления стимулов (вещей) из внешнего мира, — подчеркивает видный исследователь в области мозга Дж. Норхофф, — может быть приписано состоянию покоя мозга и его имманентным структурам» [Northoff, 2012, p. 356-357]; кантианская теория пространства и времени в своей сущности может быть названа «нейрофизиологической» [Muhre, 2011, p. 59]. Аналогичные точки зрения высказывают многие нейрофизиологи и нейропсихологи [Zeki, 2008; Palmer, Lynch, 2010, p. 1487; Brook, 2013], которые прямо говорят о том, что предметом их изучения является «кантовский мозг» [Fazelpour, Thompson, 2013] — имея в виду, разумеется, не мозг Канта как таковой, а модель, реконструкцию архитектуры мозга под углом зрения кантианской доктрины, переосмысленной в терминах и представлениях когнитивных наук сегодняшнего дня. Более того, в некоторых случаях идеи Канта направляют исследования, связанные с анализом влияния социальных взаимодействий на процессе предвидения, характерного для функционирования мозга: «наша концепция взаимодействия социаль-

ного окружения и личности следует идеям Канта», которые были развиты У. Джеймсом и Г. Мидом [Kelly, Kriznik, Kinmonth, Fletcher, 2019, p. 268].

У Канта можно найти описание и некоторых перцептивных механизмов. Так, в «Критике чистого разума» отмечаются характеристики созерцания как своего рода целостного потока, который оказывается возможным, благодаря синтезирующим функциям активной познавательной деятельности, относимой Кантом к «спонтанности познания»: «наша природа такова, что созерцания могут быть только чувственными, т. е. содержать лишь способ, каким предметы воздействуют на нас. Способность же мыслить предмет чувственного созерцания есть рассудок. Рассудок ничего не может созерцать, а чувства ничего не могут мыслить. Только из соединения их может возникнуть знание» [Кант, 1964. Т. 3. с. 155]. Здесь проявляется его способность к самоорганизации, фундируемая не внешними обстоятельствами и предметами, а внутренними свойствами познающего субъекта, которая в современных понятиях может быть обозначена как «аутопоэзис» [Fazelpour, Thompson, 2013, p. 223]. Эта способность сейчас активно обсуждается под углом зрения возможности ее эмпирического анализа [Northoff, 2018].

Уместно также заметить, что в определенном смысле эмпирические основания идеям Канта искал выдающийся немецкий физиолог и физик Г. Гельмгольц (1821–1894), который считал себя последовательным кантианцем и особо подчеркивал, что является интеллектуальным «наследником И. Канта» [Hartfield, 1990, p. 169], обосновавшим его некоторые идеи об априорном статусе пространства и времени эмпирическими данными [Hartfield, 1984, p. 580]. Особенно четко эта особенность проявлялась в его учении о «неосознаваемых умозаклучениях», согласно которому восприятие предполагает процессы, аналогичные индукции, а иллюзии представляют собой наиболее «оптимальные формы восприятия», образованные как результат взаимодействия их максимально вероятных причин.

Особенно активно идеи Канта в настоящее время задействованы в исследованиях процессов интеллектуальной обработки (анализа) данных, важных как для гражданских, так и негражданских целей. Вообще среди нейропсихологов, занимающихся когнитивной проблематикой, популярно мнение, что «философия вообще, а история

философии прежде всего играет важную роль в уточнении теоретического инструментария психологии, благодаря рассмотрению этого инструментария в широкой перспективе, включая метафизику» [Edelman, 2012, р. 3]. Неслучайно тем самым предпринимаются попытки как бы синтезировать идеи Канта с некоторыми положениями феноменологии Э. Гуссерля. Результатом такого рода синтеза выступает нейрофеноменология, в которой центральной является мысль о том, что «представление о трансцендентальном является центральным в биологии» [Khachouf, Poletti, Pagnoni, 2013, р. 6]. Следует заметить при этом, что в содержание понятия трансцендентального включаются те естественные механизмы живых существ, которые способствуют их эффективной адаптации к окружающей среде, например, иммунная система. Таким образом, понятие трансцендентального приобретает прочный онтологический статус, который распространяется на довольно широкий ареал.

Кант, Байес и интеллектуальная обработка данных

Поскольку мозгу постоянно приходится прогнозировать события и предугадывать дальнейшее течение тех или иных процессов, то, как выражался один из видных британских кибернетиков Р. Эшби, главную функцию мозга можно выразить так: это непрерывное и эффективное исправление ошибок. Ошибок, обусловленных огрехами в процессе прогнозирования. Если мозгу удастся сводить массив потенциальных ошибок к минимуму, то он является «хорошим регулятором» человеческой деятельности и, соответственно теореме Конанта-Эшби, репрезентирует внешнюю среду в виде некоторых ментальных моделей.

От качества прогнозирования и своевременности исправления ошибок непосредственно зависит адаптация к окружающей среде, а часто и жизнь организма. Поэтому во всех живых системах нервные системы в большей или меньшей степени (в зависимости от их сложности) приспособлены к реакциям в ситуациях неопределенности, неоднозначности тенденций развития системы и стремления к их оптимальному функционированию в агрессивных с точки зрения их самосохранения средах. Это означает, что в такого рода системах не

могли не вырабатываться механизмы борьбы с неопределенностью и достижения оптимального режима функционирования, опирающиеся на методы предвидения.

В области моделирования нейронных процессов, которые относятся к процедурам прогнозирования, активно применяются представления, непосредственно связанные с теоремой Байеса, предполагающей знание *априорных вероятностей*, значения которых получены в результате наблюдения схожих предшествующих ситуаций. Эта теорема вовсе не претендует на воспроизведение и понимание глубинных механизмов функционирования и архитектоники мозга; она является действенным инструментом моделирования функций мозга, связанных с предсказаниями и будущим поведением.

Т. Байес (1702–1761), будучи британским священником, внес значительный вклад в теорию вероятностей, открыв способ оценки вероятностей опытным путем, причем в последнее время открытая им теорема находит все более и более широкие области применения. Нейронаука не составляет исключения. Здесь исходят из установки, что любой перцептивный процесс неразрывно связан с «рациональными (в широком смысле байесовскими) процессами фиксации оценок дальнейших тенденций и контекстуальных (имея в виду трансляцию от высших функций к низшим) эффектов, которые пронизывают любой уровень обработки внешних данных» и поэтому даже говорят о «вероятностном байесовском мозге», соответствующем «кантовскому пониманию» познания [Clark, 2013, р. 191, 189, 196]. П. Градзиевский утверждает, что интеллектуальная обработка данных мозгом на уровне восприятия происходит в «кантианском духе» [Gładziejewski, 2016, р. 16], а Л. Свенсон подчеркивает, что И. Кант «заложил основы аналитического метода анализа, который позволяет изучать причинные процессы и связи в структуре мозга». Более того, Свенсон склонен объявить И. Канта родоначальником, «дедушкой» когнитивных исследований вообще [Swanson, 2016, р. 2–3, 5].

«Байесовский мозг» открывает возможность описывать поведение и эволюцию ансамблей нейронов, составляющих сеть, в вероятностных терминах. С точки зрения термодинамики такие системы стремятся минимизировать энтропию в процессах перцептивного взаимодействия с реальностью, т. е. фактически минимизировать возможности ошибочных предсказаний в ходе дальнейшего пове-

дения системы, когда они стремятся к некоторому оптимальному режиму функционирования.

Подход, основанный на вышеуказанных положениях, позволяет решительно преодолеть идею пассивного, лишь «отражающего» действительность мозга и представить мозг как систему, вовлеченную в постоянную борьбу с неопределенностью, систему, пронизанную обратными связями, самоорганизующуюся, самообучающуюся со сверхсложной архитектурой, сгенерированной благодаря непрерывной работе с ошибками и коррекцией деятельности его носителя (см.: [Clark, 2015, p. 16; Сушин, 2017; Colombo, 2018]).

Фактически это означает, что мозг работает как своего рода машина, производящая на основе своих внутренних данных гипотезы (которым соответствуют априорные вероятности в формуле Байеса), и испытывает их в деятельности индивида, которая строится на фундаменте предшествующего опыта. Таким образом, обрабатывая внешние сигналы и переводя их во внутренние импульсы и состояния нейронной сети, мозг стремится минимизировать возможность ошибочных предсказаний [Griffin, 2017]. Стало быть, метод проб и ошибок является стержневым для активного и пластичного (байесовского) мозга, функционирование которого может быть также осмыслено в терминах нетривиального фальсификационизма К. Поппера, а смена его внутренних состояний допускает описание с точки зрения идеи и механизмов смены парадигм по Т. Куну [Wiese, 2015, p. 4, 9].

Следует заметить, что байесовские методы исследования не лишены ряда принципиальных недостатков, связанных как раз с фиксацией априорных распределений до начала процедур наблюдения системы и фактического выявления вероятностных характеристик этих распределений. По этой причине примерно до середины XX века байесовские методы были не слишком популярны, но развитие вычислительной техники, позволяющей обрабатывать громадные массивы данных, заставило обратить на эти методы пристальное внимание. Поэтому конец XX и начало XXI столетия ознаменовались возрождением байесовских методов, которые, как мы видим, нашли применение и в современной нейронауке.

Кант, аналитические и холистические системы мышления

В социальной и культурной нейронауке установлено, что с точки зрения когнитивных процедур следует говорить об аналитических и холистических системах мышления, которые присущи носителям разных — западной и восточной — цивилизаций. В западной цивилизации преобладает аналитическая система, а в восточной — холистическая (также иногда именуемая «диалектической»). По существу, здесь имеются в виду различные социально и культурно фундированные системы познания [Нисбетт, Пенг, Чой, Норензаян, 2011, с. 74].

Аналитическая система познания «видит» мир сквозь сетку представлений, предписываемой формальной логикой, отношением рода и вида, в фокусе ее внимания находится объект, а холистическая — посредством мерееологического отношения («целого и части»), в фокусе ее внимания на первом плане присутствует контекст; для первой системы противоречие является вызовом разуму, а для второй противоречие воспринимается как естественное состояние сознания и т. д. (подробнее см.: [Nisbett, 2003]).

Различные социумы и культуры ответственны за различные архитектурные композиции мозга тех людей, которые формировались в их атмосфере, т. е. правомерно рассуждать о «социальном мозге», *биокультурном со-конструктивизме*, поскольку определенная архитектура мозга оказывает обратное влияние и на особенности социума, и на содержание культуры. Иными словами, социум, культура и мозг пронизаны системами обратной связи, что делает траектории развития социума, культуры и мозга взаимно слабокоррелированными, а взаимозависимыми, пересекающимися во многих точках [Бажанов, 2019]. Понятно, что когнитивные особенности представителей разных цивилизаций, детерминированные социокультурными факторами, выражаются и в различных форматах активности мозга часто даже при решении однотипных задач [Kitayama, Uskul, 2011; Han, Ma, 2014; Han, 2017]. Это означает, что представители разных цивилизаций воспринимают мир не идентично, по-разному его «членят», сосредотачиваются на отдельных объектах (западная цивилизация) либо же на контексте событий и явлений (восточная цивилизация), что позволяет гово-

речь с точки зрения характера коммуникаций, соответственно, о низкоконтекстуальных и высококонтекстуальных культурах.

В свою очередь, уровень «контекстуальности» культуры имеет биологические основания в виде доминантной плотности генетического наполнения носителей этой культуры. Речь идет о генкультурном взаимодействии. Так, вероятность наличия так называемого L-аллеля специфического гена 5HTTLPR у представителей западной культуры значительно выше, чем у восточной, а S-аллеля — наоборот. Между тем принято считать, что L-аллель коррелируется с высокой эмоциональной чувствительностью, а S-аллель — с низкой.

Все эти факты можно интерпретировать как своего рода априорные основания когнитивной деятельности биологического происхождения, отсылая нас в конечном счете к истокам — пионерским идеям критической философии И. Канта.

Само собой, современная биология не может обойти и этическое учение И. Канта. Так, М. Томаселло связывает возникновение человеческой морали с естественными психическими процессами, которые имманентны становлению сообществ, сцементированных совместной деятельностью, часто предполагающей риск, а значит, определенную степень доверия между их членами и осознание того, что «он должен быть оправдан, благодаря сотрудничеству, тем, что каждый из нас *обязан* кому-то другому» [Tomasello, 2016, p. 64]. По существу, здесь имеются в виду некоторые биологически фундаментальные механизмы социальной адаптации, запустившие процесс эволюции человека и человеческого общества, тесное переплетение социальных и биологических траекторий, задающих природу человека как биосоциального существа.

С точки зрения когнитивных исследований анализ кантианских мотивов в современной нейронауке имеет непосредственное отношение к проблеме и границам деантропологизации человеческого знания, включая не только знание о самом человеке, но и о природе, физической реальности [Bitbol, Kerszberg, Petitot, 2009, p. 14], что означает существенный шаг в сторону от установок, связанных с убеждением, в свойство когнитивной универсальности субъекта познания и признание зависимости его способностей и стиля познания от конкретного социально-культурного контекста.

Литература

Бажанов, 2019 — Бажанов, В. А. Мозг — Культура — Социум: кантианская программа в когнитивных исследованиях / В. А. Бажанов. — М. : Канон-плюс, 2019. — 288 с.

Кант, 1964 — Кант, И. Сочинения в 6 т. Т. 3 / И. Кант. — М. : Мысль, 1964. — 799 с.

Клабуков, Крамник, Лебедев, 2013 — Клабуков, И. Д., Крамник, И. А., Лебедев, В. А. Фонд перспективных исследований в системе оборонных инноваций / Ред. М. В. Ремизов. — М. : 2013. — 107 с.

Нисбетт, Пенг, Чой, Норензаян, 2011 — Нисбетт, Р., Пенг, К., Чой, И., Норензаян, А. Культура и системы мышления: сравнительный анализ холистического и аналитического познания / Р. Нисбетт, К. Пенг, А. Норензаян // Психологический журнал. — 2011. — Т. 21 — С. 55–86.

Сущин, 2017 — Сущин, М. А. Байесовский разум: новая перспектива в когнитивной науке / М. А. Сущин // Вопросы философии. — 2017. — № 3. — С. 77–87.

Bender, 2020 — Bender A. The Role of Culture and Evolution for Human Cognition // Topics in Cognitive Science. 2020. Vol. 12. Pp. 1403–1420.

Bitbol, Kerszberg, Petitot, 2009 — Bitbol M., Kerszberg P., Petitot J. Introduction // Constituting Objectivity Transcendental Perspectives on Modern Physics / Eds. Michel Bitbol, Pierre Kerszberg, and Jean Petitot. Springer, 2009. I–VIII, 544 p.

Brook — Brook A. Kant's View of the Mind and Consciousness of Self <https://plato.stanford.edu/entries/kant-mind/> (дата доступа: 10 ноября 2021 г.).

Clark, 2013 — Clark A. Whatever Next? Predictive Brains, Situated Agents, and the Future of Cognitive Science // Behavioral and Brain Sciences. 2013. Vol. 36. N 3. P.181–204. Doi: 10.1017/s0140525x12000477.

Clark, 2015 — Clark A. Embodied Prediction // Open Mind. 2015. Vol. 7. N 21. P. 1–20. Doi: 10.15502/9783958570115.

Colombo, 2018 — Colombo M. Bayesian Cognitive Science, Predictive Brains, and the Nativism Debate // Synthese. 2018. Vol. 195. P. 4817–4838. Doi: 10.1007/s11229-017-1427-7.

Dehaene, Brannon, 2010 — Dehaene S., Brannon E. Space, time, and number: a Kantian research program // Trends in Cognitive Sciences. 2010. Vol. 14. N 2. P. 517–519.

Edelman, 2012 — Edelman S. Six Challenges to Theoretical and Philosophical Psychology // Frontiers in Psychology. 2012. Vol. 3. Article 219. Doi: 10.3389/fpsyg.2012.00219.

Fazelpour, Thompson, 2013 — Fazelpour S., Thompson E. The Kantian Brain: Brain Dynamics from the Neurophenomenological Perspective // Current Opinion in Neurobiology. 2013. Vol. 31, April 2015, P. 223–229. Doi: 10.1016/j.conb.2014.12.006.

Gallistel, Gelman 1992 — *Gallistel C.R., Gelman R.* Preverbal and Verbal Counting and Computation // *Cognition*. 1992. Vol. 44. P. 43–74.

Han, 2017 — *Han S.* *The Sociocultural Brain. A Cultural Neuroscience Approach to Human Nature*. Oxford: Oxford University press. 2017. 287 p.

Han, Ma, 2014 — *Han S., Ma Y.* Cultural Differences in Human Brain Activity: a Quantitative Meta-Analysis // *NeuroImage*. 2014. Vol.99. P. 293–300. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2014.05.062.

Hartfield, 1984 — *Hartfield G.* Spatial Perception and Geometry in Kant and Helmholtz // PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association. Vol. 2. Chicago: University of Chicago Press. 1984. P. 569–587.

Hartfield, 1990 — *Hartfield G.* The Natural and the Normative. Theories of Spatial Perception from Kant to Helmholtz. Cambridge (MA): MIT Press. 1990. XII, 366 p.

Griffin, 2017 — *Griffin J.* Predictive Processing: Reconstructing the Mind // *Brain Cognition*. 2017. Vol. 112. P.13–24. Doi: 10.1016/j.badc.2016.03-004.

Kelly, Kriznik, Kinmonth, Fletcher, 2019 — *Kelly M.P., Kriznik N.M., Kinmonth A.L., Fletcher P.C.* The Brain, Self and Society: a Social-Neuroscience Model of Predictive Processing // *Social Neuroscience*. 2019. Vol. 14. N 3. P. 266–276. Doi: 10/1080/17470919.2018.1471003.

Kitayama S., Uskul, 2011 — *Kitayama S., Uskul A.* Culture, Mind, and the Brain: Current Evidence and Future Directions // *Annual Reviews in Psychology*. 2011. Vol.62. P. 419–449. Doi: 10.1146/annurev-psych-120709-145357.

Khachouf, Poletti, Pagnoni, 2013 — *Khachouf O.T., Poletti S., Pagnoni G.* The Embodied Transcendental: a Kantian Perspective on Neurophenomenology // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013. Vol. 7. P. 1–15. Doi: 10.3389/fnhum.2013.00611.

Kosal, Huang, 2015 — *Kosal M.E., Huang J.Y.* Security Implications and Governance of Cognitive Neuroscience // *Politics and Life Sciences*. 2015. Vol. 34. N. 1. P. 93–106. Doi: 10.1017/pls.2015.4.

Nisbett, 2003 — *Nisbett R.* *The Geography of Thought. How Asians and Westerners Think Differently...and Why*. N.Y., L., Toronto, Sydney, Singapore: The Free press. 2003. XXIII, 263 pp.

Muthukrishna et al., 2018 — *Muthukrishna M., Doebell M., Chudek M., Henrich J.* The Cultural Brain Hypothesis: How Culture Drives Brain Expansion, Sociality, and Life History // *PLOS. Computational Biology*. 2018. Vol. 14 (11). Article e1006504. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1006504.

Myhre, 2011 — *Myhre R.S.* Spatial cognition. Kant redux // *Kant: Here, Now, and How*. Brill. 2011. P. 58–60.

Moreno, 2013 — *Moreno J.D.* Mind Wars. Brain Science and the Military // *Monash Bioethics Review*. 2013. Vol.31. N 2. P.83–99.

Northoff, 2012 — *Northoff G.* Immanuel Kant's Mind and the Brain's Resting State // *Trends in Cognitive Sciences*. 2012. Vol 16(7). P. 356–359. Doi: 10.1016/j.tics.2012.06.001.

Northoff, 2018 — *Northoff G.* The Brain's Spontaneous Activity and its Psychopathological Symptoms — “Spatiotemporal binding and integration” // *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*. 2018. Vol. 80, Part B. January 3, P. 81–90 Doi: 10.1016/j.pnpbp.2017.03.019.

Olesen, Gustavsson, Svensson et al, 2012 — *Olesen J., Gustavsson A., Svensson M., Wittchen H.U., Johnsson B.* The Economic Cost of Brain Disorders in Europe // *European Journal of Neurology*. 2012. Vol. 19. P. 155–162. Doi: 10.1111/j.1468-1331.2011.03590.x.

Palmer, Lynch 2010– *Palmer L., Lynch G.* A Kantian View of Space // *Science*. 2010. Vol. 328. Issue 5985. P. 1487–1488. Doi: 10.1126/science.1191527.

Sahakian, Bruhl, Cook et al., 2015 — *Sahakian B. J., Bruhl A.B., Cook J. et al.* The Impact of Neuroscience on Society: Cognitive Enhancement in Neuropsychiatric Disorders and in Healthy People // *Philosophical Transactions. Royal Society. B*. 2015. Vol. 370. 20140214. Doi: 10/1098/rstb.2014.0214.

Slaby, 2015– *Slaby J.* Critical Neuroscience Meets Medical Humanities // *Medical Humanities*. 2015. Vol. 41. P. 16–22. Doi: 10.1136/medhum2015-010677.

Swanson, 2016 — *Swanson L. R.* The Predictive Processing Paradigm Has Roots in Kant // *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2016. Vol. 10. Article 79. P. 1–13. Doi: 10.3389/fnsys.2016.00079.

The Encultured Brain, 2012 — *The Encultured Brain. An Introduction to Neuroanthropology* / Eds. D.H. Lende, G. Downey. Cambridge (MA): The MIT press. 2012. 438 p.

Tomasello, 2016 — *Tomasello M.* *A Natural History of Human Morality*. Cambridge (MA): Harvard University press. 2016. XII, 194 p.

Wiese, 2015 — *Wiese W.* Perceptual Presence in the Kuhnian-Popperian Bayesian Brain // *Open Mind*. 2015. Vol. 7. N19. P. 1–20. Doi: 10.15502/9783958570207.

Zeki, 2008 — *Zeki S.* The Disunity of Consciousness // *Progress in Brain Research*. 2008. Vol. 168. P. 11–18. Doi: 10.1016/S0079-6123(07)68002-9.

Глава 2. АБСТРАГИРОВАНИЕ И АБСТРАКЦИИ В КОНТЕКСТЕ НЕЙРОНАУКИ¹

Развитие когнитивных исследований и нейронауки в последние годы придает особую актуальность анализу таких важных познавательных процедур, как абстрагирование, формирования абстракций и идеализаций, зачастую имеющих первостепенное значение для достижения объективно-истинного знания, под углом зрения тех результатов и того и инструментария, которые были здесь предложены. Думается, что это позволяет не только высветить те новые грани такого рода процедур, которые ранее ускользали от внимания, но и обогатить наши представления о познавательных механизмах в целом, что может открыть новые пространства для эпистемологических штудий.

В одной из статей, написанной незадолго до кончины, в первой половине 1950-х годов, Джон фон Нейман рассуждал о природе языка. Он считал, что любой естественный язык представляет собой «факт истории», а вовсе не абсолютную логическую необходимость. Аналогично, по его мнению, логика и математика также могут быть исторически случайными формами выражения, а «природа центральной нервной системы и применяемых в ней систем определенно свидетельствуют, что положение вещей именно таково...». И далее: «возможно, что, когда мы говорим о математике, мы обсуждаем некоторый вторичный язык, надстроенный над первичным языком, фактически используемым в нашей нервной системе» [Нейман, 1960. С 59–60]. За семьдесят с лишним лет человеческие представления о мозге, его сложности, о связи мозга и математики, да и о языке существенно изменились. Однако, как считает лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине Ричард Аксель, по-прежнему «нам не известна логика, согласна которой активность и функционирование нейронов мозга трансфор-

¹ Журнальный вариант: Эпистемология и философия науки. 2021. №2. С. 6–18.

мируются в наши мысли и действия». Между тем важным и в определенном смысле известным элементом в этой «логике» выступает процесс абстрагирования и формирования абстракций, благодаря которым сенсорная информация, поставляемая нашими органами чувств, которую можно считать своего рода «сырьем» для первичного языка мозга, преобразуется в другого рода язык, определяющий «наши познавательные способности и деятельность» [Axel, 2018, p. 1110, 1112]. Именно способность к созданию абстракций, абстрактных понятий является отличительной чертой человеческого мышления — тем качеством, которое возвышает сознание человека над когнитивным потенциалом других высокоорганизованных живых существ. Абстракции позволяют эффективно «свертывать», представлять в компактном виде громадные массивы сенсорной информации и тем самым в определенном аспекте существенно упрощать процесс познания мира человеком, а следовательно, придают ему возможность эффективной адаптации к изменяющимся внешним условиям.

Абстрагирование и формирование абстракций между тем процесс сложный, привлекающий внимание исследователей едва ли не на всех стадиях развития науки, которая по мере прогресса раскрывает все новые и порой неожиданные его грани. Бурное развитие за последние десятилетия нейронауки, появление культурной и социальной нейронауки, а также таких ее разделов, как нейроэкономика, нейросоциология, нейроэтика, нейрополитология, нейротеология и т. п., раскрывают новые грани процессов абстрагирования и формирования абстракций и ставят задачи в контексте такой уже забрезжившей на горизонте философских науки дисциплине, как *нейроэпистемология*. Задача анализа абстракций, которые используются в современной нейронауке, ставится и нейрофизиологами [Borghi, Bukofski et al., 2017, p. 2].

Является ли абстракция лишь способом «упрощения», отвлечения от некоторых деталей предмета, его «рафинированным» отражением? Или же абстракция позволяет говорить о своего рода онтологии в виде активности некоторых фрагментов нейронных сетей мозга, а не только об онтологии в виде ментального образования, *прообраза*, непосредственного предмета, явления, ставшего основанием для формирования абстракции? Если процесс абстрагирования сопряжен с возбуждением нейронных сетей (т. е. имеет

нейронные корреляты) и тем самым заставляет вспомнить о концепции кантовского априоризма, то в каком свете с точки зрения теории познания предстают ключевые абстракции, вовлеченные в познавательную деятельность, — абстракции отождествления, неразличимости, постоянства, индивидуации и т. д., и какой статус приобретают в этом случае такие науки, насыщенные абстрактными образованиями, как логико-математические (если назвать наиболее фундаментальные, относящиеся к основаниям математики, то это абстракции актуальной, потенциальной, фактической бесконечности, число, множество, функция и т. д.)?

Что есть абстрагирование и абстракция?

И в зарубежной, и в отечественной литературе под операцией абстрагирования, имеющей результатом образование абстракций, понимают процедуру отвлечения от некоторых несущественных в определенном отношении свойств предметов и/или явлений [Rosen, 2017]. Это процедура, которая ограничивает многообразие предметной области. Однако абстрагирование (и результат в виде абстракции) — это не только и часто даже не столько отвлечение и/или обобщение, а еще, как настоятельно подчеркивал М. М. Новоселов, и пополнение первичного образа и опыта за счет идеализации, посредством воображения, наделяющего предмет отвлечения, вообще говоря, отсутствующими у него чертами. Если абстракция всегда «привязана» к некоторой онтологии, то идеализация — нет, поскольку наделяет предмет свойствами, которые у него фактически отсутствуют [Новоселов, 2010, с. 61]. Аналогичную мысль высказывают М. Стохов и М. ван Ламбалген: «Абстракция — это не только отрицание (имея в виду отвлечение от несущественных свойств — В. Б.). Абстракция не изменяет онтологию явлений; она методологически и практически мотивирована, а не (в отличие от идеализации — В. Б.) идеологически» [Stokhof, Lambalgen, 2011, р. 9]. Довольно редко обращают внимание на такую особенность идеализации, которая связана с тенденцией от нее избавиться уже после построения полной, детализированной модели предмета или явления [Batterman, 2009, р. 444]. В зарубежной англоязычной литературе, возможно, в силу специфики тезауру-

са, доминирует анализ не собственно процесса *абстрагирования* (abstraction — это обозначение и самого процесса, и результата), а природы и статуса *абстрактных объектов*, а также в определенных ситуациях *абстрактных и конкретных понятий*, причем последние мыслятся как онтологически заданные сущности во всем разнообразии их свойств, а «абстрактные понятия всегда включают какие-то отношения между иными понятиями» [Hayes, Крамер, 2017, р. 2]. Абстракции — это те исторически детерминированные в смысле их содержания инструменты, которые определяют разрешающую способность, особенности *эпистемологической фокусировки*, равно как и множества базисных объектов и методологии процессов отвлечения и пополнения, относящихся к ним свойств. Все это интегрируется в «метод абстракции», который, в частности, воплощается в «концептуальной логике информации», фактически используемой в конструировании сложных и сверхсложных систем [Floridi, 2017, р. 5-8-509]. Следуя идеям Г. Фреге, который сформулировал так называемый принцип Юма для тождества кардинальных чисел и Б. Рассела, в математической логике число может быть представлено как репрезентация отношения равенства [Antonelli, 2010].

Любая абстракция «привязана» к определенному познавательному интервалу [Новоселов, 2010, с. 86]. *Интервал абстракции* задается информацией о возможных моделях абстракции, извлекаемой из смысловой и логической структуры этой абстракции, часто представляемой в синтаксической форме. Фактически речь идет об информации, неявно закодированной в абстракции. Если абстракция является продуктом процессов отвлечения и пополнения в силу активного характера человеческого мышления, то напрашивается заключение о том, что это всецело эпистемологическое понятие, хотя и образованное, разумеется, на некотором онтологическом фундаменте, причем сама онтология является производной от наших эпистемологических установок и соответствующих им сечений реальности. Если это понятие, относящееся к абстрактному объекту, то, согласно традиционной логической интерпретации, оно является формой мышления, которое обобщает совокупности предметов по определенным, важным для данных познавательных целей признакам. Тем не менее современная нейронаука, энергично реализующая так называемую кантиан-

скую программу исследований [Бажанов, 2019], заставляет переосмотреть традиционное понимание абстракции как формы мышления и замкнуть онтологические предпосылки репрезентации абстракции в соответствие с этой программой на функционирование тех или иных нейронных сетей мозга или даже отдельных нейронов. Тем самым и процесс отвлечения, и процесс пополнения в определенном смысле будут предопределяться спецификой «работы» данных сетей конкретного субъекта, которая в общем случае зависит от преследуемых им целей и характера деятельности. Кроме того, первостепенное значение имеют факторы, работающие на адаптацию субъекта к окружающей среде, часто функционирующие вне и помимо его рациональной сферы. Так, например, выделение некоторой движущейся фигуры на каком-то фоне происходит автоматически, поскольку фиксация и помещение в фокус внимания движущегося объекта отвечают задаче обеспечения его безопасности; к объектам же, сохраняющим свое пространственное положение, на время, достаточное для оценки опасности объекта, уже начавшего движение, внимание утрачивается. Этот факт был подтвержден остроумным экспериментом, замысел которого оказался достойным для изложения на страницах ведущего мирового журнала «Nature» [Tadin, Park, Dieter et al, 2019, p. 2–3], а статья с описанием эксперимента в известном научно-популярном журнале «Quanta magazine» вышла с характерным названием «Ваш мозг решает, что Вам дозволено видеть» [Serelewicz, 2019]. Вообще говоря, от целей и специфики деятельности субъекта зависит модус его восприятия действительности и угол зрения, под которым эта действительность «препарируется». Таким образом, классическая идея трансцендентализма И. Канта преобразуется в идею *трансцендентализма деятельностиного типа*, имея в виду довольно выраженную даже на физиологическом уровне зависимость состояния и функционирования мозга от конкретной активности и интенций его носителя (например, экспериментально установлено, что определенные участки мозга у водителей такси в запутанных лабиринтах улиц и переулков Лондона и у музыкантов, регулярно оттачивающих свое мастерство, изменяются и сохраняются в таком состоянии еще некоторое время после завершения данного типа деятельности). Трансцендентализм здесь выступает не как своего рода спекулятивная, умо-

зрительная идея, а как идея, отвечающая и духу, и букве заметного натуралистического поворота в современной науке.

Апелляция к концептуальному наследию И. Канта при осмыслении (классического) метода абстрагирования естественна, поскольку этот метод «кантианский по своей природе» и, более того, он может считаться и «антиметафизическим также в кантианском духе»... Вполне допустимо ввести понятие и уровней метода абстрагирования, своего рода методологию «левелизма (levelism)», развивающую классический метод абстракции [Floridi, 2008, p. 318, 304].

Думается, что идею о деятельностином типе трансцендентализма с учетом ее онтологической основы в виде активности тех или иных нейронных образований и использования в познании определенных абстракций можно также интерпретировать под углом зрения «обратного» принципа Кюри в его «слабой» версии. Если «прямой» принцип Кюри говорит о том, что на уровне индивида социум и культура несут ответственность за «конфигурацию» мозга, имея в виду перестройку его физиологических механизмов и активности в зависимости от характера социально-культурного контекста, генерируя представления о «социальном мозге» [Бажанов, 2020], то «обратный» принцип Кюри гласит, что «архитектоника» мозга и абстракции, которыми он оперирует, некоторым образом конфигурируют уже и социум, и культуру. Таким образом формируется целостная система «мозг — социум — культура», пронизанная сетями обратных связей. В самом общем виде здесь принято говорить об индивидуалистских и коллективистских культурах, в которых доминируют носители с разными особенностями ментальной активности и в определенной степени разными механизмами формирования абстракций.

Онтология ментальных конструкций

Слова, обозначающие абстракции, являются своего рода конструкциями, которые не только активизируют те или иные ментальные состояния, но и способствуют обогащению тезауруса, т.е. порождают новые понятия. Этот процесс оказывается как бы самоподдерживающимся [Yee, 2019, p. 1261–1262]. Оперирование абстракциями позволяет мозгу быстрее обрабатывать поступаю-

щую из внешней реальности перцептивную информацию. Так, во многих европейских языках феномены, связанные с обонянием (а именно запахи), преимущественно описываются конкретными понятиями (пахнет лимоном, чесноком, сладкий, горький запах и т. п.). В словаре же этнической группы Jahai, обитающей в некоторых районах Малайзии и Таиланда, для запахов используются особые — абстрактные — понятия. Представители этой группы реагируют на запахи заметно быстрее европейцев [Borghi, Barka, Binkofski et al., 2017, p. 6]. Одна из важных функций абстракции под углом зрения процесса адаптации человека и его когнитивного потенциала — эффективное свертывание, представление в компактном виде перцептивной информации, что позволяет субъекту более оперативно реагировать на процессы, от которых зависит его повседневная активность, а порой и жизнь. Можно предположить, что в условиях тропиков в отличие от северных народов, которые обитают в суровом климате с продолжительной зимой, когда уровень запахов в среде понижен, обоняние входит в состав первостепенных факторов, позволяющих осуществлять оперативную адаптацию.

Важным механизмом образования абстракций и абстрактных понятий выступает метафора и метонимия, которые в случае нейронауки также, приблизив неизвестный феномен к известной, привычной ситуации, поместив в уже, казалось бы, знакомый контекст, помогают вписать его в представления, в надежности и достоверности которых был шанс убедиться раньше. В современной нейронауке востребованы прежде всего атрибутивные и реляционные метафоры [Jamrozik, McQuire et al, 2016; Dove, Barca, Tumtolini, 2020]. Именно эти типы метафор наиболее полно описывают наш сенсомоторный опыт и довольно широко используются в концепции энактивизма. Продолжение прорыва, который был очевиден в нейронауке последние пятнадцать — двадцать лет, даже в ведущем мировом научном журнале «Nature» все более отчетливо связывается с поиском новых эвристически насыщенных метафор, которые помогут представить механизмы функционирования мозга и отдельных его нейросетей, пластичность и корреляцию с социокультурным контекстом, в языке, [Casper, 2020, p. 24]. Впрочем, история применения метафор для понимания работы мозга восходит еще к античности.

Абстрактные и конкретные понятия представлены, закодированы в различных частях мозга, поскольку сенсомоторный, лингвистический и социально-культурный опыт имеет различный «вес» при формировании и характеристике этих понятий. При этом абстрактные концепты с некоторой степенью условности можно поделить на четыре основных кластера: философские и религиозные (например, ценность), относящиеся к социальным качествам (например, вежливость), характеризующие эмоциональную сферу (например, озлобленность) и понятия, относящиеся к физическим, пространственно-временным и количественным характеристикам предметов и явлений [Villani, Lugli, Liuzza, Borghi, 2019, p. 404]. Высказывается мнение, что даже понятия, которые описывают одно и то же действие, в зависимости от интенций субъекта могут восприниматься мозгом как понятия различного уровня абстрактности. Эти уровни подчиняются своего рода дихотомическому делению: широкий — неширокий (узкий), воображаемый — невоображаемый (реальный), духовный — недуховный (телесный), притягательный — непритягательный (безобразный) и т. п., а также задаются своего рода вопросами, которые организуют деятельность субъекта. Скажем, согласно гипотезе «трех уровней» (обработки поступающей в мозг информации из внешнего мира), это «вычислительный» (иногда называемый семантическим) уровень вопросов о целях деятельности (почему, где, откуда?), «алгоритмический» (иногда называемый синтаксическим) о механизмах деятельности (как, каким образом?) и уровень, характеризующий применение результатов деятельности (как с физической точки зрения в «металле» они воплощены?). Так, одно и то же действие, например, связанное с принятием какого-то решения, в зависимости от уровня его осмысления (интерпретации) субъектом и непосредственных целей может быть описано абстрактными понятиями, соответствующими названным выше уровням [Spunt, Kemmerer, Adolphs, 2016, p. 1149].

Абстрактные и конкретные понятия «обрабатываются» не только различными областями мозга; они активизируют разные нейронные сети, а в некоторых случаях и отдельные «концептуальные» нейроны. Так, задняя теменная кора (inferior parietal cortex) и затылочная доля (occipitotemporal cortex) мозга кодируют действия, выраженные в абстрактных терминах, а премоторная кора (premo-

tor cortex) — только в конкретных понятиях [Wurm, Lingnau, 2015, p. 7729]. Некоторые исследования связывают обработку конкретных понятий с лобно-теменными областями мозга, а абстрактных — с задними его областями, которые также активизируются в процессах визуального восприятия [Gillard, Liberman, Maril, 2014, p. 939]. Что касается отдельных «концептуальных» нейронов, то они обычно располагаются в пределах медиальной височной доли (включая гиппокамп) и способны кодифицировать семантические абстракции высокого уровня. Процедура обобщения понятий (например, от «буйвола» до «животного») можно рассматривать как иерархическое обобщение знаний, которое кодифицирует уже некоторую совокупность концептуальных ячеек [Carpia, Tyukoin, Makarov, 2020].

Разумеется, локализация функций мозга (своего рода редукция), связанных с действиями с абстрактными и конкретными понятиями, достаточно условна, поскольку фиксация возбуждений тех или иных нейронных сетей (т. е. их локализация) при использовании метода функциональной магнитно-резонансной томографии часто не может претендовать на абсолютную точность [Klein, 2010, p. 270–272; Khalidi, 2020, p. 7–9], но тем не менее нахождение такого рода областей важно для анализа процесса оперирования понятиями. Впрочем, здесь имеются в виду не причинно-следственные зависимости, а коррелятивные связи. Многообразие, сложность и роль этих связей в работе мозга стимулируют развитие интегративной нейронауки, активно использующей различные методы математического моделирования [Koutchebey, Tretter, Braun et al, 2016].

Функционирование нейронных сетей при возбуждении посредством абстрактных и/или конкретных понятий описывается в энтивизме таким образом: оно сопровождается активностью тех фрагментов сети, которые несут «ответственность» за действия или понимание смысла, предполагаемые этими понятиями [Quant, Lee, Chatterjee, 2017, p. 314]. С другой же стороны, эти нейронные сети обеспечивают препарирование реальности под углом зрения определенных абстракций и соответствующих им понятий. Деятельность человека и/или даже его привычки (например, читать слова и цифры слева направо, а у арабов справа налево) налагают следование определенным когнитивным уста-

новкам (связанных, скажем, с упорядочением ментальных образов); если речь идет о распределении чисел по мере их возрастания на горизонтальной геометрической оси, то слева направо или с правой стороны налево — в случае моноязычных арабов [Ganayim, Ibrahim, 2014, p. 164–165]. Таким образом, в данном процессе оказываются не просто тесно переплетенными онтогенетические и социально-культурные факторы, но фактически они в значительной степени порождают друг друга. Происходит своего рода взаимная «сонастройка» нейронных сетей, структурное сопряжение используемых в акте познания абстракций и социокультурного контекста, соответствующего данной когнитивной ситуации. Поэтому эта ситуация может интерпретироваться как реализация системной стратегии, составляющей ядро метода биокультурного со-конструктивизма.

У человека обработка перцептивной информации осуществляется несколькими модулями мозга, каждый из которых выполняет специфическую функцию. Данные, ментальные по своей природе, модули упорядочивают человеческий опыт. Их статус также может быть связан с идеями кантовского априоризма [Krysztofak, 2016, p. 6]: субъект расчленяет объективный мир, пользуясь «оптикой», задаваемой в конечном счете этими нейронными модулями, — «оптикой», которая на уровне дискурса предстает как абстракция.

* * *

Познавательная деятельность субъекта предполагает применение определенных абстракций, которые «задают» соответствующую им онтологию. Это касается и функционирования нейроструктур, связанных с «обработкой» абстракций и абстрактных понятий различного уровня. В свою очередь, активность этих структур в известной степени определяет ракурс «членения» реальности (имея в виду, например, аналитический или холистический тип когнитивной активности). Социум, культура и мозг взаимодействуют и перестраиваются благодаря системам обратной связи, формируя целостную систему (динамика которой реконструируется в концепции биокультурного со-конструктивизма), причем пластичность мозга характерна не только для ранних стадий развития субъекта, но и в последующем. Абстрагирование

оказывается эффективным средством и упрощения реальности, и ее пополнения (функция идеализации), благодаря, в частности, порождению метафор и выстраиванию абстракций в виде некоторых иерархий, отличающихся своей общностью. Абстракции несут ответственность за эпистемологическую точность теории, которая противостоит неточности опыта. Все эти процессы говорят в пользу переноса акцента на натуралистическую методологию в современных когнитивных исследованиях, что, однако, вовсе не перечеркивает сильные стороны социоцентризма, а ставит проблему полноценного синтеза натурализма и социоцентризма.

Литература

- Бажанов, 2019 — *Бажанов, В. А.* Мозг — культура — социум: кантианская программа в когнитивных исследованиях / В. А. Бажанов. — М.: Канон + РООИ «Реабилитация», 2019. — 288 с.
- Бажанов, 2020 — *Бажанов, В. А.* Методологическое значение принципа Кюри для социальных наук / В. А. Бажанов // Социология науки и технологий. — 2020. — № 1. — С. 53–62.
- Нейман, 1960 — *Нейман, Дж. фон.* Вычислительные машины и мозг / Дж. Нейман // Кибернетический сборник. — 1960. — № 1. — С. 11–60.
- Новоселов, 2010 — *Новоселов, М. М.* Абстракция в лабиринтах познания. Логический анализ / М. М. Новоселов. — М.: Идея-Пресс, 2010. — 408 с.
- Antonelli, 2010 — *Antonelli A. G.* Numerical Abstraction via Frege Quantifier // Notre Dame Journal of Formal Logic. 2010. Volume 51. Number 2. P. 161–179.
- Axel, 2018 — *Axel R.* Q&A // Neuron. 2018. Vol. 99. P. 1110–1112.
- Batterman, 2009 — *Batterman R. W.* Idealization and Modeling // Synthese. 2009. Vol. 169. Pp. 427–446.
- Borghi, Barka, Binkofski, 2018 — *Borghi A., Barka L., Binkofski F. et al.* Varieties of Abstract Concepts: Development, Use and Representation in the Brain // Philosophical Transactions of Royal Society. B. 2018. Vol. 373. Article 20170121.
- Borghi, Binkofski, 2017 — *Borghi A., Binkofski F., Castelfranchi C. et al.* The Challenge of Abstract Concepts // Psychological Bulletin. 2017. Vol. CXLIII. N 3. Pp. 263–292.
- Carpia, Tyukin, Makarov, 2020 — *Carpia C., Tyukin I., Makarov V.* Universal Principles Justify the Existence of Concept Cells // Scientific Reports. 2020. Vol. 10. Article 7889
- Casper, 2020 — *Casper S.* Neuroscience Needs Some New Ideas // Nature. 2020. Vol. 580. Pp. 23–24.

- Cepelewicz, 2019 — *Cepelewicz J.* Your Brain Chooses what to Let You See // Quanta magazine. 2019. September 30.
<https://www.quantamagazine.org/your-brain-chooses-what-to-let-you-see-20190930> (доступ 10 ноября 2021 г.).
- Dove, Barka, Tummolini, 2020 — *Dove G., Barka L., Tummolini L et al.* Words Have a Weight: Language as a Source of Inner Grounding and Flexibility in Abstract Concepts. Preprint. 2020.
- Floridi, 2008 — *Floridi L.* The Method of Levels of Abstraction // Minds and Machines. 2008. Vol. 18. Pp. 303–329.
- Floridi, 2017 — *Floridi L.* The Logic of Design as a Conceptual Logic of Information // Minds & Machines. 2017. Vol. 27. Pp. 495–519.
- Ganayim, Ibrahim, 2014 — *Ganayim D., Ibrahim R.* Number Processing of Arabic and Hebrew Bilinguals: Evidence Supporting the Distance Effect // Japanese Psychological Research. 2014. Vol. 56. No. 2. Pp. 153–167.
- Hayes, Kraemer, 2017 — *Hayes J. C., Kraemer D. J. M.* Ground Understanding of Abstract Concepts: The Case of STEM Learning // Cognitive research: principles and implementations. 2017. Vol. 2. Article 7.
- Jamrozik, McQuire, 2016 — *Jamrozik A., McQuire M., Cardillo E.R., Chatterjee A.* Metaphor: Bridging Embodiment to Abstraction // Psychonomic Bulletin and Review. 2016. Vol. 23. Pp. 1080–1089.
- Khalidi, 2020 — *Khalidi M. A.* Neural Correlates Without Reduction: the Case of the Critical Period // Synthese. 2020. Vol. 197(5). Pp. 1 — 13.
- Klein, 2010 — *Klein C.* Images are not the Evidence in Neuroimaging // Brit. J. Phil. Sc. 2010. Vol. 61. Pp. 265–278.
- Koutchebey, Tretter, Braun, 2016 — *Koutchebey B, Tretter F., Braun H. et al.* Methodological Problems on the Way to Integrative Human Neuroscience // Frontiers in Integrative Neuroscience. 2016. Vol. 10. Article 41.
- Krysztofiak, 2016 — *Krysztofiak W.* Representational Structures of Arithmetical Thinking. Part 1. *Axiomates*. 2016. Vol. 26. № 1. Pp. 1–40.
- Quant, Lee, Chatterjee, 2017 — *Quant L., Lee Y.-S., Chatterjee A.* Neural Bases of Action Abstraction // Biological psychology. 2017. Vol. 129. Pp. 314–323.
- Rosen, 2020 — *Rosen G.* Abstract objects // Stanford Encyclopedia of Philosophy. <https://plato.stanford.edu/entries/abstract-objects/> (доступ 10 ноября 2021 г.).
- Stokhof, Lambalgen, 2011 — *Stokhof M., Lambalgen M. van.* Abstractions and Idealizations: the Constructions of Modern Linguistics // Theoretical Linguistics. 2011. Vol. 37. N 1-2. Pp. 1–26.
- Tadin, Park, Dieter, 2019 — *Tadin D., Park W. J., Dieter K. C. et al.* Spatial Suppression Promotes Rapid Figure-Ground Segmentation of Moving Objects // Nature communications. 2019. Vol. 10. Article 2732. Pp. 1–12.

Villani, Lugli, Liuzza, Borghi, 2019 — *Villani C., Lugli L., Liuzza M.T., Borghi A.M. Varieties of Abstract Concepts and their Multiple Dimensions // Language and cognition. 2019. Vol. 11. N 3. Pp. 403–430.*

Wurm, Lingnau, 2015 — *Wurm M.F., Lingnau A. Decoding Actions at Different Levels of Abstraction // The Journal of Neuroscience. 2015. Vol. 35(20). Pp. 7727–7735.*

Yee, 2019 — *Yee E. Abstraction and Concepts: When, How, Where, What and Why? //Language, Cognition and Neuroscience. 2019. Vol. 34. N 10. Pp. 1257–1265.*



Раздел 2. Нейронаука и математика

Глава 3.

ПРИРОДА МАТЕМАТИКИ ПОД УГЛОМ ЗРЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ¹

Взгляды на природу математической реальности располагаются между двумя крайностями — реализмом (часто называемым платонизмом), утверждающим, что математические конструкции существуют вне и независимо от человеческого сознания в некоторой «трансцендентной», малодоступной непосредственно восприятию реальности, и антиреализмом (близким по своим установкам номинализму), согласно которому математические структуры и объекты являются творческими продуктами человеческого воображения.

Понятия реализма и конструктивизма имеют множество значений, которые зависят от той предметной области, к которой применяются. Так, можно говорить — что особенно принято в западной философии — о (научном или структурном) реализме в смысле, достаточно близком к понятию материализма, которое используется в отечественной философии [Psillos, 2009]. Если имеется в виду математика, то истоки представлений о реализме здесь восходят к едва ли не средневековой оппозиции реализма и номинализма. Понятие реализма расщепляется на ряд видовых понятий в зависимости от того или иного направления в основаниях математики — сильная и слабая версии реализма, объектный реализм, «полнокровный» реализм» и т. п. [Бажанов, 2014]. Для большинства работающих математиков позиция реализма оказывается наиболее комфортной, поскольку имеет в виду существование некоторой независимой от человека математической реальности, объекты которой «открываются» в процессе математического творчества, а сам исследователь подобен страннику, осваивающему terra incognita.

¹ Журнальный вариант: Вопросы философии. 2020. № 11. С. 87–96.

Обычно эта позиция характеризуется как «платонизм» (сильная версия реализма). Экзистенциальный статус объектов в платонизме сходен со статусом Карлсона, который живет на крыше. Для детей Карлсон, который живет на крыше, вполне «реален» как имманентный элемент их жизненного мира и пробуждающегося сознания, а взрослый осознает, что он сотворен воображением Астрид Линдгрэн.

Конструктивизм же в математике придерживается точки зрения, что исследователь подобен инженеру, который создает определенные объекты (функции, отношения и т. д.) силой своего разума. Он не путешественник по неизведанным землям, а архитектор новаторских конструкций. Здесь Карлсон, который живет на крыше, — порождение человеческого творчества, конструкт, способный на самостоятельное существование при определенных условиях и в заданных границах.

В концептуальном фундаменте математического реализма и конструктивизма, вообще говоря, лежат принципиально различные абстракции (типа актуальной или потенциальной бесконечности), что не позволяет говорить о том, что реализм и конструктивизм концептуально совместимы. Выбор той или иной концепции зависит от выбора исходных абстракций и принципов порождения нового знания. Так, математический реализм сильно не озабочен возможностью применения аксиомы выбора или статусом теорем «чистого существования», но для конструктивизма здесь кроется предмет серьезных раздумий и сомнения.

Математика в определенном смысле особая наука. Ее природа отлична от тех наук, которые имеют прочный эмпирический базис в виде природы. По какой причине о математическом реализме/платонизме (и сопутствующих проблемах) в том же смысле, что и в математике, здесь, так сказать, под эпистемологическим углом зрения говорить сложно? Основная причина, на мой взгляд, заключается в том, что науки о природе плотным образом «завязаны» на эмпирический базис, который не позволяет столь свободно, как в математике, творить объекты а la Карлсона, который живет на крыше. Однако это обстоятельство вовсе не снимает проблему реализма по отношению к естествознанию. Она ставится и решается в ином ключе, чем в математике. Можно ли сопоставить ее постановку в математике и по отношению к наукам о природе?

По отношению к наукам о природе *в том аспекте, о котором идет речь в математике*, допустимо говорить преимущественно о конструктивизме, который расщепляется на множество направлений — от социального конструктивизма до конструктивного эмпиризма [Van Fraassen, 2001; Dicken, 2010]. Думаю, что своего рода инвариантом концепции конструктивизма является идея о том, что субъект (познания и/или деятельности) не пассивно «созерцает» реальность, а активно ее «творит». В свою очередь, реальность «творит» субъекта, имея в виду механизмы его адаптации к окружающей среде и преобразование его когнитивного инструментария. Поэтому в науках о *живой* природе точнее следовало бы говорить о *со-конструктивизме*, который особенно рельефно выражается в случае взаимосвязи социума, культуры и мозга, принимая форму биокультурного со-конструктивизма. Социум, мозг и культура оказываются пронизанными системой обратных связей — системой, каждый элемент которой детерминирует развитие остальных. Иными словами, происходит аккультурация мозга и его активности, нейродетерминация социума и культуры: естественная траектория развития живой системы переплетена с социально-культурной.

Более того, надо иметь в виду и генкультурные взаимодействия, когда элементы системы «гены — структуры — функции — деятельность» находятся в состоянии двунаправленного взаимодействия: активность и состав генов зависят от характера социума и культуры с присущими для них видами деятельности, а последние изменяются в результате действия возрастающей массы носителей активности преобладающего множества генов. Речь идет об эффекте Болдуина, который состоит в том, что изменения в образе жизни особи, способствующие ее успешной адаптации, являются эффективными факторами естественного отбора и ведут к выбору новой траектории эволюции целых социальных групп.

Если принять такую интерпретацию конструктивизма, то, полагаю, можно миновать и Сциллу в виде натурализма, и Харибду в виде социоцентризма. Аналитические методы исследования в этом случае дополняются элементами холизма в построении картины реальности, в центре которой находится субъект с его различными формами деятельности. Натурализм описывает естественную траекторию развития системы, а социоцентризм — роль и функции в этом развитии социума и культуры.

Интенсивное развитие когнитивных исследований позволяет внести некоторую ясность в многолетнюю дискуссию реализма и антиреализма и дать наиболее правдоподобный ответ на вопросы о том, 1) *что же выступает источником развития математики как науки?* 2) *на каком основании строится здание математики?* 3) *какие факторы определяют его «несущие» конструкции?*

Природа математики, основания математического творчества, феномен числа и другие проблемы философии математики активно обсуждаются под углом зрения современной нейронауки [Dehaene, Brannon (eds.), 2011; Leibovich et al., 2017, 4–5; Burr, 2017, p. 18]. Эти вопросы привлекают внимание самых различных направлений в контексте когнитивных исследований. Так, концепция энактивизма [Князева, 2014] уже два десятка лет тому назад обрисовала некоторый общий подход к проблеме происхождения математики: «Математика, которую мы знаем, структурирована и лимитирована свойствами человеческого мозга и психики, — констатировали Дж. Лакофф и Р. Нуньес еще в 2000 году. — Единственная математика, которую мы знаем или вообще можем знать, — связана с нашим мозгом и сознанием» [Лакофф, Нуньес, 2012, p. 29]. Стронники энактивизма считают, что «объективная математика» в смысле Геделя — в виде той самой «трансцендентной» реальности — не существует; можно говорить лишь о существовании «субъективной математики» — фактически в духе антиреализма. Впрочем, аналогичные суждения принадлежат и активно работающим математикам, которые добились выдающихся результатов. Так, один из крупнейших математиков современности М. Атья был склонен утверждать, что «абстрактное понятие величины (способность отличать меньшее от большего) имеет корреляты в самом мозге и, таким образом, оно носит врожденный характер» [Atiyah, 2008, p. 1157]. Это означает, что в конечном счете основания математического творчества следует искать в активности некоторых нейроструктур, ответственных за человеческие способности к воображению и абстрактному мышлению.

Категоричные суждения о невозможности «объективной математики», впрочем, вызывают возражения, поскольку вряд ли допустимо в категоричной манере смешивать «идеальное» (математическую реальность в духе Платона) и возможные способы его репрезентации [Voorhees, 2004, p. 86]. Впрочем, еще ранее о том,

что наивно считать математику отражением материального мира или же некоторой реальности в духе Платона, писал Й. Рав, который рассматривал математическую деятельность как своего рода искусство, приобретающее характер объективности посредством социального взаимодействия тех, кто его производит [Rav, 1989, p. 61–62].

Исследования последнего десятилетия в области когнитивной нейронауки позволяют существенно уточнить детали того, как математика связана с нашим мозгом и сознанием².

Исходная точка развития математики: феномен «чувства числа»

Это уточнение связано с открытием феномена, получившего название (если не вдаваться в тонкости интерпретации содержания понятий) «чувство числа», процесс субитации (*number sense*, *numerosity*, *subitizing*). Этот феномен свидетельствует об усилении натуралистических тенденций в философии математики³. Хотя рассмотрение природы числа увлекает, как будет показано ниже, и соображения, относящиеся к социоцентризму, который подчеркивает важность социокультурных факторов в освоении числовой и представленной в дигитальных процедурах производства информации и оперировании современными математическими понятиями. В частности, это касается открытия и придания общезначимого статуса образу числовой прямой — изображение множества чисел в виде непрерывной линии, простирающейся от минус до плюс бесконечности [Nunez 2011, 657].

Суть «чувства числа», феномена субитации, состоит в том, что способность симультанно воспринимать и различать небольшие количества (от одного до примерно четырех) в силу их важности

² В частности, ныне принято говорить в определенном смысле об «энактивированном» (*embodied*) мозге [Kiverstein, Miller, 2015] и, соответственно, о таком новом направлении развития науки, как «культурная биология» (*Cultural-Biology*), в основе которой лежат идеи молекулярных аутопоэтических систем, развивающихся в некотором культурном пространстве [Maturana, Davila, Munoz, 2016].

³ Тем не менее предпринимаются попытки и его иного понимания — в контексте традиционных подходов в философии математики [Marshall, 2018, p. 2].

для сохранения жизни и устойчивого функционирования системы является имманентным, врожденным продуктом эволюции живого и, таким образом, универсальным, сквозным свойством любого более или менее развитого организма, детерминированным онтогенетически, — от муравьев и рыбок гуппи до человеческого младенца, который уже в возрасте нескольких месяцев обычно способен совершать простейшие протоарифметические операции «сложения» и «вычитания» нескольких предметов [Tosto et al., 2014; Agrillo, Bisazza, 2017; Agrillo, Bisazza et al., 2018; Hannagan et al., 2018, p. 18]⁴. Этот феномен заставляет вспомнить учение И. Канта об априоризме, переосмысленное, разумеется, в терминах современной когнитивной нейронауки.

В понятие «чувство числа» и представителями когнитивных наук, и педагогами, занятыми анализом и совершенствованием математического образования, вкладывается довольно широкий спектр значений. Если иметь в виду своего рода «жесткое ядро» данного понятия, то это не только способность симультанно воспринимать небольшие количества (предметов), но и сравнивать их с точки зрения различия единиц и порядка расположения, совершать простейшие арифметические операции (типа сложения и/или вычитания), понимать значения цифр, осознавать степень соответствия или несоответствия чисел количеству реальных вещей (репрезентативный аспект), ошибки в восприятии числовых величин, а также местонахождение чисел на (ментальной) числовой оси.

«Чувство числа» может совершенствоваться: способность различать близко расположенные числа по мере взросления увеличивается, подчиняясь закону Вебера-Фехнера (причем ошибки при различении логарифмически зависят не от абсолютных значений величин множеств сравниваемых предметов, а от их соотношения — чем больше элементов множества, тем с меньшей точностью могут быть установлены их соотношения). Наличие такого рода способности между тем вовсе не означает, что в любом человеческом сообществе имеется и развита категория числительных в языке. Племена, до сих пор находящиеся на примитивном

⁴ Аналогичные способности касаются и некоторых простейших геометрических конфигураций [Amalric, Wang et al., 2017].

уровне развития, вполне обходятся без сколько-нибудь развитых категорий числительных (десятки языков австралийских племен подобного не имеют). Это своего рода «нечисловые» культуры, представители которых испытывают значительные сложности при необходимости вести счет и устанавливать точное количество объектов. В то же время данные «нечисловые» сообщества, которые до сих пор обитают также, например, в дельте реки Амазонки, могут быть очень хорошо адаптированы к окружающей среде, составляя с ней одно целое.

Понятие «целого числа» возникает в продвинутых культурах, которые используют достаточно сложные языки. Как замечал еще К. Поппер, «натуральные числа — итог деятельности человека, продукт человеческого языка и человеческого мышления» (цит. по: [Dehaene, 2011, p. 117]). Число вообще и целое (натуральное) число в частности оказывается результатом взаимодействия протоцифровой интуиции, связанной с феноменом субитации, и культурных традиций, характерных для «числовых» сообществ, специально обучающих детей счету и работе с точными числовыми величинами⁵. Такого рода обучение считается важным элементом подготовки к школе, которое впоследствии существенно облегчает восприятие математических конструкций и усвоение математических операций [Sarnecka, Wright, 2013, p. 9; Tosto, Petrill et al., 2017, p. 1936].

Нейрофизиологическая основа «чувства числа» — это активность прежде всего такой области мозга, как внутритеменная борозда теменной доли [Nieder, Dehaene, 2009, p. 187; Hyde, 2015, p. 561; Lyons, 2015, p. 476]. Здесь «обслуживается» одна (из, как считается, двух) когнитивных систем, связанных с математическими способностями. Эта система функционирует вне зависимости от культуры и языка. Она предполагает приближенную и несимволическую оценку количеств, и здесь происходят элементарные процедуры сравнения и такие операции, как сложение и вычита-

⁵ Примерно 5–7 % взрослых людей так и не приобретают навыки сколько-нибудь сложного счета: они страдают патологией, называемой «дискалькулией», которая возникает в силу особенностей строения и функционирования их мозга (точнее, внутритеменной борозды затылочной-теменной стыка). Аналогичной патологией является дислексия, которая выражается в трудностях с чтением слов и предложений, причем дискалькулия, по-видимому, может считаться разновидностью дислексии [Andersson, Abdelmalek, 2021, p. 857].

ние — собственно то, что принято относить к феномену субитации. Символическая и несимволическая (числовая) информация кодируются в мозге различными способами, причем натуральные и рациональные дробные числа обрабатываются мозгом при помощи различных механизмов [Monti et al., 2012, p. 3; DeWolf et al., 2016, p. 310]. Кардинальные (типа 3, 5, 7) и ординальные (типа 5 больше 3) числа также предполагают различные способы работы мозга: определить тот факт, что 3 меньше 7 оказалось задачей, отличной от определения того факта, что 7 следует за 3 [Nieder, Dehaene, 2009, p. 202].

Вторая же система предполагает символьный и языковой формат представления информации; она генерируется культурой (имеется в виду и процесс обучения на различных этапах жизни человека) и позволяет совершать все известные нам математические операции [Dehaene, 2011, p. 36–38]. Лингвистические и математические способности локализуются в различных участках мозга и, строго говоря, не связаны: потеря или нарушение речи вовсе не влечет за собой нарушение математических способностей. Именно эта когнитивная система, по-видимому, прежде всего ответственна за свойство пластичности мозга. Совокупности нейронов, которые возбуждаются при обработке числовой информации, предложено называть «нумеронами» [Gallistel, 2018, p. 2], хотя и следует отдавать отчет в условности такого рода названия.

«Чувство числа» и язык

При функционировании живых систем оценка количества тех или иных объектов играет важную роль; и выражается это не только в своего рода «онтологии» (архитектонике) мозга, но и в языке. Лингвистами и нейробиологами замечено, что понятия, выражающие числительные в различных языках, являются наиболее устойчивыми, «консервативными» (при всех метаморфозах, которые могут произойти с языком). В индоевропейском семействе языков они принадлежат примерно десяти наиболее медленно меняющимся словам [Butterworth et al., 2018, p. 1; Pagel, Meade, 2018, p. 2]. Вероятно, именно язык открывает возможность интеграции упомянутых выше систем кодирования мозгом информации [Hiraiwa, 2017, p. 2].

Несмотря на априорный характер «чувства числа», само число нуждается в лингвистическом оформлении и оказывается производным от процесса аккультурации этого чувства, благодаря которому оно получает понятийную и символическую репрезентацию. По существу, здесь следует говорить о результате действия метода, который предполагает трансцендентализм деятельности типа. Стартовая позиция процедур счета, как известно, связана с непосредственной деятельностью, которая может вовлекать человеческие конечности (пальцы, руки) в сопоставление их количеств с некоторыми множествами предметов. Неслучайно наиболее распространены языки с пятеричными и десятичными системами счисления. В английском языке понятие *digit* (отсюда «дигитальный» для обозначения цифровых систем и операций) тождественно понятию руки (*hand*).

Дискретный характер естественных языков коррелируется с дискретной системой натуральных чисел. Большие числа — порождение уже развитых культур и цивилизаций. Это своеобразное и очень ценное культурное достояние, приобретенное на довольно высоких стадиях совершенствования рационального мышления и открывающее им перспективы научного и технологического прогресса.

Стоит обратить внимание на то обстоятельство, что наша лексическая система и система обозначения числительных существенно различны: первая является мультипликативно-аддитивной («сто [И] тридцать семь»), приспособленной прежде всего для устной коммуникации, а вторая позиционной («137»), приспособленной для преодоления ограничений нашего непосредственного синтаксического анализа в ходе зрительного восприятия и для быстрого чтения соответствующих символов. Непозиционная (римская) нотация чисел уступила место позиционной именно ввиду значительно большей сложности процедур с числами, изображение которых лишено позиционности.

Особенности языков влияют и на своего рода «оперативный» объем памяти. Если у носителей большинства индоевропейских языков этот объем в среднем равен семи единицам, то у китайцев он в среднем составляет девять единиц. Данный факт не свидетельствует о том, что китайцы в среднем умнее европейцев, а в случае числительных — о более «компактных» в китайском, нежели в ин-

доевропейских языках, обозначениях для числительных и, стало быть, времени, которое затрачивается для того, чтобы их произнести [Dehaene, 2011, p. 102]. Корреляция между длиной слова и объемом «оперативной» памяти является довольно выраженной для наиболее распространенных в мире языков.

Математика и культура

«Чувство числа» является врожденным (innate) и, следовательно, в известном смысле априорным при любой познавательной деятельности. Неслучайно ведущие ученые в области когнитивной нейронауки объявляют свою программу изучения архитектоники мозга ответственной за вычислительные операции, «кантианской исследовательской программой» [Gallistel, Gelman, 1992; Dehaene, Brannon, 2010] и говорят о «кантовском» мозге [Fazelpour, Thompson, 2015]. Конечно, речь идет не о буквальном следовании кантовской идее априоризма (и, разумеется, не о мозге Канта как таковом), но о том, что ряд моментов кантовской философии оказывается созвучен самым современным представлениям о ключевых механизмах функционирования мозга в качестве фундамента когнитивных систем живых организмов.

Признание «чувства числа» по существу является антитезой для идеи Ж. Пиаже о последовательной когнитивной эволюции интеллекта, поскольку это чувство уже является стартовой точкой данного процесса; это та элементарная клеточка, из которой вырастают сложные компоненты (математического) интеллекта. Его можно назвать своего рода базисом абстрактного мышления, которое способно генерировать понятия, представления и операции с числовой и символической информацией все более и более высокого уровня. Думается, что здесь уместна аналогия с игрой Лего: маленькие лего-фигурки (или лего-модули) позволяют собирать самые разнообразные предметы, которые иногда представляют собой весьма сложные конструкции. Или же, если угодна аналогия из логико-математической области, с простейшим устройством, так называемой машиной Тьюринга, которая позволяет реализовывать алгоритмы сколь угодно сложной природы. Вероятно, также возможна апелляция к картине создания снежного кома, который формируется из множества крошечных снежинок. Нередко образ

и функционирование мозга уподобляют компьютеру. Если принять эту метафору ракурса, то речь должна идти не о цифровом компьютере дискретного действия, оперирующем числовыми или символическими переменными, а об аналоговом устройстве, которое обрабатывает непрерывный поток поступающей информации.

Развитие абстрактных разделов математического знания может быть описано в общем виде с помощью понятий, восходящих к колмогоровской теории сложности: с психологической точки зрения сложность восприятия математических конструкций может быть связана со сложностью определения, запоминания и оперирования теми или иными математическими представлениями. Сложность здесь измеряется наиболее коротким из всех возможных определений данного математического конструкта, доступным для начала его применения [Sigman, 2004, p.1265–1266].

Восхождение на более высокие уровни абстракций происходит благодаря действию культурных механизмов, сопряженных с математическим творчеством и способствующих обогащению математической интуиции. Дело в том, что наглядное (геометрическое) изображение множества чисел в виде натурального ряда, расположенного на числовой оси, — это достижение XVII в., а свой общезначимый статус оно приобрело только в начале XX в. Даже у Р. Декарта, объединившего арифметику и геометрию, открывшего систему координат и тем самым создавшего аналитическую геометрию, отсутствовало «линейное» изображение чисел (в виде известной и, кажется, интуитивно очевидной *числовой прямой*). Числовая прямая фактически была введена Дж. Непером в «Описании удивительной таблицы логарифмов» 1614 году и Дж. Уоллисом в «Трактате по алгебре» 1685 году. Только с этого момента числовая прямая (числовая ось) начала свой путь в качестве элемента культуры вообще, который дает простой и интуитивно очевидный, геометрический образ множества чисел. Числа погружаются в линейное пространство. Этот образ ныне усваивается уже на первых шагах обучения арифметике и представляется естественным, объективно заданным самой природой числа. История математики показывает, что это вовсе не естественное ментальное образование, а по существу культурный артефакт, превратившийся по мере развития математического анализа и теории множеств в силу своей наглядности в, казалось бы, предзаданную (и тем самым есте-

ственную) репрезентацию. В каком-то смысле в указанном аспекте число оказывается предпосылкой и функциональным элементом *субъективной математики* в смысле, заложенном в этом понятии К. Гёделем [Целищев, 2015, с. 4–5]⁶.

Аналогична ситуация с числом «ноль». Его открытие также является достижением определенной культуры, причем это число также было ассимилировано европейской математикой примерно в XVII столетии (хотя в индийской математике оно было введено Брахмагуптой в VII в. (см.: [Nieder, 2016, p. 833])). Это обстоятельство способствовало экспансии позиционной системы счисления. Однако и в случае данного числа можно говорить о наличии своего рода универсальных для живых систем нейрофизиологических предпосылок, которые необходимо иметь в виду при анализе процесса его формирования как культурного артефакта [Nieder, 2018, p. 1069].

Культурный контекст уже несколько десятилетий широко исследуется в *этноматематике*, которая фокусирует внимание на особенностях эволюции математического мышления в различных культурах [D'Ambrosio, 2018]. Этноматематика демонстрирует многообразие траекторий эволюции математического мышления у различных народов в различные исторические периоды.

Необходимо также упомянуть экспериментальные свидетельства, полученные методами функциональной магнитно-резонансной томографии, о том, что в различных культурах (западных — «индивидуалистических» и восточных — «коллективистских») при одних и тех же арифметических операциях возбуждаются различные области мозга [Tang, Zhang et al., 2006]. Ученые полагают, что это обусловлено разными методами обучения началам арифметики. В восточных культурах значительная роль отводится операциям, которые совершаются с помощью абака, предполагающим визуальные и механические навыки; в западных же культурах большее внимание уделяется алгоритмическим процедурам и, следовательно, навыкам аналитического рассуждения. В раннем детстве не наблюдается никаких значимых различий в математиче-

⁶ Неполнота же формальных систем, включающих как минимум арифметику натуральных чисел, оказывается «неизбежной платой за возможность того, что дедуктивные системы приближаются к тому способу, которым человеческий ум получает математическое знание» [Целищев, 2015, с. 9].

ских способностях мальчиков и девочек [Kersy, Braham et al., 2018, p. 7]. Эти различия, однако, постепенно возникают в силу культурных факторов, характерных для конкретного гендера: мальчики и девочки воспитываются по-разному — учитывая отличия в социальных ролях в будущем (обычно считается, что математика менее важна для девочек, нежели для мальчиков).

Математика — важный компонент культуры, причем раннее обучение математике, как свидетельствует многолетний опыт, в значительной степени определяет успех индивидуума в жизни, а низкий уровень математических знаний граждан сопряжен с существенными потерями в темпе общественного развития [Ansari, De Smedt, Grabner, 2012, p. 117]. Здесь можно наблюдать проявление биокультурного со-конструктивизма: математические способности способствуют росту культуры, а культура, в свою очередь, детерминирует повышение уровня математического потенциала людей в буквальном смысле на нейрофизиологическом уровне (речь о «второй системе» мозга, связанной с символьным и языковым форматами представления и обработки информации) [Бажанов, 2018].

Если вернуться к дискуссии реализма (платонизма) и антиреализма (номинализма) в философии математики, которая упоминалась в начале статьи, то, как мне кажется, приведенные в ней эмпирические факты достаточно убедительно свидетельствуют в пользу понимания природы математики в духе антиреализма — предполагается анализ формирования базисных математических понятий в контексте человеческой деятельности, характерной для определенной культуры. «Формальные идеи в математике — замечает М. Сигман, — это не произвольные конструкции случайной (arbitrary) архитектуры; они — результат работы мозга... Поэтому натуралистический подход к природе математики более перспективен, чем ее понимание под углом зрения платонизма <...> математика не просто поможет нам понять биологию; она есть сама биология» [Sigman, 2004, p. 1266].

Наконец, стоит обратить внимание, что феномен «чувства числа» как фундамент математического познания наиболее адекватно описывается в представлениях, типичных для философских оснований математического интуиционизма Л. Э. Я. Брауэра [Graziano, 2013, p. 75–76; Graziano, 2014, p. 366–369]. Исследователь разделяя

математическое творчество и язык, полагая, что математика относится к сфере внеязыковой деятельности мозга и имеет фундамент в виде восприятия феномена времени, составляющий глубокий базис математической интуиции. Впрочем, взгляды Брауэра (и таких выдающихся математиков как А. Пуанкаре, и Г. Вейль) в определенном смысле явились развитием и «уточнением» идей И. Канта, когда понятие интуиции «реконфигурируется» и становится более абстрактным, поскольку не сводится к представлениям о пространстве (и его геометрических свойствах). Придавая времени статус фундаментального понятия в философии математики интуиционизма, Брауэр опирается исключительно на априорную интуицию времени, приписывает времени свойство бесконечности и интерпретирует интуицию времени в качестве связующего звена между различными фрагментами опыта.

Литература

- Бажанов 2014 — *Бажанов, В. А.* Разновидности и противостояние реализма и антиреализма в философии математики. Возможна ли третья линия? / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2014. — № 5. — С. 52–64.
- Бажанов 2018 — *Бажанов, В. А.* Социум и мозг: биокультурный со-конструктивизм / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2018. — № 2. — С. 78–88.
- Князева 2014 — *Князева, Е. Н.* Энактивизм: новая форма конструктивизма в эпистемологии / Е. Н. Князева. — М., СПб. : ЦГИ; Университетская книга, 2014.
- Лакофф, Нуньес 2012 — *Лакофф, Дж., Нуньес, Р.* Откуда взялась математика: как разум во плоти создает математику. Горизонты когнитивной психологии / Под ред. В. Ф. Спиридонова и М. В. Фаликман. — М. : Языки славянских культур; РГГУ, 2012. — С. 29–48.
- Целищев, В. В. Субъективная математика Геделя: самоочевидные утверждения математики и артефакты синтаксических структур / В. В. Целищев // Философия науки. — 2015. — № 1(64). — С. 3 — 15.
- Agrillo, Bisazza, 2018 — *Agrillo C., Bisazza A.* Understanding the Origin of Number Sense: a Review of Fish Studies // Philosophical Transactions B. 2018. Vol. 373. Article 20160511. doi:10.1098/rstb.2016.0511.
- Agrillo, Bisazza et al., 2012 — *Agrillo C., Piffer L., Bisazza A., Butterworth B.* Evidence for Two Numerical Systems that are Similar in Humans and Guppies // PLoS One. 2012. Vol. 7(2). Article e31923. Doi:10.1371/journal.pone.0031923.

- Amalric, Wang et al., 2017 — *Amalric M., Wang L., Pica P., Figueira S., Sigman M., Dehaene S.* The Language of Geometry: Fast Comprehension of Geometrical Primitives and Rules in Human Adults and Preschoolers // *PLoS. Comput. Biology*, 2017. Vol. 13(1). Article e1005273. Doi: 10.1371/journal.pcbi.1005273.
- Andersson, Abdelmalek, 2021 — *Andersson E., Abdelmalek S.* Dyslculia/ Dyslexia: A Dichotomy? // *Foundations of Science*. 2021. Vol. 26. Pp. 847–858. Doi: 10.1007/s10699-020-09698-6.
- Ansari, De Smedt, Grabner, 2012 — *Ansari D., De Smedt B., Grabner R. H.* Introduction to the Special Section on ‘Numerical and Mathematical Processing// Mind, Brain, and Education. 2012. Vol. 6. No.3. Pp. 117–118.
- Atiyah, 2008 — *Atiyah M.* Thoughts of a Mathematician // *Brain*. 2008. Vol. 131. Pp. 1156 — 1160. Doi: 10/1093/brain/awn038.
- Burr, 2017 — *Burr D.C.* Evidence for the Number Sense // *Behavioral and Brain Sciences*. 2017. Pp. 18–19. Doi: 10.1017/S0140525X16002077, e167.
- Butterworth et al., 2018 — *Butterworth B., Gallistel C.R., Vallortigara G.* Introduction: The Origin of Numerical Abilities // *Philosophical Transactions B*. 2018. Vol. 373: 20170119. doi:10.1098/rstb.2016.0119.
- D’Ambrosio 2018 — *D’Ambrosio U.* The Program Ethnomathematics: Cognitive, Antropological, Historical and Socio-Cultural Bases // *PNAS*. 2018. Vol. 12(4). Pp. 229–247.
- Dehaene, 2011 — *Dehaene S.* The Number Sense. How the mind creates mathematics. Revised and Updated Edition. New York: Oxford University Press. 2011. IX. 274 P.
- Dehaene, Brannon, 2010 — *Dehaene S., Brannon E.* Space, time, and number: a Kantian research program // *Trends in Cognitive Sciences*. 2010. Vol. 14. N 2. Pp. 517–519.
- DeWolf et al., 2016 — *DeWolf M., Chiang J. N., Bassok M., Holyoak K.J., Monti M.M.* Neural representations of magnitude for natural and rational Numbers // *NeuroImage*. 2016. Vol. 141. Pp. 304–312. doi: 10.1016/j.neuroimage.2016.07.052
- Dicken, 2010 — *Dicken P.* Constructive Empiricism. Epistemology and the Philosophy of Science. Palgrave Macmillan, 2010. 237 P.
- Fazelpour, Thompson 2015 — *Fazelpour S., Thompson E.* The Kantian brain: brain dynamics from a neurophenomenological perspective // *Current Opinion in Neurobiology* 2015. Vol. 31. Pp. 223–229.
- Gallistel, 2018 — *Gallistel C.R.* Finding Numbers in the Brain // *Philosophical Transactions B*. 2018. Vol. 373: 20170119. Doi:10.1098/rstb.2016.0119.
- Gallistel, Gelman 1992 — *Gallistel C.R., Gelman R.* Preverbal and Verbal Counting and Computation // *Cognition*. 1992. Vol. 44. Pp. 43–74.
- Graziano, 2013 — *Graziano M.* Between Intuitionism and Cognitive Science // *Reti, Saperi, Linguaggi*. 2013. Vol. 2. N 2. Pp. 72–79.

Graziano, 2014 — *Graziano M.* Numerical Cognition and Philosophy of Mathematics/ Dehaene's (Neuro)intuitionism and the Relevance of Language // RIFL/SFL. 2014/ Pp. 362–377. Doi: 10.4396/25SFL2014.

Hannagan et al., 2018 — *Hannagan T. et al.* A Random-Matrix Theory of the Number Sense // Philosophical Transactions B. 2018. Vol. 373: Article 20170253. Doi:10.1098/rstb.2016.0253.

Hiraiwa, 2017 — *Hiraiwa K.* The Faculty of Language Integrates the Two Core Systems of Number // Frontiers in Psychology. 2017. Vol. 8. Issue 351. Doi: 10.3389/fpsyg.2017.00351. eCollection 2017.

Hyde 2015 — *Hyde D.C.* Numerosity // Brain Mapping: An Encyclopedic reference. 2015. Vol.3. Pp. 559–564. Doi: 10.1016/8978-0-12-397025-1.00284-0.

Kersy, Braham et al., 2018 — *Kersy A.I., Braham E.J., et al.* No Intrinsic Gender Differences in Children's Earliest Numerical Abilities // NPJ Science of Learning. 2018. Vol. 3. No 12. Doi: 10.1038/s41539-018-0028-7.

Kiverstein, Miller, 2015 — *Kiverstein J., Miller M.* The Embodied Brain: towards a radical Embodied Cognitive Neuroscience // Frontiers in Human Neuroscience. 2015. Vol. 9. Article 237.

Leibovich et al 2017 — *Leibovich T. et al.* From “sense of number” to “sense of magnitude”: the Role of Continuous Magnitudes in Numerical Cognition // Behavioral and Brain Sciences. 2017. Pp. 1–15. Doi: 10.1017/S0140525X16000960, e164.

Lyons et al., 2015 — *Lyons I.M. et al.* Qualitatively Different Coding of Symbolic and Nonsymbolic Numbers in the Human Brain // Human Brain Mapping. 2015. Vol. 36. Pp. 475–488. Doi; 10.1002/hbm.22641.

Marshall, 2018 — *Marshall O.R.* The Psychology and Philosophy of Natural Numbers // Philosophia Mathematica. 2018. Vol. 26. Issue 1. Pp. 40–58. Doi: 10.1093/nkx002.

Maturana, Davila, Munoz 2016 — *Maturana H., Davila Y., Munoz R.* Cultural-Biology: Systemic Consequences of Our Evolutionary Drift as Molecular Autopoietic Systems // Foundations of Science. 2016. Vol. 21. Pp. 631–678. Doi: 10.1007/s10699-015-9431-1.

Monti et al., 2012 — *Monti M.M., Parsons L.M., Ocheron D.N.* Thought Beyond Language: Neural Dissociation of Algebra and Natural Language // Psychological Science. 2012. Vol. XX (X). Pp. 1–9. Doi: 10.1177/0956797612437427.

Nieder, 2018 — *Nieder A.* Honey bees zero in on the empty set // Science. 2018. Vol. 360. Issue 6393. Pp. 1069–1070. Doi: 10.1126/science.aat8958.

Nieder, Dehaene, 2009 — *Nieder A., Dehaene S.* Representation of Number in the Brain // Annual Review of Neuroscience. 2009. Vol. 32. Pp. 185–208. Doi: 10.1146/annurev.neuro.051508.135550.

Nunez, 2011 — *Nunez R. E.* No Innate Number Line in the Human Brain // Journal of Cross-Cultural Psychology. 2011. Vol. 42(4). Pp. 651–668. Doi: 10.1177/00220221111406097.

Pagel, Meade, 2018 — *Pagel M., Meade A.* The Deep History of the Number Words // Philosophical Transactions B. 2018. Vol. 373: 20160517. doi:10.1098/rstb.2016.0517.

Psillos, 2009 — *Psillos S.* Knowing the Structure of Nature: Essays on Realism and Explanation, London: Palgrave Macmillan, 2009. XXVII, 230 P.

Rav, 1989 — *Rav Y.* Philosophical Problems of Mathematics in the Light of Evolutionary Epistemology // Philosophica. 1989. Vol. 43. Issue 4. Pp. 49–78.

Sarnecki, Wright, 2013 — *Sarnecki B.W., Wright C.E.* The Idea of an Exact Number: Children's Understanding of Cardinality and Equinumerosity // Cognitive Science. 2013. Vol. 37(8). Pp. 1–13. Doi:10.1111/cogs.12043.

Sigman, 2004 — *Sigman, M.* Bridging Psychology and Mathematics: Can the Brain Understand the Brain? // PLoS Biology, 2004. Vol.2. Issue 9. Pp. 1265–1266. Doi: 10.1371/journal.pbio.0020297.

Space, Time and Number, 2011 — *Space, Time and Number in the Brain: Searching for the Foundations of Mathematical Thought* /Eds. S. Dehaene and E. Brannon. L.; Academic press, 2011. XII, 361 p.

Tang, Zhang et al., 2006 — *Tang Y., Zhang W., et al.* Arithmetic Processing in the Brain Shaped by Cultures // PNAS. 2006. Vol. 103. N 28. Article 10775–19780. Doi: 10.1073/pnas.0604416103.

Tosto, 2014 — *Tosto M.G., et al.* Why We Differ in Number Sense? Evidence from the Genetically Sensitive Investigations // Intelligence. 2014. Vol. 43 (100). Pp. 35–46. Doi: 10.1016/j.intell. 2013.12.007.

Tosto, Petrill., et al 2017 — *Tosto, M. G., Petrill S., Malykh S., Malki K., Harworth C. M.A., Mazzocco M.M., Thompson L., Opfer J., Bogdanova O. Y.* Number Sense and Mathematics: Which, When and How? // *Developmental Psychology*, 201753, no, 10, pp. 1924–1939. Doi: 10.1037/dev0000331.

Van Fraassen, 2001 — *Van Fraassen B.S.* Constructive Empiricism Now // Philosophical Studies. 2001. Vol. 106. Pp.151–170.

Voorhees, 2004 — *Voorhees B.* Embodied Mathematics. Comments on Lakoff & Nunez // Journal of Consciousness Studies. 2004. Vol. 11. N 9. Pp. 83–88.

Глава 4. ЧИСЛОВОЕ ПОЗНАНИЕ В КОНТЕКСТЕ КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ¹

В современных когнитивных исследованиях довольно заметное место занимают исследования особенностей так называемого числового познания (numerical cognition). С 2015 года ежеквартально выходит *Journal of Numerical Cognition*, который посвящен изучению этого феномена в психологических и нейрорпсихологических аспектах. Однако в отечественной литературе анализ этого феномена фактически отсутствует. Поиск в интернете понятия «числовое познание» (или «цифровое познание», хотя содержание этих понятий, конечно, не тождественно) дает ссылку на один единственный ресурс, который представляет собой довольно грубый (а значит, некачественный) перевод некоторых рубрик из какого-то краткого англоязычного справочника. Цель настоящей главы заключается в попытке в какой-то мере восполнить этот пробел и осмыслить феномен числового познания в контексте когнитивных исследований под философским углом зрения: что из себя представляет предмет числового познания? Каковы подходы к анализу этого феномена? Имеет ли отношение культура (или различные культуры народов мира) к числовому познанию, и если да, то какое место она в этом виде познания занимает? Возможны ли и, при условии положительного ответа, что означает натуралистическое и социоцентристское измерения числового познания? Наконец, какую роль в числовом познании играют методы обучения математике?

¹ Журнальный вариант: Вопросы философии. 2019. № 12. С. 82–90.

Предпосылки анализа числового познания

Выдающийся представитель генетической психологии Жан Пиаже рассматривал особенности эволюции детского интеллекта, в значительной мере опираясь на возможности ребенка оперировать математическими представлениями и операциями.

Идеи Ж. Пиаже касались развития интеллекта индивидуума. Овладение ребенком числом у Пиаже является результатом усложнения мышления ребенка как субъекта (индивидуального) развития.

Л. С. Выготский подходил к анализу становления интеллекта, имея в виду имманентную погруженность интеллекта в определенный социокультурный контекст, который играет не просто важную, а в каком-то смысле решающую роль в этом процессе. При этом Л. С. Выготский имел в виду и естественную линию развития интеллекта, и социокультурную линию, которые пересекались и активно взаимодействовали, причем, как считал ученый, это взаимодействие является диалектическим по своей природе [Dafermos, 2018, p. 26].

В определенном смысле подходы Ж. Пиаже и Л. С. Выготского являются взаимодополнительными. Автор настоящей статьи, как и иные современные исследователи феномена числового познания (см.: [Saxe, 2015, p. 5]), придерживается линии Л. С. Выготского, поскольку, как будет показано ниже, интерпретирует числовое познание как преимущественно социокультурный в своих основаниях артефакт.

Серьезный импульс к изучению числового познания содержался в трудах И. Лакатоса, который обратил внимание академического сообщества на важность психологического момента в математических рассуждениях и указал на необходимость анализа его роли в развитии математического знания [Бажанов 2009]. По существу, именно с И. Лакатоса начался постепенный и с каждым годом набирающий силу процесс переосмысления статуса и достоинств платонизма (реализма) как наиболее перспективного и востребованного направления в философии математики. До появления работ И. Лакатоса активно не вспоминали о том, что еще в 1840-х годах Дж. Милль и в 1870-х годах Э. Шредер высказывали идеи,

несовместимые с плотным следованием идеологии платонизма в основаниях математики [Everett, 2017, p. 32]².

² Стоит также обратить внимание на то обстоятельство, что развитие современной нейронауки позволяет привести аргументы против *логицизма* (Р. Дедекин, Г. Фреге, Б. Рассел, Г. Генцен), который настаивает на более фундаментальном статусе логики, нежели математики (математика как бы надстраивается над логикой). Действительно ли это так с точки зрения нейронауки? В случае положительного решения, вероятно, в математических операциях преимущественно должны были бы активизироваться те же самые части мозга, что и при логических операциях. Каковы результаты поиска нейронных коррелятов как логических (типа «если А, то В»), так и математических (типа « $1 + 2 = 3$ ») операций? Какие области мозга активизируются при логических операциях и совпадают ли они с теми, которые активны при математических операциях, или нет? Допустимо ли считать логические операции «приоритетными» по отношению к математическим? Эксперименты с помощью ФМРТ, показали, что нейронные сети, которые связаны с «обработкой» логико-лингвистической или визуально-пространственной информации, активируются в тех случаях, когда эта информация предполагает или не предполагает семантический аспект. Центр Брока мозга (и ряд других областей преимущественно передней части левого полушария) активируется в процессе дедуктивных умозаключений, что говорит в пользу довольно тесной связи логических и лингвистических компонентов в рассуждениях такого рода [Luo, Tang et al., 2014]. Более того, наблюдение над интеллектуальной эволюцией детей показывает, что их способности к логическому мышлению резко возрастают, когда они осваивают язык и приобретают развитые языковые навыки. В случае же операций, не предполагающих семантических аспектов (типа «если А, то В; если В, то С; значит, если А, то С»), в наибольшей степени активируются области мозга, «обслуживающие» визуально-пространственные операции. Обучение навыкам логических приемов и вообще логике приводит к тому, что определенная нагрузка с центра Брока перемещается на передние области мозга. Эти особенности наиболее оказываются выраженными у взрослых людей [Houdé, Zago et al., 2000, p. 279–280]. У детей дошкольного возраста обучение логическим навыкам идет успешнее в том случае, если они могут генерировать и высказывать идеи различного рода, чем отсеивать нерелевантную информацию [Chantal, Markovits, 2017, p. 210–212]. По мере взросления детей все больше акцент переносится на части мозга, которые связаны с действиями, предполагающими символические и лингвистические компоненты. При этом действия с целыми числами возбуждают области перисильвиевской зоны, а действия, в которых задействованы приближения, вовлекают теменную кору мозга и его визуально-пространственные области. Тем самым при совершении логических и математических операций возбуждаются различные, лишь частично пересекающиеся области мозга. Поэтому в онтогенетическом аспекте логика вряд ли может претендовать на более фундаментальный статус, чем математика, имея в виду необходимость признания высокой степени автономии и самостоятельности математического мышления как такового.

Пристальное внимание к феномену числового познания (и числу как элементу этого познания) в аспекте его социального и психологического измерений приковано примерно с начала 1990-х годов. Именно тогда разворачивается процесс в буквальном смысле переоткрытия, казалось бы, давно известного и досконально изученного феномена числа и разнообразных процедур оперирования числовой информацией под углом зрения функционирования тех или иных структур мозга. С этого момента число начинает трактоваться в качестве ключевого элемента, гарантирующего культурам, опирающимся в своем развитии на дигитальные категории, неоспоримое практическое преимущество перед «нечисловыми» культурами, т. е. культурами, которые находятся (или находились) на стадиях развития, когда они фактически еще не сформировали категорийный ряд понятий, относящихся к числительным, а также цветообозначающих имен, страдательного залога, обладающих крайне узкими лексическими показателями времени, родства и т. д. [Кошелев, 2018, с. 55–57; Кронгауз, 2018, с. 18]. Таковыми даже в настоящее время являются некоторые племена (мундуррки, пираха), обитающие в джунглях Амазонки. *Натуралистические* интерпретации числа (см.: [Naturalizing Logico-Mathematical Knowledge, 2018]) как выражения количества элементов некоторого множества предметов начинают существенно расширяться за счет соображений, относящихся к *социокультурному* измерению генезиса и функционирования числовых систем.

Гипотеза лингвистической относительности получает в исследованиях многообразных компонентов числового познания некоторые аргументы в ее пользу. Как подчеркивает Калев Эверетт, различия в языках влекут (лишь иногда малозаметные) различия в когнитивных установках [Everett, 2017, p. 191]. В некотором смысле их можно отнести к онтогенетически предзаданным факторам, «априорным интуициям», существование которых можно усмотреть в критической философии И. Канта, переосмысленной в терминах современной нейронауки³.

Стоит также обратить внимание на то обстоятельство, что изучение числового познания имеет и неожиданный медицинский

³ Иногда считается, что эту ситуацию точнее описывает не философия И. Канта, а интуиционизм голландских математиков Л. Э. Я. Брауэра и Г. Грисса [Graziano, 2014, p. 375].

или, точнее, терапевтический аспект. Особенности этого познания у лиц, страдающих нейропатологиями развития и/или аутизмом, позволяют обнаруживать причины этих патологий на уровне тех или иных участков мозга [Allman, Pelfrey, Meck, 2012, p. 16–17]. Именно анализ специфики оперирования числами позволяет довольно эффективно моделировать функциональную активность нейронных сетей мозга и создавать их топографический атлас [Arsalidou, Taylor, 2011], который играет важную роль в лечении психических и ментальных патологий (от болезни Альцгеймера до деменции, депрессии и шизофрении). Они составляют примерно 15 % в объеме известных человеку недугов (в Великобритании даже 23 %). Только в одной Великобритании с населением в 66 миллионов человек более 800 тысяч страдает деменцией, а на их лечение тратится средств больше, чем на лечение болезней сердца, рака и последствий инсультов вместе взятых [Emmons, McCullough, 2003; The Five Year... 2016; Feinberg, Haddad et al., 2013]⁴. Кроме того, все более актуальный характер приобретает проблема усиления интеллектуальных способностей (cognitive enhancement).

⁴ Нейронаука в потенциале может предложить некоторые неинвазивные инструменты и методы борьбы с многочисленными психическими заболеваниями, раскрыть новые механизмы боли, способы ее купирования, равно как и внести некоторый вклад в лечения соматических расстройств. Когнитивный потенциал культурной нейронауки может пролить свет на «испанский парадокс», наблюдаемый в США. Этот парадокс состоит в том, что, с одной стороны, у испаноязычных жителей этой страны экономическое положение сильно уступает положению неиспаноязычных граждан, но с другой — смертность заметно ниже [Ruiz J M., Steffen P, Smith, 2013]. Надо иметь в виду, что психические болезни и ментальные патологии в качестве объектов медицинской практики существенно отличаются от других человеческих болезней: субъективные ощущения, которые испытывают при психических болезнях и ментальных патологиях, и являются объективными показателями: (пока) нельзя говорить в общем случае о наличии объективных тестов, проливающих свет на причины этих субъективных по своей природе патологий (типа галлюцинаций, подавленного настроения или «полновесной» депрессии). Более того, одни и те же симптомы психического плана могут быть вызваны совершенно различными причинами. Иными словами, в данном случае симптомы болезней и являются их диагнозами. Давно известно, что состояния мозга и тела человека в значительной степени взаимосвязаны. Так, при увеличении массы тела сверх некоторой нормы происходит заметное уменьшение и серого, и белого вещества мозга; при занятиях физическими упражнениями увеличивается объем гиппокампа; ситуации стресса ведут к увеличению миндалины и медиальной префронтальной коры мозга [Reynolds, 2017].

Нейрофизиологический фундамент числа

Еще в начале 1990-х годов в ходе экспериментов, в которых исследовались способности младенцев возраста пяти месяцев к простейшим арифметическим операциям (сложение и вычитание), К. Уинн высказала предположение о том, что существуют врожденные нейроструктуры, которые позволяют младенцам совершать такого рода операции, а также операцию отождествления количества предметов, причем эти нейроструктуры обрабатывают и числовую, и нечисловую (символическую) информацию. Феномен получил название «младенческой» арифметики [Wynn, 1992, p. 749]. Первая структура функционирует без участия языка, а формат функционирования второй зависит и от языка, и от культуры, в которой развивался и находится интеллект. Так, ее локализация в мозге различается у представителей западной и восточной цивилизации [Tang, Liu, 2009, p. 152].

Позднее исследователи убедились, что возможность воспринимать небольшие количества предметов (обычно до четырех) и оперировать ими является универсальным свойством всех сколько-нибудь сложных живых существ — от человеческих младенцев до рыбок семейства гуппи [Agrillo, Piffer, Bisazza, Butterworth, 2012]. Это свойство относится к разделу гомологии человеческих и «нечеловеческих» (non-human) живых существ [Kadosh, Walsh, 2009, p. 899]. Оно является филогенетически ранней функцией, которая возникла с целью обеспечить эффективное сенсомоторное взаимодействие с окружающей средой с целью наиболее оптимальной адаптации.

Феномен, состоящий в simultанном восприятии небольших количеств (дискретных) предметов в силу онтогенетических особенностей мозга, получил название *субитации* (иногда его описывают в терминах «дискретной числовой системы» — *DNS, discrete number system* [Jones, 2020]). Имеется много оснований полагать, что именно субитация является стартовой точкой освоения понятийного сопровождения численного познания и даже некоторых функций высшей нервной деятельности [Benoit, Lehalle, Jouen 2004]. Речь идет и так называемом чувстве числа (sense of number или numerosity), открытом и изученном французским нейрофи-

зиологом С. Деаном [Dehaene, 2011]. Функционирует еще одна врожденная нейроструктура, позволяющая с некоторой точностью (приближенно) воспринимать и оперировать с такого рода группами предметов, например, сравнивать их с точки зрения количества (ANS — approximate number system). Именно эти два основных онтогенетически заданных механизма мозга, сформированных в результате длительных эволюционных процессов адаптации к окружающей среде и существенно повышающих шансы выжить при неблагоприятных, а также неожиданных условиях ее изменений, лежат в фундаменте не только «протоарифметики», но и всей математики. Здесь допустимо говорить о своего рода «скачке» от «протоарифметики» к «полноценной» арифметике и вообще математике. «Арифметика, — замечает М. Пантсар, — опирается на протоарифметические способности дифференцировать наблюдения в зависимости от количества воспринимаемых предметов — способности, которой мы обладаем с раннего детства и разделяем с многими живыми существами» [Pantsar, 2014, p.4201; см. также: Pantsar, 2018, p. 299]. Эти способности — натуралистические предпосылки математического мышления, которое в своих истоках имеет элементарные операции, совершаемые системами DNS и ANS, и которое развивается в процессе математического образования и прогресса математического знания. Когда имеется в виду усложнение математического мышления на основе данных систем, то напрашивается аналогия с машиной Тьюринга — простейшим устройством, состоящим всего из нескольких элементов, которое, однако, позволяет реализовывать алгоритмы сколько угодно сложной природы: комбинации простых элементов конечного множества способны образовать едва ли не бесконечное число вариантов решений.

С точки зрения модулярной теории когнитивных особенностей мозга [Spelke, Kinzler, 2007; см. также: Марютина, 2014] обычно выделяют пять модулей: представляющих внешние объекты и их взаимодействия, целеполагание, порядок и величины, определение расположения в пространстве, а также принадлежность человека к определенным социальным группам и партнерству. С когнитивной точки зрения эти модули могут быть проинтерпретированы как фиксирующие отдельные предметы и их совокупности, субъекты и направленность их деятельности, количества, ординалы и карди-

налы (имея в виду характеристики множеств предметов), местоположения, человеческие сообщества и характер взаимоотношений в пределах этих сообществ. С помощью этих ментальных по своей природе модулей упорядочивается человеческий опыт. Их статус опять-таки может быть осмыслен в терминах априоризма, восходящего к философии И. Канта [Krysztofiak, 2016, p. 6]. Человек как бы просматривает и препарирует мир, адаптируясь к нему, с помощью этих «модульных» (нейро)образований.

Модулярная теория мозга дополняется теориями Куайновского бутстрапа («зашнуровки»; ранее представления о бутстрапе были приняты в теории, описывающей поведение элементарных частиц — адронов), нейронного «синтеза» (neural reuse) и гипотезой «фильтрации» (filtering hypothesis) [Jones, 2020]. Смысл Куайновского бутстрапа и нейронного «синтеза», грубо говоря, сводится к тому, что поступающая в мозг информация распределяется и кодируется не только теми его областями, которые несут основную нагрузку в этом функционале, но в этот процесс вовлекаются и другие разделы мозга. Гипотеза «фильтрации» касается способности мозга отсеивать нерелевантную для выполняемых его носителем действий информацию. Все это — свидетельство высокой степени пластичности, типичной для нейроструктур, которые в исходной точке сенсорного восприятия задают его априорный характер, а затем перестраиваются в процессе филогенеза, обеспечивая мозгу в результате длительной эволюции высокую степень пластичности. Процессы, описываемые этими теориями, в полной мере работают при численном познании [Piazza, De Feo, Panzeri, Dehaene, 2018, p. 43], прежде всего в процессе совершенствования навыков математического мышления.

Открытие числа в статусе социокультурного феномена

Понимание природы числа является ключевой задачей в контексте изучения феномена числового познания.

Каков модус существования числа? Является ли число независимым от нашего сознания конструктом, природа которого соответствует идее средневекового реализма или современного реализма (платонизма) в философии математики, или это конструкт

нашего сознания, порожденный при определенных социокультурных условиях и с эволюционной точки зрения связанный с задачей адаптации к окружающей среде?

Энактивизм настаивает на том, что числа — такие же артефакты культуры, как письменность и/или архитектура. «Математические понятия, — утверждают Д. Лакофф и Р. Нуньес ... создаются мозгом на основе нервных структур и личного социального опыта человека» [Лакофф, Нуньес, 2012, с. 47]. Среди современных представителей нейронауки все больше укрепляется убеждение в том, что «познание — фундаментально культурный феномен» [Bender, Beller, 2013, р. 42]. Мозг имеет дело с количеством (предметов), а число — порождение тех культур, которые когда-то перешли от охоты к земледелию. Племена мундуруки и пираха, не знающие земледелия, до сих пор относятся к нечисловым культурам. Охота составляет фактически единственный базис их жизнедеятельности. Письменность у них отсутствует. Поэтому представители этих племен способны различать количества предметов очень приблизительно, но в полном соответствии с законом Вебера-Фехнера, который описывает результаты действия субитации и системы ANS.

Открытие числа, по мнению К. Эверетта, сопоставимо по своему значению с открытием колеса и каменных орудий. Между числовыми обществами возникают торговые отношения и коммуникация по поводу обмена товарами. Тем самым они получают неоспоримое преимущество в качестве и темпах развития перед нечисловыми обществами⁵. Торговля между нечисловыми обществами, стержень существования которых составляет охота, фактически отсутствует: добыча обычно здесь столь невелика, что ее едва хватает для того, чтобы прокормить членов этого общества, но эти общества в своем культурном развитии еще не поднялись до земледелия (см: [Everett, 2017, р. II]).

Однако и в случае числовых обществ различные культуры по-разному детерминируют активность мозга. Так, например, у китайцев и англичан в процессе решения идентичных арифметических задач активируются различные участки мозга. Главная причина этого феномена кроется в глубинных различиях куль-

тур — коллективистского типа у китайцев и индивидуалистского типа у англичан, различиях языков, в традиции использования при обучении счету у восточных народов абака и опоре на лингвистические средства у англичан [Tang, Zhang, 2006, р. 10778]. Характер деятельности воздействует на нейроструктуры и формирует модусы их активности, а стало быть, и когнитивные особенности. Если вспомнить о кантианской исследовательской программе в нейронауке, то с философско-методологической точки зрения здесь можно говорить о деятельностном типе трансцендентализма [Бажанов, 2017]. Имеет место и обратное воздействие: определенный формат активности мозга носителей определенной культуры связан с их специфичными когнитивными особенностями (выраженном, например, в стиле мышления — западном, аналитическом или восточном, «диалектическом», в духе холизма) и тем самым формирует соответствующую культуру. Естественная и социокультурная траектории развития человека и человеческих сообществ взаимопределяют друг друга. Механизмы этого взаимопредопределения описываются концепцией *биокультурного со-конструктивизма* [Бажанов, 2018], который подчеркивает свойство удивительной пластичности мозга, неизменно реагирующего на социокультурные реалии и производящего своего рода «подстройку» под эти реалии (которые в свою очередь в некоторой степени детерминируют контуры этих реалий).

Некоторые, казалось бы, привычные, давно и глубоко усвоенные представления из области математики на самом деле являются продуктом человеческой культуры, важный компонент которой и составляет математика. Так, скажем, такой общезначимый образ, как изображение натурального ряда чисел посредством геометрической линии, простирающейся от минус до плюс бесконечности. Такое наглядное изображение множества натуральных чисел в виде линии — это достижение только XVII столетия. Даже у Р. Декарта, который, «синтезировав» арифметику и геометрию, разработал аналитическую геометрию, который ввел прямоугольную систему координат, названную его именем, отсутствовало изображение чисел в виде ныне интуитивно очевидной числовой прямой. Она была введена Дж. Нэпером (1550–1617) в «Описании удивительной таблицы логарифмов» 1614 года и Дж. Уоллисом (1616–1703) в «Трактате по алгебре» 1685 года. С этого момента

⁵ Не воспроизводится ли в определенном смысле эта черта в настоящее время — когда происходит дифференциация обществ в зависимости от перспектив перейти на так называемую цифровую экономику?

числовая прямая становится общезначимым элементом культуры, который дает простой и интуитивно очевидный образ множества натуральных чисел. Основным источником этого образа — уже начальное математическое образование.

Числовое познание и образование

В психологии и педагогике достаточно давно заметили, что образование играет ключевую роль в развитии способностей оперировать с числами. Причем уже на ранних стадиях развития ребенка можно высказать правдоподобные суждения относительно его математической одаренности в будущем. Так, о математической одаренности в будущем можно судить по тому, насколько ребенок симультанно различает и сравнивает количество точек в сопоставляемых множествах точек [Piazza, De Feo, Panzeri, Dehaene, 2018]. В последующем именно культура в широком понимании, особенности языка и образование оказываются ответственными за развитие математического мышления ребенка.

Наличие математических способностей в раннем возрасте является более эффективным предиктором (индикатором) последующих успехов в обучении ребенка, чем темпы освоения букв, чтения, обогащения его словарного запаса [Duncan, Dowsett et al., 1443]. Эти способности напрямую говорят о его возможности сосредоточиться на решении определенных задач, концентрации внимания на их наиболее существенных деталях, которые позволят отыскать правильные решения. Однако приобретение и совершенствование этих способностей — непростой процесс, требующий учета множества факторов, относящихся как к возможностям нейроструктур работать с определенной информацией, так и к методологии и методикам ее «преподнесения» [Cragg, Gilmore, 2014, p.64].

Акцент в обучении китайских детей раннего возраста арифметике с опорой на абак, формирующей зрительно-пространственное мышление и активирующей соответствующие области мозга, приводит к тому, что они несколько раньше осваивают навыки счета, чем их европейские сверстники; китайские дети опережают европейских в «обратном» счете, но уступают в операциях сравнения чисел и «прямом» счете [Dowker, Nuerk, 2016, p. 3].

Замечено, что если в процессе математических операций у носителей английского языка сильнее возбуждаются такие области мозга, как область Вернике и центр Брока, то у китайцев и других восточных народов такое возбуждение затрагивает премоторные отделы коры мозга. Вообще, у представителей восточных народов такого рода операции в большей степени опираются на области мозга, ответственные за зрительно-пространственное мышление, тогда как у представителей западных — на области мозга, связанные со способностями к речи [Tcheang, 2014, p. 61–62]. При этом у билингвов на характер активности мозга оказывает решающее влияние тот язык, на котором происходило обучение математике; родной язык здесь играет меньшую роль [Rule, Freeman, Ambady, 2011, p. 113], но в пределах носителей одного языка имеются некоторые различия в активности, относящиеся к характеру связей тех или иных участков мозга [Willmes, 2018]. Данные факты говорят в пользу необходимости учета специфики того окружения (включая временной аспект), в котором происходило формирование того или иного мозга, а также характера деятельности его носителя в последующем.

Влияние языка распространяется и на такие базисные сенсорные способности человека, как восприятие времени. У носителей северокитайского языка (Mandarin language) доминирует «вертикальное» восприятие времени, тогда как у носителей индоевропейских языков доминирует «горизонтальное» восприятие времени. Если лингвистические конструкции, относящиеся к числительным, близки к десятичной системе (где нет исключений, подобных eleven или twelve в английском языке, в котором нарушено правило прибавления единицы), то их носители быстрее овладевают счетом [Boroditsky, 2011, p. 65]. Фактически отсюда вытекает вывод в духе гипотезы лингвистической относительности (Сепира-Уорфа), что различия в языках вносят некоторые нюансы в когнитивные стратегии носителей этих языков.

Думается, что в практике отечественного образования следовало полнее учитывать и высокую степень правдоподобия индикаторов последующих успехов обучающегося, связанных с ранними математическими способностями, и, казалось бы, не столь значительные по своему статусу особенности языковой среды, влияющие на когнитивный потенциал детей.

Числовое познание в онтогенетическом плане базируется на функционировании двух основных нейроструктур, обеспечивающих процесс субитации и оперирования приближенными оценками количеств предметов. Между тем особенности функционирования этих нейроструктур зависят от того, в атмосфере каких культур и социумов они сформировались и находятся. Естественная траектория развития субъекта числового познания теснейшим образом переплетена с его социокультурной траекторией. И число, и числовое познание оказываются социокультурными артефактами, что позволяет осмысливать это познание в терминах биокультурного со-конструктивизма. Наконец, в процессе обучения детей имеет смысл учитывать индикаторы, которые проливают свет на их математические способности и некоторые факторы, которые относятся к их языковой среде.

Нельзя не обратить внимание на те обстоятельства, которые говорят о слабой изученности феномена числового познания. Нейрофизиологи, занятые в анализе механизмов числового познания, прекрасно осознают это и намечают пути перспективных исследований. Почти три десятка ключевых проблем были сформулированы большой группой ученых в программной статье с характерным названием «Вызовы со стороны (изучения) математического анализа» [Alcock, Ansari et al., 2016]. Другая группа нейрофизиологов выдвинула альтернативную программу исследований, в которой существенно больший акцент сделан на учете влияния культуры на математическое познание [Beller, Bender, Christomalis et al., 2018].

Дальнейшее исследование числового познания обещает много интересных находок, которые могут пролить новый свет на архитектуру мозга и его когнитивный потенциал.

Литература

- Бажанов, 2009 — Бажанов, В. А. Переосмысливая И. Лакатоса заново / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2009. — № 8. — С. 92–97.
- Бажанов, 2017 — Бажанов, В. А. Деятельностный подход и современная когнитивная наука / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2017. — № 9. — С. 162–169.
- Бажанов, 2018 — Бажанов, В. А. Социум и мозг: биокультурный со-конструктивизм / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2018. — № 2. С. 78–88.
- Кошелев, 2018 — Кошелев, А. Д. О влиянии культуры социума на его язык (на примере амазонского племени пираха) / А. Д. Кошелев // Российский журнал когнитивной науки. — 2018. Т. 5. — № 1. — С. 44–62.
- Кронгауз, 2018 — Кронгауз, М. А. Дэниел Эверетт и Бенджамин Уорф: лингвистические и нелингвистические параллели / М. А. Кронгауз // Российский журнал когнитивной науки. — 2018. Т. 5. — № 1. — С. 14–19.
- Лакофф, Нуньес, 2012 — Лакофф, Д., Нуньес, Р. Откуда взялась математика: как разум во плоть создает математику. Горизонты когнитивной психологии / Ред. В. Ф. Спиридонов, М. В. Фаликман. — М.: ЯСК : РГГУ, 2012. — С. 29–47.
- Марютина, 2014 — Марютина, Т. М. Нейроконструктивизм — новая парадигма возрастной психофизиологии? / Т. М. Марютина // Современная зарубежная психология. — 2014. Т. 3. — № 4. — С. 132–143.
- Agrillo, Piffer, Bisazza, 2012 — Agrillo C., Piffer L., Bisazza A., Butterworth B. Evidence for Two Numerical Systems that are Similar in Humans and Guppies // PLoS One. 2012. Vol. 7(2). Article: e31923. doi:10.1371/journal.pone.0031923.
- Alcock, Ansari, et al., 2016 — Alcock L., Ansari D., et al., Challenges in Mathematical Cognition. A Collaboratively-Derived Research Agenda // Journal of Numerical Cognition. 2016. Vol. 2(1). Pp. 20–41.
- Allman, Pelphrey, Meck, 2012 — Allman M.J., Pelphrey K.A., Meck W.H. Developmental Neuroscience of Time and Number: Implications for Autism and other Neurodevelopmental Disabilities // Frontiers in Integrative Neuroscience. 2012. Vol. 6. Article 7. P. 1–18. Doi: 10.3389/fnint.2012.00007.
- Beller, Bender, Christomalis et al., 2018 — Beller S., Bender A., Christomalis S., et al. The Cultural Challenge in Mathematical Cognition // Journal of Numerical Cognition. 2018. Vol. 4(2). Pp. 448–463.
- Bender, Beller, 2013 — Bender A., Beller S. Cognition is... Fundamentally Cultural // Behavioral Sciences. 2013. Vol. 3. Pp. 42–54
- Benoit, Lehalle, Jouen, 2004 — Benoit L., Lehalle H., Jouen F. Do Young Children Acquire Number Words through Subitizing or Counting? // Cognitive Development. 2004. Vol. 19. Pp. 291–307.

Boroditsky, 2011 — *Boroditsky L.* How Language Shapes Thought // *Scientific America*. 2011. Issue 2. Pp. 63–65.

Chantal, Markovits, 2017 — *Chantal de P.-L., Markovits H.* The capacity to generate alternative ideas is more important than inhibition for logical reasoning in preschool-age children // *Memory and Cognition*. 2017. Vol. 45. Pp. 208–220.

Dehaene, 2011 — *Dehaene S.* The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics. N.Y.: Oxford University Press, 2011.

Dowker, Nuerk, 2016 — *Dowker A., Nuerk H. C.* Editorial: Linguistic Influences on Mathematics // *Frontiers in Psychology*. 2016. Vol. 7. Article 1035. Pp. 1–3.

Duncan, Dowsett, Claessens et al., 2007 — *Duncan G.J., Dowsett C.J., Claessens A., et al.* School Readiness and Later Achievement // *Developmental Psychology*. 2007. Vol. 43. Issue 6. Pp. 1428–1446.

Emmons, McCullough, 2003 — *Emmons R., McCullough M.* Counting Blessings Versus Burdens: An Experimental Investigation of Gratitude and Subjective Well-Being in Daily Life // *Journal of Personality and Social Psychology*. 2003. Vol. 84. No. 2. Pp. 377–389.

Everett, 2017 — *Everett C.* Number and the Making of Us: Counting and the Course of Human Cultures. Harvard University press, 2017. 312 p.

Feinberg, Haddad et al., 2013 — *Feinberg N.A., Haddad P.M. et al.* The Size, Burden and Cost of Disorders of the Brain in the UK // *Journal of Psychopharmacology*. 2013. Vol. 27(9). Pp. 871–770.

Graziano, 2014 — *Graziano M.* Numerical Cognition and Philosophy of Mathematics. Dehaene's (Neuro)Intuitionism and the Relevance of Language // *RIFL/SFL*. 2014. Pp. 362–377.

Houdé, Zago et al., 2000 — *Houdé O., Zago L., et al.* Shifting from the perceptual brain to the logical brain: The neural impact of cognitive inhibition training // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2000. Vol. 12. Pp. 721–728.

Jones, 2020 — *Jones M.* Numerals and Neural Reuse // *Synthese*. 2020. Vol. 197. Pp. 3657–3681.

Kadosh, Walsh, 2009 — *Kadosh R.C., Walsh W.* Numerical Cognition: Reading Numbers from the Brain // *Current Biology*. 2009. Vol. 19. Issue 19. Pp. 898–899.

Kryztofiak, 2016 — *Kryztofiak W.* Representational Structures of Arithmetical Thinking. Part 1 // *Axiomates*. 2016. Vol. 26. Pp. 1–40.

Luo, Tang, 2014 — *Luo J., Tang X. et al.* The neural correlates of belief-bias inhibition: The impact of logic training // *Biological Psychology*. 2014. Vol. 103. Pp. 276–282.

Naturalizing Logico-Mathematical Knowledge — *Naturalizing Logico-Mathematical Knowledge: Approaches from Philosophy, Psychology and Cognitive Science* / Ed. S. Bangu. N.Y.: L.: Routledge, 2018. VIII, 306 p.

Pantsar, 2014 — *Pantsar M.* An Empirically Feasible Approach to the Epistemology of Arithmetic // *Synthese*. 2014. Vol. 191. Pp. 4201–4229.

Pantsar, 2018 — *Pantsar M.* Early Numerical Cognition and Mathematical Processes // *Theoria*. 2018. Vol. 33/2. Pp. 285–304.

Piazza, De Feo, Panzeri, Dehaene, 2018 — *Piazza M., De Feo V., Panzeri S., Dehaene S.* Learning to Focus on Number // *Cognition*. 2018. Vol. 181. Pp. 35–45.

Reynolds, 2017 — *Reynolds E. A.* Culture, Brain, and Health: Introduction to the Special Issue // *Culture and Brain*. 2017. Vol. 5. Pp. 1–3.

Ruiz, Steffen, Smith, 2013 — *Ruiz J. M., Steffen P., Smith T. B.* Hispanic Mortality Paradox: a Systematic Review and Metaanalysis of the Longitudinal Literature // *American Journal of Public Health*. 2013. Vol. 103 (3). Article E52-60.

Rule, Freeman, Ambady, 2011 — *Rule N.O., Freeman J.B., Ambady N.* Brain, Behavior, and Culture: Insight from Cognition, Perception, and Emotion // *Culture and Neural Frames of Cognition and Communication* / Eds. Han S., Pöppel E. Springer, Berlin, Heidelberg. 2011. Pp. 109–122.

Saxe, 2017 — *Saxe G.* Culture, Language, and Number // *The Oxford Handbook of Numerical Cognition* / Eds. R.C. Kadosh, A. Dowker. Oxford: Oxford University press, 2017. (preprint paper).

Spelke, Kinzler, 2007 — *Spelke E.S., Kinzler K.D.* Core Knowledge // *Developmental Science*. 2007. Vol. 10. No. 1. Pp. 89–96.

Tang, Liu, 2009 — *Tang Y.Y., Liu Y.* Numbers in the Cultural Brain // *Progress in Brain Research*. 2009. Vol. 178. Pp. 151–157.

Tang, Zhang, 2006 — *Tang Y., Zhang W.* Arithmetic Processing in the Brain Shaped by Cultures // *PNAS*. 2006. Vol. 103. No. 28. Pp. 10775–10780.

Tcheang, 2014 — *Tcheang L.* Culture and Math // *Cognitive Neuroscience*. 2014. Vol. 6. Issue 1. Pp. 54–65.

The Five Year...2016 — *The Five Year Forward View for Mental Health*. L., 2016. 82 p.

Wynn, 1992 — *Wynn K.* Addition and Subtraction by Human Infants // *Nature*. 1992. Vol. 358. 27 August. Pp. 749–750.

Глава 5. ЧИСЛО И КАНТИАНСКАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА В СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОНАУКЕ¹

Разум пользуется своей творческой силой,
когда опыт принуждает его к этому.
А. Пуанкаре

Числа суть свободные создания человеческого духа...
Р. Дедекин

Вопросу о том, что такое «число» и какова природа числа, посвящены тысячи и тысячи работ, хотя по-прежнему, что такое «число», сказать сколько-нибудь убедительно сложно. И это несмотря на то что, казалось бы, «число» рассмотрено досконально под углом зрения различных подходов и в контексте различных концепций, отличающихся трактовкой феномена абстракции и природы бесконечности. Среди математиков точек зрения на природу числа довольно широкий спектр, который простирается, например, от отказа признать число как репрезентацию некоторого множества объектов или их свойств [Venaceraf, 1965] до прямо противоположной интерпретации, когда число есть (абстрактное) представление некоторых множеств объектов или их свойств [Steinhart, 2002; Gillies, 2015]. Между тем прогресс современной нейронауки заставляет не только поместить в фокус исследований феномен числового познания [Бажанов, 2019], но еще раз обратиться к анализу числа, причем под углом зрения нейробиологических особенностей генерации и репрезентации того, что мы понимаем под «чис-

лом». Это подразумевает постановку следующих вопросов: является ли число просто меткой, своего рода наклейкой, биркой на какой-то совокупности предметов, зависит ли оно (и если да, то в какой мере) от нейродинамических образований? Последнее вполне реально. Неслучайно в изучении числовых (часто не вполне точно именуемых также дигитальными, цифровыми) репрезентаций и активности мозга можно, по мнению ведущих нейрофизиологов, видеть одно из воплощений «кантианской исследовательской программы» [Dehaene, Brannon, 2010; Space, Time and Number, 2011; Fazelpour, Thompson, 2015]. Это означает, что репрезентации некоторых «объектов», традиционно относимых к математике и физике (число, пространство, время), в определенном, близком к кантовскому смысле а priori соотносятся с нейроструктурами, имеющими вполне определенную локализацию в мозге: теменная доля (для «числового» познания), угловая извилина (для познания «пространственного») [Hubbard, Pinel, Piazza, Dehaene, 2005, p. 445], а также, согласно последним данным, области, которые примыкают к нижней височной извилине (для обработки числовой информации) и передней височной области (для обработки семантической информации) [Amalric, Dehaene, 2019, p. 19–20]. Допустимо даже более сильное утверждение: число имеет онтогенетическое происхождение: определение количества окружающих предметов являлось столь важным для выживания и адаптации живых организмов, что в результате длительной эволюции это свойство мозга было закреплено в виде определенных элементов/состояний нейроструктур. Данный подход реализуется в рамках гипотезы о врожденности ряда свойств широкого класса живых существ, включая человека («innateness hypothesis»), которые были приобретены в процессе адаптации к окружающей среде и в случае животных носят невербальный характер.

Собственно, истоки этой гипотезы можно найти еще у Платона; отдельные ее элементы содержатся у Декарта и Лейбница, но наиболее полно и последовательно она была представлена Кантом [Kitcher, 1995, p. 287–290], который фактически противопоставлял свою концепцию априоризма концепции *tabula rasa* Дж. Локка и эмпиризму Д. Юма. Начиная с трудов Н. Хомского об универсальной грамматике гипотеза врожденности, несмотря на некоторую

¹ Журнальный вариант: Вопросы философии. 2021. № 7. С. 50–60.

аморфность формулировки, заняла почетное место в арсенале когнитивных наук. Осмысление феномена числа во многом проходит под углом зрения данной гипотезы.

Онтогенетические предпосылки представлений о числе

Эволюция живых существ, которая была связана с задачами адаптации к окружающей среде, сформировала у них свойство *субитации* (*субитизации*), которое относится к элементам когнитивной универсальности, своего рода нейродинамическим архетипам. Это свойство заключается во врожденном и «автоматическом» качестве, которое состоит в симультанном и достаточно точном определении небольших количеств предметов (от одного до, как правило, четырех). Оно оказывается присущим не только человеку уже на стадии раннего младенчества, но и живым организмам в целом: млекопитающим, птицам, насекомым и рыбам [Burr, Turi, Anobile, 2010, p. 2; Agrillo, Piffer, Bisazza, Butterworth, 2012]. Фактически речь идет о врожденном «чувстве числа» – изначальной интуиции числа, или качестве установления численности (*numerosity*) небольших множеств предметов и/или сравнения множеств предметов, которое играет, по мнению С. Деана и его единомышленников, важную роль в процессах адаптации и выживания организмов [Dehaene, 2011; Hyde, 2015]². Высказывается даже предположение о существовании специальных нейронов, которые так или иначе поддерживают числовые способности высокоорганизованных существ, связанные с симультанным установлением небольшого количества предметов и/или сравнения множеств предметов. Таким образом, речь идет о том, что субитация возникла в процессе эволюции [Dehaene 2002, 1653; Samet, Zaithchik 2014 web] и функционирует благодаря особому нейронному модулю, ответственному за этот феномен [Margolis 2020, 114, 124]. «Чувство числа» под углом зрения онтогенетических особенностей аналогично «чувству места», которое имеется в виду в механизмах пространственной навигации, открытие и исследование которых Дж. О’Ки-

² Появляется все больше свидетельств в пользу того, что и восприятие знаков (например, в виде букв) оказывается детерминированным организацией определенных областей мозга [Dehaene, Dehaene-Lambertz, 2016, p. 1193].

фом и М.-Б. и Э. Мозерами было отмечено в 2014 году Нобелевской премией по медицине. Активность одной группы нейронов формирует когнитивный образ, карту местности, а другая отвечает за своего рода систему координат в мозге. Аналогично и с нейронами, отвечающими за «чувство числа», которое является не только средством адаптации, но и тем элементарным врожденным качеством, которое служит у человека фундаментом для строительства комплексов сложных математических операций³.

Близко к духу идеи строительства комплексов сложных математических операций находится так называемый вычислительный подход в теориях сознания и нейронауке. Иногда предпринимаются попытки (в контексте «компьютериализма») показать, что вычисления вообще онтологически фундированы и все природные системы обладают объективным потенциалом и механизмами для различных вычислительных процедур [Михайлов, 2021]. Насколько эти аргументы убедительны? Действительно ли естественные (природные) системы способны вычислять? Действительно ли люди, занимаясь вычислениями, действуют «как машины»? Или же сторонники «компьютериализма», обольщенные успехами логико-математических наук и мощным вторжением компьютерных технологий в нашу жизнь и исследования, переоценивают его потенциал в плане «онтологизации» вычислений?

Полагаю, что интерпретировать возможность вычислений в природе допустимо лишь как *метафору*, навеянную очевидными последствиями компьютерной революции.

Ситуации, когда какие-то идеи оказываются своего рода призмой, сквозь которую просматривается мир и на основе которой формируются ключевые для определенного периода истории метафоры, не редкость. Они подробно описаны в истории науки и культуры. Так, согласно библейской метафоре, люди были «слеплены» из глины и грязи и наделены душой. Изобретение гидравлических механизмов еще до наступления нашей эры привело к представлениям о циркуляции в человеке разного рода «телесных жидкостей», и эти представления были доминирующими и широко применялись в медицине вплоть до середины прошлого тысячелетия.

³ Считается, что приматы способны «представлять численные значения, сравнивать их, а также осуществлять простейшие действия, типа операций сложения и вычитания» [Cantlon, 2012, p.10725; Boysen, 1993; Hanzel, 2017, p.47–48].

Открытие и прогресс классической механики подвел к стремлению рассматривать человека как механическое устройство, а процесс мышления — как следствие механических колебаний в мозге. Открытие электромагнитного излучения стимулировало сравнение мозга с телеграфом. Ну а современная эпоха не может обойтись уже без математических и компьютерных метафор.

Впрочем, в пользу значительной ограниченности (или даже сомнительности) точки зрения на существование вычислений в живой природе можно привести доводы из различных областей научного знания.

1. Как известно, любые точные науки оперируют абстракциями, и центральное для математики понятие числа также представляет собой абстракцию, которая, кстати, несет определенный «груз» и со стороны культуры. Существует, так сказать, несколько математик (и логик), отличающихся базисными абстракциями и принципами построения: классическая и неклассические, типа интуиционистской или конструктивистской, развивавшихся, например, школами Л. Брауэра, А. Гейтинга, А. А. Маркова и/или Э. Бишопа, паранепротиворечивой логики и математики, допускающей оперирование противоречивыми объектами, тривиализующими любые построения в классической математике [Mortensen, 1995; Mortensen, 2010]. Некоторые теоремы, которые справедливы для классической математики, в иных математиках не являются таковыми (например, известная теорема анализа о том, что ограниченная монотонная последовательность рациональных чисел сходится). По какой же математике выполняет (или должна выполнять) вычисление природная система?

Более того, даже в классической математике могут существовать вполне естественные, но при этом дающие разные ответы на один и тот же вопрос подходы, наводящие на подозрение о «множественности» математических истин (см., например: [Валиуллин, Валиуллин, Галатенко, 2018, с. 21–22]). Эта множественность задается благодаря тонким нюансам в математических понятиях и/или в применении тех или иных методов. Натурализация вычислений не предполагает такую степень неоднозначности. Смысл вопроса о статусе теорем Гёделя по отношению к природным «вычислениям» также неясен — если он вообще имеется.

2. Кажется, что природа вычисляет, — настолько она гармонично и мудро устроена. Например, вполне можно заключить, что цикада (рода *Magicicada*), которая размножается каждые 13 или 17 лет, «вычислила» эти периоды, описываемые простыми числами, с тем чтобы произвести максимальное количество потомков и обеспечить защиту от хищников, жизненный цикл которых равен 2, 3, 4 или 6 годам [Rijo-Ferreira, Takahashi, 2019]. Однако такие периоды размножения цикад определяются врожденными механизмами, которые сформировались за внушительное время по биологическим законам и не только оберегают цикад от хищников, но и препятствуют их скрещиванию с особями других возрастных групп (что негативно сказывается на жизнеспособности потомства). Скорее всего, этот врожденный механизм выработался благодаря действию эффекта, близкого по смыслу эффекту Болдуина: эволюция вела к тому, что преимущественно выживали особи, обладающие определенным набором генов, которые при размножении передавались последующим поколениям. Таким образом, удельный вес в популяции особей — носителей важного для выживания гена увеличивался с каждым периодом размножения. Эффект Болдуина полностью соответствует дарвиновской концепции эволюции живых организмов. Это естественные процессы адаптации, разворачивающиеся во времени и не следующие принудительным алгоритмам.

Циркадные ритмы живых существ и человека изучаются не одно десятилетие. Можно ли указать на такие особенности этих ритмов, которые не поддаются пониманию с точки зрения биологии (и геномики), но могут быть объяснены в аспекте их интерпретации как вычислительных процедур?

3. В современной нейронауке были открыты навигационные клетки (системы) мозга, «чувство числа» как «базисное» основание не только адаптационных процессов, но и порождения в конечном счете высокоразвитого математического мышления. Эти открытия широко используются в когнитивных исследованиях. Их смысл никак не редуцируется к «механическим» моделям мозга, слабость которых была продемонстрирована еще Дж. Лукасом в середине XX в. Вряд ли он согласуется с утверждениями о том, что «занимаясь вычислениями, мы действуем как машины» (типа машины Тьюринга).

Некоторые разделы когнитивных исследований и компьютеризация стимулировали попытки осмысления этого феномена под углом зрения трактовки социальной организации как «естественного параллельного компьютера». «Общество в этом контексте, — пишет И.Ф. Михайлов, — можно понять как *вторичную или производную когнитивную систему*, использующую сеть когнитивных аппаратов своих членов» [Михайлов, 2021, с.34]. О феномене протосоциальности, в более или менее выраженной форме наблюдающемся у едва ли не всей линейки живых организмов — от насекомых и птиц до обезьян, известно едва ли не с конца XIX столетия. Действия механизмов *адаптации* к окружающей среде и ее изменениям вполне можно описать помимо представлений о «естественном параллельном компьютере».

Вернемся к феномену субитации. О существовании этого феномена (без четкого его терминологического обозначения) догадывались еще выдающийся логик и экономист Ст. Джевонс [Jevons, 1871] и основоположник экспериментальной психологии В. Вундт [Wundt, 1896], однако предметом обстоятельных исследований субитация стала сравнительно недавно, благодаря развитию когнитивных наук. Ими было замечено, что возможность правильно различать и определять количества предметов подчиняется закону Вебера-Фехнера: ошибки в этом процессе логарифмически зависят не от абсолютных значений величин множеств сравниваемых совокупностей предметов, а от их соотношения — чем больше элементов множества, тем менее точно могут быть установлены их соотношения⁴. Если полугодовалые дети способны отличить восемь предметов от шестнадцати, но не восемь от двенадцати, то в процессе взросления способность к различению улучшалась, причем в полтора года дети могли запоминать спрятанные предметы лучше, если они перед опросом были пересчитаны [Wang, Feigelson, 2019, p. 1]. Процесс субитации также подчиняется закону Вебера-Фехнера (но в этом случае фигурируют небольшие величины сравниваемых предметов).

Установлено существование двух механизмов приближенных оценок величин сравниваемых множеств предметов: это так назы-

ваемая система приближенных оценок, относящаяся к дискретным множествам, и объектно-файловая система (object-file system), относящаяся к непрерывно изменяющимся множествам, которая работает подобно аналоговым компьютерным устройствам. Имеются достаточно убедительные аргументы в пользу того, что обе системы возникли в процессе адаптации к окружающей среде [Hyde, 2015, p.562] и, по крайней мере, первая из них эволюционирует в процессе интеллектуального развития человека. Так, у только что появившихся на свет младенцев для возможности различения двух множеств предметов необходимо их соотношение в пропорции 1:3, у полугодовалых малышей — уже 1:2, а у десятимесячных — 2:3. При этом способность к различению количественных характеристик множеств предметов у человека достигает максимума примерно к тридцати годам и затем постепенно уменьшается [Branon, Park, 2015, p. 3].

Как связаны число и язык

Если «чувство числа» столь широко распространено среди живых существ — от человека до рыб, то возникает вопрос: какова роль языка в освоении информации о числовых характеристиках предметов. Речь здесь может идти о репрезентации этой информации в символической и несимволической формах. Считается, что первая форма относится к точному определению величин, к конкретным числам, а вторая — к приближенным оценкам, своего рода процедурам аппроксимации [Lyons, Ansari, Bello, 2015; Ansari, 2008, p. 289]. В любом случае восприятие и обработка мозгом этой информации проходит без и помимо каких-либо паттернов естественного языка, причем это справедливо и для достаточно сложных алгебраических операций. По-видимому, естественный язык не играет какой-либо значимой роли в обработке числовой информации [Gelman, Butterworth, 2005, 9; Monti, Parsons, Osherson, 2012, p. 920]. Между тем гипотеза лингвистической относительности может считаться справедливой в ее «слабом» варианте, когда признается, что язык способен каким-то образом влиять на картину мира носителя языка, но не предопределяет ее сколько-нибудь однозначно, как это утверждается в «сильном» варианте [Gelman, Gallistel, 2004, p. 441]. Так, когда китайцев, которые родились

⁴ Однако ареал действия закона Вебера-Фехнера может быть не столь широким и не распространяться на весь животный мир [Piazza, Fumarola et al., 2011].

и выросли в Китае, но затем эмигрировали в США, спрашивали об их состоянии на английском языке, они описывали свое состояние так же, как натуральные американцы, — в терминах самоописания, подчеркивая свою индивидуальность, — в полном соответствии с особенностями индивидуалистского типа культуры США. Но когда им задавались эти же вопросы на китайском языке, то они описывали свое состояние в терминах социальных ролей — в полном соответствии с особенностями коллективистской культуры восточных государств, которая придает особую важность месту и статусу человека в системе социальных отношений. Более того, китайцы были склонны классифицировать предметы на основе функциональных отношений (особенно это было выражено у детей), тогда как американцы это делали, исходя из таксономических категорий [Han, 2017, pp. 73, 137]. Таким образом, язык является инструментом, который не просто позволяет «материализовать» человеческие мысли, но детерминирует их выражение в условиях корреляции с определенным культурным контекстом. Если же в поле зрения держать и факт генкультурных взаимодействий, то характер активности человеческого генома выступает своего рода модератором, который определяет корреляцию активности мозга со спецификой культурной среды [Laland, 2008; Chiao, 2018]. О генкультурных взаимодействиях, когда под культурой понимаются процессы репликации полезных для коллективного существования признаков и обучения, допустимо говорить даже в случае достаточно высокоразвитых семейств живых систем — от орангутангов до китообразных и от птиц до дельфинов [Whitehead, Laland et al., 2019]. Более того, некоторые формы протосоциальности и элементы обучения в смысле достижения ранее отсутствующих модусов поведения (реакции на внешние раздражители), закрепляемых на генетическом уровне, наблюдаются даже у насекомых [Leadbeater, Dawson, 2017, p. 7844; Whiten, 2018, p. 999; Уилсон, 2020].

Культурные особенности и особенности языка оказывают влияние на темпы формирования числовых представлений и их выражения в цифровой форме. Так, китайские дети раньше европейских осваивают арифметические понятия и операции в силу широкого использования при обучении абака, графических свойств и компактного кодирования чисел в китайском языке [Tang, Zhang et al., 2006, p. 10778].

Известны человеческие культуры, языки которых лишены слов, выражающих числовые соотношения. Это «нечисловые» культуры, носители которых живут фактически исключительно за счет охоты, но когнитивный потенциал которых, связанный с адаптацией к окружающей среде, не уступает представителям «числовых» культур. В языках носителей такого рода культур фактически нет числительных. Последние появляются, как установлено в современной антропологии, лишь на той стадии развития общества, когда люди начинают систематически заниматься сельским хозяйством. Тем не менее носители языков, лишенных числительных, обладают способностью с определенной точностью устанавливать равенство множеств предметов, проводить пересчет небольших групп предметов и даже совершать некоторые простейшие арифметические вычисления [Izard, Pica et al., 2008; Nieder, Dehaene, 2009, p. 199]. Эта же особенность (имея в виду вычитание и сложение, своего рода протоарифметику) наблюдается уже у пятимесячных детей [De Cruz, De Smedt, 2010, p. 5]. Дети осваивают счет и представление о конкретных числах в результате довольно длительного обучения. Этнографические исследования также показывают, что «способность к субитации и оперированию числовой информацией появилась у предков современного человека до того момента, когда у него был выработан соответствующий словарь и он был существенно расширен в процессе создания материальной культуры... эта способность в значительной мере независима от языка, а понятия, относящиеся к числам, возникли на фундаменте “чувства числа” как результат взаимодействия с материальными предметами» [Overmann, Coolidge, 2013, p. 84]. Понятие о числе формировалось длительное время посредством выражения количества через пальцевой счет, затем при помощи внешних предметов (например, палочек или отметок на дереве), и лишь затем появились соответствующие репрезентации числа в речи и письме. Описывая механизмы возникновения абстрактных объектов, Л. Кваш замечает, что они являются «результатом адаптации к определенной инструментальной практике... Наличие такого рода объектов не может считаться отличительной чертой только математики. Это побочные продукты (by-products) процесса адаптации, которой мы обязаны имманентной вовлеченностью в инструментальную практику» [Kvasz, 2019, p. 334]. Вобретении возможности освоить счет и оперировать чис-

лами первостепенное значение имеют простые инструментальные операции с предметами, ликвидирующие разрыв между «абстрактными» (например, арабскими) числами и реальным миром [Fabry, 2020, p. 3685–3687]. В любом случае можно уверенно утверждать онтологический и деятельностный приоритеты в возникновении как понятия числа, так и вообще процедур, связанных с оперированием абстракциями. При этом абстракции низкого уровня, которые формируются в процессе повседневной деятельности, при определенных условиях могут выступать базисом для абстракций высокого уровня и формальных систем любого уровня сложности.

Аргументом в пользу признания факта врожденной способности человека овладеть языком, как когда-то заметил Н. Хомский, является принципиальная возможность овладеть языком глухонемыми, у которых невозможно в процессе освоения языка корректировать речь, как это часто приходится делать у маленьких детей (см. также: [Kirby, Dowman, Griffiths, 2007]). Язык оказывается результатом нетривиального взаимодействия между тремя адаптивными системами: культурой, обучением и биологической эволюцией, причем и культура, и процесс обучения существенным образом влияют на траекторию эволюционного процесса и задают контуры фенотипа.

«Чувство числа» и математические способности

Исследование мозга крупных математиков показало, что его активность при выполнении сложных и нетривиальных математических процедур и базисное «чувство числа» концентрируются в одних и тех же областях мозга, никак при этом не связанных с теми участками, которые возбуждаются при пользовании языком. Математические способности не коррелируют с лингвистическими способностями. Также у математически одаренных людей наблюдается повышенное содержание серого вещества мозга по сравнению с теми, кто добивается успеха в иных науках [Amalric, Dehaene, 2016, p. 7]. Отмечается и явно выраженная генетическая наследственность конфигураций и характера активности передней теменной доли и внутритеменной борозды большого мозга [Posner, Rothbart, 2017, p. 6].

Числовая и дигитальная информация преимущественно обрабатывается во внутритеменной борозде мозга, хотя большие и малые числовые совокупности обрабатываются различными ее участками [Bueti, Walsh, 2009], да и механизмы этой обработки тоже различаются. Большие совокупности предметов обрабатываются мозгом как бы в логарифмическом «формате», то есть точность установления их численности по мере роста числа предметов падает [Dotan, Dehaene, 2016, p. 638]. В «чувство числа» определенную лепту вносят и топологические особенности их представления, а именно внутренние и внешние характеристики, связанные с отношениями между множествами [He, Zhou et al., 2015], причем функционал этих представлений сосредоточен в теменной коре [Harvey, Klein et al., 2013, p. 1125–1126].

Чрезвычайно важно осознавать, что наше современное представление и упорядочение чисел с помощью числовой оси, которая простирается от минус к плюс бесконечности и известна уже младшим школьникам, — это представление вовсе, так сказать, не естественное, а *искусственное*, приобретенное на довольно продвинутом этапе развития человечества (и математики). Только в XVII в. Дж. Валлис и Дж. Непер предложили систему «погружения» множества чисел в непрерывную горизонтальную линию. Этот образ, проделавший длинный путь признания и утвердившийся благодаря распространению идей Р. Дедекинда и Г. Кантора только в начале XX века [Sinkevich, 2015], обладает мощным наглядным потенциалом, но не является врожденным, при том, что ныне он кажется само собой разумеющейся (и в этом смысле априорной) репрезентацией множества чисел. Числовая линия — это тот «культурный опыт, который был преобразован в своего рода ментальный артефакт» [Núñez, 2011, p. 665].

Такого же рода ментальными «артефактами», только существенно более абстрактными по своему характеру и поэтому не столь общезначимыми, стали другие числовые системы — комплексные числа, кватернионы, обобщающие понятие комплексных чисел (У. Гамильтон), кардинальные и ординальные числа (Г. Кантор), p -адические числа (К. Гензель), гипердействительные числа (Г. Делз, У. Вудин, Э. Хьюит, А. Робинсон).

По всей видимости, продвинутые дигитальные способности человека являются не заданными самой природой, врожденными

(hardwired) структурами мозга, а порожденными исключительно человеческим разумом, который развивается в определенной культурной среде благодаря воздействию множества социальных эстафет, — «социальным» разумом, приобретающим способность «к воображению и открытию», генерации так называемых концептуальных метафор, репрезентирующих простые межпредметные связи и выступающих инструментами познания мира [Núñez, 2009, p. 82; Лакофф, Нуньес, 2012, с. 32, 42–43].

Если иметь в виду тесное переплетение естественной (биологической) и социально-культурной траекторий становления и развития человека вообще и его когнитивного потенциала в частности, то точка зрения Дж. Лакоффа и Р. Нуньеса, отказывающих человеку во врожденных способностях и обуславливающих дигитальные способности человека характером его деятельности, и точка зрения С. Деана с коллегами, на основании громадного эмпирического материала настаивающих на существовании врожденного (и в этом смысле априорного) «чувства числа», вовсе не противоречат друг другу. Природа числа включает в себя и априорную, и деятельностьную составляющие. Именно в этом состоит ключевая идея концепции и методологии *деятельностного трансцендентализма*, который позволяет органичным образом совместить переосмысленный с современных позиций априоризм Канта и подход, объявляющий деятельность онтологически более фундаментальным образованием, нежели существование отдельных объектов-вещей [Бажанов, 2017].

Вернемся, однако, к отношению собственно математических способностей к «чувству числа».

Многочисленные нейрофизиологические исследования ранних занятий арифметическим счетом и/или какими-то математическими упражнениями показывают, что эти занятия, безусловно, играют заметную роль в более успешном развитии математических способностей в продвинутом возрасте. Если ребенок хорошо осваивает счет и демонстрирует успехи в математике, то со значительной степенью вероятности он будет успешен не только в своей дальнейшей математической (и даже академической) карьере [Duncan, Dowsett et al., 2007, p. 1443], но и в жизни вообще [Ansari, De Smedt, Grabner, 2012, p. 117]. Поэтому весьма приветствуется развитие родителями и воспитателями дошкольных учреждений навыка арифметического счета, математических операций, включая, конечно,

геометрические построения, у детей с самого раннего возраста [Amalric, Dehaene, 2016, p.8]. Впрочем, советские математики-педагоги давно догадывались о важности отслеживания и развития математических способностей детей. Неслучайно с примерно середины прошлого века активно создавались специализированные физико-математические школы. Современная нейронаука лишь подтверждает справедливость давних догадок и значимость многолетней практики отечественных педагогов.

* * *

Как известно, Кант считал, что чистая математика — априорна по своей природе, поскольку ее положения носят всеобщий и необходимый характер и никак не связаны с опытом. Эта идея оказалась существенно ослаблена (даже в глазах ее сторонников) во второй половине XIX в. открытием и разработкой неевклидовых геометрий. Впоследствии, однако, выяснилось, что они не затрагивают существо кантовского априоризма [Shabel, 2013 web], а в начале XXI в. прогресс нейронауки заставил вспомнить и заново оценить идею Канта. Явление субитации, или «чувство числа», так сказать, онтологически обусловленное нейробиологическими процессами, и особенности обработки мозгом числовой и дигитальной информации говорят в пользу того, что *Кантианская программа* в современной нейронауке — это не просто яркая метафора, а выражение стратегической линии ее развития. О числе нельзя говорить как о «бирке», которая репрезентирует какие-то множества предметов. Число — это в определенном смысле средство и итог культурной и биологической адаптации к окружающей среде, который предполагает значительную деятельностьную составляющую. Число — это, перефразируя известное выражение, «снятая определенность, ставшая безразличной для предмета», но существенная для характеристики предмета под углом зрения его внешней определенности, которая (и это самое важное!) возникает в результате плотного взаимодействия онтогенетических, эпигенетических и культурных факторов. Такое понимание числа, характеризующего (дискретное) множество и/или (непрерывную) величину, — свидетельство продолжения натуралистического поворота в современной науке, который обогащается представлениями, характерными для социоцентризма, все более активно востребуемого в современных когнитивных исследованиях.

Литература

- Бажанов, 2017 — *Бажанов, В. А.* Деятельностный подход и современная когнитивная наука / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2017. — № 9. — С. 174–181.
- Бажанов, 2019 — *Бажанов, В. А.* Числовое познание в контексте когнитивных исследований / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2019. — № 12. — С. 82–90.
- Валиуллин, Валиуллин, Галатенко и др., 2018 — *Валиуллин, Ал. Р., Валиуллин, Ар. Р., Галатенко, В. В. и др.* «Множественность истины» в математике: два примера из области математического анализа / Ал. Р. Валиуллин, Ар. Р. Валиуллин // Математика в высшем образовании. — 2018. — № 16. — С. 21–28.
- Лакофф, Нуньес, 2012 — *Лакофф, Дж., Нуньес, Р.* Откуда взялась математика: как разум во плоти создает математику. Горизонты когнитивной психологии. — М.: ЯСК, РГГУ, 2012. — С. 29–47.
- Михайлов, 2021 — *Михайлов, И. Ф.* Вычислительный эксперимент в социальном познании / И. Ф. Михайлов // Философия науки и техники. — 2021. Т. 26. — № 1. — С. 23–37.
- Уилсон, 2020 — *Уилсон, Э.* Эусоциальность. Люди, муравьи, голые землекопы и другие общественные животные / Э. Уилсон. — М.: Альпина-нон-фикшн, 2020. — 102 с.
- Agrillo, Piffer, Bisazza, Butterworth, 2012 — *Agrillo C., Piffer L., Bisazza A., Butterworth B.* Evidence for two numerical systems that are similar in humans and guppies // PLoS One. 2012. Vol. 7. N 2. E31923.
- Amalric, Dehaene, 2016 — *Amalric M., Dehaene S.* Origins of the brain networks for advanced mathematics in expert mathematicians // PNAS. 2016 (early edition). Vol. 113. N18. Pp. 4909–4917.
- Amalric, Dehaene, 2019 — *Amalric M., Dehaene S.* A Distinct Cortical Network for Mathematical Knowledge in the Human Brain // Neuroimage. 2019. Vol. 189. Pp. 19–31. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.01.001
- Ansari, 2008 — *Ansari D.* Effects of development and enculturation of number representation in the brain // Nature. 2008. Vol. 9. April. Pp. 278–290.
- Ansari, De Smedt, Grabner, 2012 — *Ansari D., De Smedt B., Grabner R.H.* Introduction to the special section on “Numerical and mathematical processing” // Mind, Brain, and Education. 2012. Vol. 6. N 3. Pp. 117–118.
- Benacerraf, 1965 — *Benacerraf P.* What Numbers Could Not Be // *The Philosophical Review*. 1965. Vol. 74. Pp. 47–73.
- Boysen, 1993 — *Boysen S.T.* Counting in chimpanzees // *The Development of Numerical Competence* / Eds. Boysen S.T., Capaldi E.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum. 1993. Pp. 39–59.

Brannon, Park, 2014 — *Brannon E.M., Park J.* Phylogeny and ontogeny of mathematical and numerical understanding // *Oxford Handbooks Online*. Oxford University press, 2014. Pp. 4.

Bueti, Walsh, 2009 — *Bueti D., Walsh V.* The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes // *Phil. Trans. Royal Society*. 2009. Vol. 364. Pp. 1831–1840.

Burr, Turi, Anobile, 2010 — *Burr D.C., Turi M., Anobile G.* Subitizing but not estimation of numerosity requires attentional resources // *Journal of Vision*. 2010. Vol. 10(6). N 10. Pp. 1–10.

Cantlon, 2012 — *Cantlon J. F.* Math, monkeys, and the developing brain // *PNAS*. 2012. Vol. 109. P. 10725–10732.

Chiao, 2018 — *Chiao J.* Developmental aspects in cultural neuroscience // *Developmental Review*. 2018. Vol. 50, pp.77–89. Doi: 10.1016/j.dr.2018.06.005.

De Cruz, De Smedt, 2010 — *De Cruz H., De Smedt J.* The innateness hypothesis and mathematical concepts // *Topoi*. 2010. Vol. 29. Pp. 3–13.

Dehaene, 2002 — *Dehaene S.* Single-neuron arithmetic // *Science*. 2002. Vol. 297. September, 6. P. 1652–1653.

Dehaene, 2011 — *Dehaene S.* *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. N.Y.: Oxford University Press, 1997; Second enlarged edition, 2011.

Dehaene, Brannon, 2010 — *Dehaene S., Brannon E.* Space, time, and number: a Kantian research program // *Trends in Cognitive Sciences*. 2010. Vol. 14. N 2. Pp. 517–519.

Dehaene, Dehaene-Lambertz, 2016 — *Dehaene S., Dehaene-Lambertz G.* Is the brain prewired for letters? // *Nature Neuroscience*. 2016. Vol. 19. N 9. Pp. 1192–1193.

Dotan, Dehaene, 2016 — *Dotan D., Dehaene S.* On the origins of logarithmic number-to-position mapping // *Psychological Review*. 2016. Vol. 123. N 6. Pp. 637–666.

Duncan, Dowsett et al., 2007 — *Duncan G., Dowsett C., Claessens A., Magnusson K., Huston A., Klebanov P., Pagani L.S., Feinstein L., Engel M., Brooks-Gunn J., Sexton H., Duckworth K.* School readiness and later achievement // *Developmental psychology*. 2007. Vol. 43. N 6. Pp. 1428–1446.

Fazelpour, Thompson, 2015 — *Fazelpour S., Thompson E.* The Kantian brain: brain dynamics from a neurophenomenological perspective // *Current Opinion in Neurobiology*. 2015. Vol. 31. Pp. 223–229.

Gelman, Butterworth, 2005 — *Gelman R., Butterworth B.* Number and language: how are they related? // *Trends in cognitive science*. 2005. Vol. 9. N 1. P. 1–10.

Gelman, Gallistel, 2004 — *Gelman R., Gallistel C.R.* Language and the origin of numerical concepts // *Science*. 2004. Vol. 306. October 15. P. 441–443.

Gillies, 2015 — *Gillies D.* An Aristotelian approach to mathematical ontology. In: *Mathematics, Substance and Surmise: Views on the Meaning and Ontology of Mathematics.* (Eds) Ernest Davis and Philip Davis. Springer, 2015, pp. 147–176.

Han, 2017 — *Han S.* The Sociocultural Brain. A cultural neuroscience approach to human nature. Oxford: Oxford University press. 2017. VIII, 275 p.

Hanzel, 2017 — *Hanzel I.* 50 years of language experiments with great apes. Frankfurt am Main: Peter Lang, 2017. — 102 Pp.

Harvey, Klein et al., 2013 — *Harvey B.M., Klein B.P., Petridou N., Dumoulin S.O.* Topographic representation of numerosity in the human parietal cortex // *Science.* 2013. Vol. 341. Pp. 1123–1126.

He, Zhou et al., 2015 — *He L., Zhou K., Zhou T., Sheng H., Chen L.* Topology-defined units in numerosity perception // *PNAS.* 2015. E5647–E5655.

Huang, Doole et al., 2019 — *Huang C.-M., Doole R., Wu C. et al.* Culture-Related and Individual Differences in Regional Brain Volumes: A Cross-Cultural Voxel-Based Morphometry Study // *Frontiers in Human Neuroscience.* 2019. Vol. 13. Article 313. DOI: 10.3389/fnhum.2019.00313.

Hubbard, Pinel, Piazza, Dehaene, 2005 — *Hubbard E.M., Pinel P., Piazza M., Dehaene S.* Interactions between numbers and space in parietal cortex // *Nature reviews neuroscience.* 2005. Vol. 6. Pp. 435–448.

Hyde, 2015 — *Hyde D.C.* Numerosity // *Brain Mapping: An encyclopedic reference.* 2015. Vol.3. Pp. 559–564.

Izard, Pica et al., 2008 — *Izard V., Pica P., Spelke E.S., Dehaene S.* Exact quality and successor function: two key concepts on the path towards understanding exact numbers // *Philosophical Psychology.* 2008. Vo. 21 (4). Pp. 491–505.

Jevons, 1871 — *Jevons St.* The power of numerical discrimination // *Nature.* 1871. Vol. 3. Pp. 281–282.

Kant's Philosophy of mathematics — *Kant's Philosophy of mathematics* // <https://plato.stanford.edu/entries/kant-mathematics/#ComIntDeb> (доступ 10 ноября 2021 г.).

Kirby, Dowman, Griffiths, 2007 — *Kirby S., Dowman M., Griffiths T.L.* Innateness and culture in the evolution of language // *PNAS.* 2007. Vol. 104. N 12. P. 5241–5245.

Kitcher, 1995 — *Kitcher P.* Revisiting Kant's Epistemology: Skepticism, Apriority, and Psychologism // *Nous.* 1995. Vol. 29. N 3. Pp. 285–315.

Kvasz, 2019 — *Kvasz L.* How Can Abstract Objects of Mathematics Be Known? // *Philosophia Mathematica.* 2019. Vol. 27. Issue 3, pp. 316 — 334. Doi: 10.1093/phimat/nkz011.

Laland, 2008 — *Laland K. N.* Exploring Gene–Culture Interactions: insights from handedness, sexual selection and niche-construction case studies // *Phil. Trans. Royal Society (B).* 2008, vol. 363, pp. 3577–3589 Doi:10.1098/rstb.2008.0132.

Leadbeater, Dawson, 2017 — *Leadbeater E., Dawson E. H.* A social insect perspective on the evolution of social learning mechanisms // *PNAS.* 2017. Vo, 117. Pp. 7838–7845. Doi: 10.1073/pnas.1620744114.

Lyons, Ansari, Bellock, 2015 — *Lyons I.M., Ansari D., Bellock S.L.* Qualitatively different coding of symbolic and nonsymbolic numbers in the human brain // *Human Brain Mapping.* 2015. Vol. 36. Pp. 475–488.

Margolis, 2020 — *Margolis E.* The Small Number System // *Philosophy of Science.* 2020. Vol. 87. Pp. 113–134.

Monti, Parsons, Osherson 2012 — *Monti M.M., Parsons L.M., Osherson D.N.* Thought Beyond Language: Neural Dissociation of Algebra and Natural Language // *Psychological Science.* 2012. Vol. 23(8). Pp. 914–22.

Mortensen, 1995 — *Mortensen C.* Inconsistent Mathematics. Dordrecht: Kluwer, 1995. X, 158 p.

Mortensen, 2010 — *Mortensen C.* Inconsistent Geometry. London: College Publications. 2010. II,162 p.

Myhre, 2011 — *Myhre R.S.* Spatial Cognition: Kant Redux // *Kant: Here, Now and How* /Eds. S.G. Carson, J. Knowles, B.K. Myskia. Leiden: Brill, 2011. Pp. 49–60.

Nieder, Dehaene, 2009 — *Nieder A., Dehaene S.* Representation of number in the brain // *Annual Review of Neuroscience.* 2009. Vol. 32. Pp. 185 — 208.

Nunez, 2009 — *Nunez R.* Numbers and arithmetic: neither hardwired nor out there // *Biological theory.* 2009. Vol. 4 (1). Pp. 68–83.

Nunez, 2011 — *Nunez R.* No innate number line in the human brain // *Journal of Cross-Cultural Psychology.* 2011. Vol. 42 (4). Pp. 651–668.

Overmann, Coolidge, 2013 — *Overmann K.A., Coolidge F.L.* On the nature of numerosity and the role of language in developing number concepts // *Current Anthropology.* 2013. Vol. 54. N 1. Pp. 83–84.

Palmer, 2008 — *Palmer L.* Kant and the Brain: A New Empirical Hypothesis // *Review of General Psychology.* 2008. Vol.12. N 2. Pp. 105–117. DOI: 10.1037/1089-2680.12.2.105.

Piazza, Fumarola et al., 2011 — *Piazza M., Fumarola A., Chinello A., Melcher D.* Subitizing reflects visuo-spatial object individuation capacity// *Cognition.* 2011. Vol. 121 (1). Pp. 147–53.

Posner, Rothbart, 2017 — *Posner M.I., Rothbart M.* Integrating brain, cognition and culture // *Journal of Cultural Cognitive Science* (online version: February, 17, 2017). Doi: 10.1007/s41809-017-0001-7.

Rijo-Ferreira, Takahashi, 2019 — *Rijo-Ferreira F., Takahashi J. S.* Genomics of circadian rhythms in health and disease // *Genome Medicine.* 2019. Vol. 11. Article 82. DOI: 10.1186/s13073-019-0704-0.

Samet, Zaithchik, 2014 — *Samet J., Zaithchik D.* Innateness and contemporary theories of cognition // *Stanford Encyclopedia of Philosophy,* 2014 <https://>

plato.stanford.edu/ Innateness and contemporary theories of cognition (доступ 10 ноября 2021 г.).

Sinkevich, 2015 — *Sinkevich G.I.* On the history of number line // *Antiquitates Mathematicae*. 2015, Vol. 9(1). Pp. 83–92. doi: 10.14708/am.v9i0.832

Steinhart, 2002 — *Steinhart E.* Why Numbers Are Sets // *Synthese*. 2002. Vol. 133. No. 3. 2002. Pp. 343–361.

Space, Time and Number in the Brain — *Space, Time and Number in the Brain: Searching for the Foundations of Mathematical Thought?* / Eds. S. Dehaene, E. Brannon. L.: Academic press, 2011. 374 pp.

Tang, Zhang et al., 2006 — *Tang Y., Zhang W., Chen K., Feng S., Ji Y., Shen J., Reiman E., Liu Y.* Arithmetic processing in the brain shaped by cultures // *PNAS*. 2006. Vol. 103. N28. Pp. 10775–10780.

Wang, Feigelson, 2019 — *Wang J., Feigelson, L.* Infants Recognize Counting as Numerically Relevant // *Developmental Science*. 2019. Vol. 22. Issue 6. Article e12805.

Whitehead, Laland, 2019 — *Whitehead H., Laland K. N., Rendell L., Thoroughgood R., Whiten A.* The Reach of Gene-Culture Coevolution in Animals // *Nature Communications*. 2019. Vol.10. Article 2408. Pp. 1–10. Doi: 0.1038/s41467-019-10293-y.

Whiten, 2018 — *Whiten A.* Culture and conformity shape fruitfly mating // *Science*. 2018. Vol. 362. Pp. 998–999. Doi: 10.1126/science.aav5674

Wundt, 1896 — *Wundt W.* Grundriss der Psychologie. Leipzig: Engelman, 1896.



Раздел 3. Нейронаука и музыкальное творчество

Глава 6.

МУЗЫКА ПОД УГЛОМ ЗРЕНИЯ БИОКУЛЬТУРНОГО СО-КОНСТРУКТИВИЗМА¹

Природа музыкального творчества и эмоциональное воздействие музыки издавна привлекают внимание исследователей. Еще Аристотель помещал познание природы музыки ввиду ее способности оказывать влияние на этическую сторону души в число наиболее сложных нерешенных проблем. Довольно длительный период каких-либо прорывов в исследованиях музыки в аспекте ее когнитивного потенциала не наблюдалось. Ситуация стала заметно меняться лишь примерно с конца XX — начала XXI века, когда революционные открытия в области культурной нейронауки поставили задачу коренного пересмотра фундаментальных основ природы и когнитивных оснований совокупности духовных практик, в том числе искусства. Культурная нейронаука стремится осуществить синтез натуралистической методологии естественных наук о мозге и социо- и культуроцентристских по своему характеру представлений, лежащих в основе социальных и гуманитарных наук.

Были обнаружены факты, позволяющие говорить о нейродетерминации культуры и в то же время аккультурации мозга, глубокой взаимообусловленности естественной и социальной траекторий эволюции человека, подводящей к мысли об имманентной целостности системы «мозг-социум-культура». Это ставит нетривиальные вопросы о механизмах взаимодействия мозга человека и социума, который является носителем той или иной культуры, в том числе — художественной когнитивной деятельности. Цель данной главы — анализ тех факторов, благодаря которым культура эксплицирует определенные музыкально-художественные слухо-

¹ Журнальный вариант в соавторстве с А. Г. Краевой (Вестник Томского ГУ. Философия. Социология. Политология. 2020. № 56. С. 85–98).

вые паттерны, закрепленные в структурах мозга, и выяснение того, какие роли эти паттерны играют в когнитивных процессах, связанных с музыкальным творчеством.

В данной работе под углом зрения концепции биокультурного со-конструктивизма [Бажанов, 2018], настаивающего на холистическом подходе к системе «мозг — социум — культура», проводится анализ процессов, связанных с функционированием нейронных механизмов детерминации культуры посредством функции музыкально-слухового импринтинга. Каковы онтогенетические и нейробиологические основания музыкальности, какова роль музыкально-слухового импринтинга в обозначении основополагающих предпочтений той или иной этнической музыкальной ментальности? Какие факторы сделали музыку важной частью жизни едва ли не любого народа? Как связаны между собой естественные языки и языки музыкальные? Каким образом открытие механизмов музыкально-слухового импринтинга позволяет интерпретировать деятельность субъекта художественного творчества?

Заслуживает специального упоминания тот факт, что ключевые идеи нейроэстетики, сформулированные крупнейшим британским теоретиком, нейробиологом С. Зэки, в целом соответствуют духу кантианского априоризма, когда место трансцендентального субъекта занимает человеческий мозг, сформированный в определенной культуре и функционирующий в ней, играя активную роль в процессе формирования эстетического опыта [Rušínova, 2016, p. 91; Бажанов, Краева, 2017]. В научный оборот введено понятие «музыкального» мозга [Koelsch, Skeie, 2020, p. 2]. Эстетический опыт в целом и музыкальное творчество в частности могут быть осмыслены в представлениях деятельностного трансцендентализма, адаптирующего соответствующие идеи И. Канта к эмпирическим данным, полученным в современной нейронауке и в целом соответствующим такой новой области исследования, как нейромусыкология [Arias, 2014].

Интонационно-знаковые паттерны как априорные когнитивные элементы

Нейроэстетика исходит из положения о том, что именно музыкальные способности человека из всей совокупности видов художественных способностей в значительной степени обуславливают

степень эффективности работы интеллекта, практически всех его когнитивных функций [Zatorre, 2005, p. 31; Amer, Kalender, Hasher, Trehub, Wong, 2013].

В наиболее универсальном понимании интеллект — это сложный нейрофизиологический механизм, обладающий способностью интегрировать весь психический опыт и инструментарий субъекта для осуществления его эффективной приспособляемости к постоянно меняющимся природным и социокультурным условиям. В подавляющем большинстве работ, посвященных изучению сущности, структуры и этапов формирования интеллекта, данный феномен объединяет все когнитивные способности индивида. Однако нейронаука ставит вопрос о существовании изначально «заданных», в определенном смысле априорных представлений субъекта на этапе начального онтогенеза (в пренатальный период и постнатальный периоды), а также конкретных механизмах экстраполяции этих представлений в познавательной деятельности на всем временном континууме оптимально функционирующей психики и интеллекта. На самом раннем этапе онтогенеза, когда субъект еще не владеет никакими способами сохранения и осмысления происходящего вокруг (в пренатальный) и в опыте (постнатальный период), каналами формирования таких априорных генетически врожденных программ могут быть и являются повторяющиеся знаково-символические структуры: аудиально-двигательные — материнский «фольклор», в котором повторяющиеся интонации и повторяющиеся пестующие или качающие движения прокладывают следы психосенсорного опыта и закладывают потребности в его воспроизведении, и в психомоторной имитации, а позже — визуальные, где фактор времени формируется вслед за движением взгляда поочередно от фрагмента к фрагменту, — всевозможные орнаменты, со временем обретающие для младенца символическое значение. При этом именно моменты «узнавания», то есть те, в которых минимальные интонационно-слуховые или двигательные образные структуры повторяются и варьируются, и формируют стержень интеграции, генерации и развития интеллектуальных ресурсов ребенка.

Стоит предположить, что в период раннего онтогенеза интонационно-знаковые модели в развитии интеллектуальных, когнитивных структур трудно переоценить, по крайней мере, в их языковой

основе, поскольку это закреплено культурно во всех цивилизациях. Кроме того, это единственный (кроме тактильного) канал коммуникации матери и младенца. А значит, механизм интонирования, музыкальная интонация как первооснова музыки является фундаментом, на которую впоследствии опираются навыки вербального и абстрактного мышления. Таким образом, именно музыка, а точнее, лежащая в ее основе интонационная природа, уникальна и незаменима никакими иными когнитивными инструментами, а в период раннего онтогенеза является единственным доступным и эффективным способом реализации цели когнитивного, интеллектуального развития — способом накопления и формирования *врожденных генетических паттернов*, которые впоследствии в процессе взаимодействия с социокультурной средой обуславливают качественные характеристики не только всей совокупности когнитивных способностей человека, но и его мировоззренческий тезаурус. Кроме того, именно музыкальный интеллект (согласно многоуровневой системе интеллекта Г. Гарднера [Гарднер, 2007]) во многом несет ответственность за формирование эвристического потенциала музыкально-когнитивных способностей относительно иных видов когнитивных видов активности — логико-математического, лингвистического и других, а также за неординарные способности человека к различным видам искусства, качественные элементы которых как бы закодированы в музыкальных интонациях, в звучании музыки, что обусловлено пространственными эффектами музыки, ее колористическими свойствами, архитектурной и особенностями фактуры. «Изучая музыку, — справедливо заметила Т. В. Черниговская, — мы зучаем другое кодирование мира» [Черниговская, 2016, с. 185]. Языки музыки наводят на мысль о необходимости иметь в виду в процессе их восприятия и понимания «другую» семантику, отличную от естественных и/или формальных языков.

Когнитивные функции музыки как предъязыка в процессе онтогенеза

Эмпирические данные современных исследований в нейронауке свидетельствуют в пользу того, что музыкальность как когнитивная способность уже с рождения свойственна всем без исключения детям, а значит, музыка — это неотъемлемая фундаментальная

врожденная (при отсутствии явных патологий) способность мозга «воспринимать звуки» и придавать им определенную эмоциональную и смысловую окраску. При этом феномен звука в результате волновой вибрации возникает только в случае опосредования этих вибраций слуховой системой и определенными нейронными механизмами всей системы мозга.

Ряд ученых придает исключительное значение органам слуха и нейропсихологическим особенностям мозга воспринимать звуки как в пренатальный период, так и постнатальный период развития человека [Tomatis, 1989]. Даже в предсмертные часы человеческий мозг с помощью слуховых органов способен воспринимать музыкальные и акустические сигналы, когда прочие каналы, связывающие человека с окружающим миром, уже для него фактически закрыты [Декер-Фойгт, 2003, с.29].

Долгое время считалось, что асимметрия полушарий головного мозга выражается в доминирующей роли левого полушария с его аналитическим, вербальным, логическим мышлением и временными характеристиками окружающего мира, а правого полушария — с пространственным восприятием окружающей среды, эмоциональным, чувственно-конкретным, образным ее восприятием, правое полушарие улавливает прежде всего мелодию — эмоциональное, чувственно-аффективное начало в музыке, а левое — ритм — структурирующее, формообразующее ее начало [Спрингер, Дейч, 1983, с. 13–14], причем эти полушария находятся в «пластической», гомологической взаимозависимости [Shillcock, Thomas, Bales, 2019, p. 143]. Однако исследования последних лет показывают то, что на самом деле мозг представителей различных культур (условно говоря, западной и восточной) даже морфологически различен [Lou, Zhao et al, 2019, p. 8] и затрачивает усилия нескольких своих секторов и нейронных центров вне фактора преобладания какого-либо полушария, с тем чтобы из совокупности звуков и акустической информации «получить» музыкальное восприятие («переживание»). Изучая то, как мозг распознает отдельные составные части музыки и воссоздает из них художественные структуры той или иной степени целостности, нейробиологи наблюдают процессы активности нейроструктур посредством методов функциональной магнитно-резонансной томографии, позитронно-эмиссионной томографии, метода вызванных потенциалов, транс-

краниальной магнитной стимуляции у профессиональных музыкантов, музыкантов-дилетантов и вообще людей, не имеющих какой-либо музыкальной подготовки. Они пришли к выводу, что мозг не имеет единого «музыкального центра», который, как ранее предполагалось, располагается лишь в правом полушарии мозга: при прослушивании музыки человеком активизируются нейроны по всему объему мозга [Лободинская, 2012, с.164].

Человеческий мозг воспринимает музыку еще до рождения, в пренатальный период, что придает ей когнитивную функцию своего рода «предъязыка». Принято выделять два сенситивных периода, когда такое влияние обладает наибольшей интенсивностью — в предродовой (перинатальный) период и в период от 3 до 5 лет [Маляренко, 1994, с. 18]. Именно в эти периоды под действием социокультурных факторов на генетически обусловленные «коды» в структурах мозга формируются культурно-этнические музыкально-слуховые модули, определяющие ментальную принадлежность индивида к определенной социально-этнической группе, ее культуре, а также предпосылки для будущих музыкальных предпочтений.

Еще до рождения ребенок постоянно испытывает влияние звукового фона, который состоит из совокупности *паттернов слуховой стимуляции*. Каждый язык обладает качеством интонационной окрашенности, а также свойственным только ему темпом, динамикой, метроритмом, звуковысотной организацией и архитектурой в построении определенных языковых единиц (например, фраз). Имеется принципиальная разница между процессом слушания, который представляет собой нейропсихологический процесс восприятия сенсорной информации, целью которого является придание ей смысла, и слуха как пассивного восприятия звука. А. Томатис одним из первых стал утверждать, что зародыш слышит голос своей матери начиная с восемнадцатой недели беременности и что ухо посредством слушания звуков играет основную роль в когнитивном развитии человека [Tomatis, 1991]. Внутритрубно слушание является определяющим для чувственного и эмоционального развития. Поэтому отоларингология и психология органично связаны, что позволяет разрабатывать терапевтические методы помощи детям с патологиями нарушения внимания и успеваемости. В результате нормализуется речь, контроль над

эмоциями, координация и моторика, минимизируются нарушения аутистического спектра. Это позволяет считать А. Томатиса родоначальником аудиопсихофонологии.

Поскольку слуховая система человека функционирует еще в процессе внутриутробного онтогенеза, формируя генетически врожденные программы, то она включает просодические элементы материнской речи, ее голос; дети в период перинатального онтогенеза и уже новорожденные распознают именно чувственно-эмоциональную окраску тона голоса матери [Dowling, 1999; Мозгот, 2015, с. 181–182]. При этом четко фиксируется взаимосвязь восприятия тонов просодической информации с двигательными реакциями: в пренатальный период (за 1,5–2 месяца до рождения) основной формой проявления музыкальности [детей] была двигательная реакция (толчки) на бодрую, ритмичную музыку, звучащую достаточно громко, к примеру, на сонату до мажор А. Хачатуряна. И, наоборот, толчки уменьшались и ребенок утихал при звучании «Сладкой грезы» П. Чайковского. Подобная реакция именно на эти произведения сохранялась и в постнатальный период [Мозгот, 2015, с. 181]. С нейробиологической точки зрения музыкально-слуховое восприятие дает импульс двигательным функциям мозга благодаря наличию и действию зеркальных нейронов, которые начинают активно функционировать при «восприятии» звука и являются реакцией слуховой системы мозга на интонационные стимулы. Сенсомоторные реакции в силу «работы» зеркальных нейронов обычны при восприятии музыки [Hodges, 2016, p. 184–185]. Музыка воспринимается как бы всем телом, вызывая соответствующие сенсомоторные движения. Это положение лежит в основании понимания музыки и особенностей ее эмоционального потенциала с точки зрения энактивизма [Matyja, 2016, p. 2], как и мощного фактора, который способствует объединению людей в силу когерентного эмоционального состояния и синхронного восприятия музыкальных паттернов [Savage, Loui et al, 2021].

Эмпирические данные, полученные при исследовании восприятия музыкально-слуховых импульсов, позволяют предположить, что эти нейроны играют важнейшую роль при обучении языку и ответственны за эмпатию, сопереживания. Процесс слушания и наслаждения музыкой сопровождается выработкой окситоцина. Это же происходит при увлеченном занятии танцами, а наибо-

лее интенсивно окситоцин вырабатывается в наивысшей форме психической концентрации — при впадении в транс. Действия зеркальных нейронов при восприятии музыки, вызывающей чувство удовольствия, сопровождаются активностью эмоциональных структур неокортекса и когнитивных центров мозга, отвечающих за формирование образов. Центральной структурой в головном мозге, определяющей удовольствие от восприятия музыки, является прилежащее ядро, а его основным нейромедиатором — дофамин, который при этом начинает выделяться организмом в повышенном количестве [Mehta, Riedel, 2006, p. 2485]. Более того, дофамин продуцируется интрамуральными нейронами сердца, что, вероятно, необходимо для стимуляции сокращений неиннервированного сердца еще в эмбриональном периоде.

Совокупность таких просодических языковых элементов в процессе онтогенеза преобразуется в некие генетически врожденные программы. В дальнейшем эмоционально-чувственная реакция на одни и те же просодические обороты, например, процесс импринтинга в связи с действием механизмов аккультурации [Fabry, 2017, p. 382–383], объясняет различия между младенцами и детьми более старшего возраста, которые заключаются в освоении ими тональной шкалы музыкальной системы той или иной этнической культуры. Именно благодаря такому сложному взаимодействию онтогенетических и социокультурных процессов и формируется устойчивость и необратимость восприятия специфических интонаций музыкального языка «своего» этноса.

Музыка и язык имеют единое нейрофизиологическое основание, которое необходимо для освоения человеческого языка и языкового понимания [Brandt et al., 2012, p. 12]. Более того, поскольку музыкально-слуховые реакции и вызванные функцией зеркальных нейронов двигательные реакции первичны относительно языковых, зафиксированы еще до рождения, то при отсутствии функции мозга «воспринимать» музыку — музыкальности в широком смысле — мы, вероятно, не были бы в состоянии научиться говорить, овладеть языком [Corness, 2008, p. 21–22; Mongelli et al, 2016, p. 2]. Естественные языки и музыка оказываются теснейшим образом связанными между собой на глубинном уровне нейрофизиологических процессов, хотя до совсем недавнего времени их единство еще считалось условным. «Музыка взаимосвязана с языком

намного теснее, чем ранее предполагали», утверждает С. Кёльш [Koelsch, 2009, p. 375]. В одном из своих исследований, направленных на анализ нейропсихологических причин музыкальных предпочтений, С. Кёльш проводил с помощью томографа со студентами, которые никогда не получали музыкального образования и не были обучены игре на музыкальных инструментах. Он проигрывал аудитории аккорды, чередуя те, которые имели правильную гармоническую архитектуру, с неправильно с точки зрения гармонии выстроенными аккордами. Аппаратура зафиксировала следующее: как только студенты слышали «неверные» аккорды, то в состоянии возбуждения приходили те же самые области мозга, которые отвечают за грамматические ошибки в предложении. В то время как искаженное предложение активировало прежде всего левое полушарие мозга, ошибочные аккорды вызывали нервные импульсы в обоих полушариях головного мозга. Результаты измерений потоков мозга (с помощью электроэнцефалограммы головного мозга) подтвердила магнитно-резонансная томография [Koelsch, 2009, p. 377]. Как структурные ошибки в предложении, так и ошибки в аккордах вызывают наибольшую активность нейроструктур в зоне Брока (в течение примерно 180 миллисекунд после прослушанного переживания), которая выполняет функции языкового центра мозга [Hollricher, 2003, p. 27].

То, что ранее рассматривалось как проявление одной из высших музыкальных способностей — абсолютный слух, наличие которого предполагалось только у наиболее одаренных людей, современные нейрофизиологи и психологи уже считают врожденной музыкально-слуховой способностью («встроены камертоном»). Абсолютный слух — это способность безошибочно распознавать и воспроизвести голосом любую из около 70 различных нот в средней части слухового регистра. Сегодня подавляющее большинство исследователей, занимающихся проблемой гениальности и одаренности, придерживается того мнения, что абсолютный музыкальный слух является фактором и генетической, и средовой обусловленности. Музыкальность от природы свойственна абсолютно каждому человеку за некоторым исключением. Музыкальные занятия в раннем онтогенезе помогают в совершенстве развить абсолютный слух, а сама способность встречается чаще у представителей Юго-Восточной Азии, чем у европейцев [Koelsch, 2009, p. 379]. Причину этого

несходства связывают с тем, что первые еще до рождения слышат, а в постнатальный период учатся говорить на так называемом «тональном» языке, в котором высота и протяженность звука особенно важны для различения слов. Так происходит в корейской, китайской, тайской, вьетнамской и японской культурах, а также языках народов Западной Африки и Латинской Америки [Крылов, 2009, с. 150–151].

При молекулярно-генетическом обследовании обладателей абсолютного слуха и синестезии удалось выделить участок на одной из хромосом, ответственный за взаимосвязь этих двух качеств. При установлении нуклеотидной последовательности возможных так называемых генов-кандидатов данного сегмента ДНК выяснилось, что люди с абсолютным слухом и синестезией являются носителями редких мутаций гена ERNA7, который кодирует специфический фермент, играющий важную роль в дифференциации нервной ткани и способности активизации различных зон в развивающемся мозге ребенка [Brattico, 2013].

В современной нейронауке существует и другая точка зрения, согласно которой наличие у большинства людей латентного абсолютного слуха не считается исключением. Дж. Шаффран трактует эту способность как функцию мозга, которую младенцы в период пренатального и постнатального онтогенеза используют как когнитивный инструмент, навыки которого со временем, будучи неостребованными, рационально «исключаются», утрачиваются мозгом [Saffran, 2003]. Таким образом, младенцы рождаются отнюдь не с *tabula rasa*, а обладают весьма развитыми музыкально-слуховыми навыками. Именно с помощью абсолютного слуха (способности достаточно точно лоцировать высоту звуков без соотнесения с предварительно прослушанными и заранее известными звучаниями) они обнаруживают в родном языке своеобразные музыкально-слуховые клише (паттерны) просодического типа как содержательные образцы, что помогает им в освоении родного языка. Это своего рода когнитивные схемы, которые делают вообще возможным познавательный процесс, подходящие, вероятно, для всех видов научения — как музыке, так и языку [Lany, Saffran, 2010]. В постнатальный период и период младенчества регулярные музыкальные упражнения инициируют образование определенных нейронных связей, которые ассоциируют звуки с языковыми

сигналами [Valizadeh, Liem et al, 2018]. Отсюда можно заключить о существовании единых механизмов генерации музыкальных и языковых когнитивных функций в процессе онтогенеза [Perlovsky, 2012, p. 194]. Язык — это самый комплексный когнитивный продукт человеческой духовности, предполагающий сложнейшую взаимную детерминацию биологических, нейропсихологических, физиологических, то есть естественных и социокультурных факторов познавательных процессов.

Музыкально-слуховой импринтинг как механизм формирования музыкальной ментальности

Какие нейропсихологические механизмы с точки зрения нейронауки делают этнические музыкальные предпочтения, которыми, как показывают данные современных исследований, каждый человек наделен априорно, такими устойчивыми? В нейроэстетике принято считать, что у представителей определенного этноса значительную роль в процессе накопления и аккумуляции первоначальных музыкально-слуховых ассоциаций — генетических врожденных программ — выполняет *музыкально-слуховой импринтинг*, феномен, который является, вероятно, одним из наиболее проблемных узлов генетического подхода к развитию когнитивных способностей человека.

В самом широком смысле слова понятие импринтинга было предложено в исследованиях К. Лоренца по этологии и зоопсихологии в качестве описания специфической формы обучения, связанной с запечатлением в памяти признаков объектов при формировании или коррекции врожденных поведенческих актов животных и человека [Vicedo, 2009]. Импринты — это «отпечатки», возникающие в процессе раннего онтогенеза, а импринтинг — это нейрофизиологический механизм, который превращает образы, впечатления, в том числе и музыкально-слуховые просодические паттерны, в устойчивые поведенческие структуры. Учитывая схожесть психики детей и психики животных, исследования импринтинга распространились и на сферу исследования когнитивных механизмов и онтогенеза мозга человека.

Активизация импринтов в мозге человека обусловлена наличием в нем генетических врожденных программ, которые функционируют в течение достаточно короткого времени. При этом отличие импринтинга от процесса обучения в том, что такие «включения» импринтов и их устойчивое необратимое усвоение осуществляются фактически однократно, без повторений. Механизм слухового импринтинга запущен и «работает» в течение ограниченного периода времени, обычно лишь на самых ранних стадиях постнатального развития мозга человека.

Что касается музыкально-слухового импринтинга, то именно его наличие объясняет образование этнических музыкальных модулей, а также первичных музыкально-слуховых предпочтений. Речь идет о врожденных нейронных механизмах, которые обеспечивают при восприятии интонаций звучаний взаимодействие с накопленным запасом музыкально-слуховых интонаций языка генетически врожденных программ — своего рода «неявного знания» с просодическими и музыкальными интонациями своего этноса. Тем самым формируется не только музыкально-этнический тезаурус человека, но и генерируются предпосылки всей культурно-художественной составляющей мировоззрения личности, включая и художественные предпочтения.

Успешность восприятия музыки в контексте культуры обуславливается богатством фонда этого «неявного знания», которое служит инструментом «расшифровки» поступающих в мозговые центры музыкальных сигналов и когнитивным механизмом распознавания интонационного словаря своей этнической группы. Поэтому представитель китайской культуры на генетическом уровне идентифицирует пентатонические или гептатонические обороты, а для представителя арабской культуры «своей» станет диатоника с присущими именно ей тонкой интервальной хроматикой и мелизматикой. Такое «неявное знание», по мнению У. Доулинга, уже существует к моменту рождения, и его формирование особенно активно протекает на заключительных этапах предродового и начальных этапах постнатального развития ребенка [Dowling, 1999]. Механизм слухового импринтинга, закладывающего необратимые, фундаментальные музыкально-слуховые качества ментальности человека, происходит в процессе акустического психорезонанса, при котором элементы «неявного знания» консонируют с харак-

теризующими конкретную этническую группу музыкальными интонациями. При этом определенные клетки коры головного мозга «считывают» частоту волн, порождаемых колебаниями звука, в определенном диапазоне [Прибрам, 1975, с. 142]. Данный механизм формирует принадлежность человека к определенной музыкально-этнической группе, адсорбируя и накапливая музыкально-слуховые представления, которые человек получает в течение всей своей жизни относительно «своих» интонаций, и дифференцирует иные этнические интонации. Более того, можно говорить о корреляции социального поведения детей с их музыкальными вкусами: дети с большей охотой общаются с теми сверстниками, которым нравятся те же песни, что им самим, фактически тяготея к той же социальной группе, к которой принадлежат [Soley, Spelke, 2016, p. 115].

Одним из проявлений музыкального импринтинга, а следовательно, важным для изучения нейропсихологических механизмов формирования этнической музыкально-слуховой идентичности, а также музыкальных предпочтений представляется феномен аудиации, который считается фундаментальным механизмом развития музыкально-слуховых когнитивных способностей в музыкальной теории обучения американского нейрофизиолога и музыканта Э. Гордона. Под аудиацией он предлагает понимать «внутреннее понимание и реализацию музыки», то есть процесс мысленного интонирования, слышания, представления музыки при наделинии музыкальных интонаций определенным содержанием. Это область понятий и представлений, которая касается понимания особенностей звучания и мышления в категориях значений, содержащихся в музыкальных структурах. Музыкальная аудиация для музыкантов является аналогом мышления для речи [Gordon, 2011].

Основываясь в своих выводах на многолетней практике в области музыкальной педагогики и психологии, Э. Гордон предполагает, что данный процесс наиболее активен в конце пренатального периода, то есть еще до рождения, и до подросткового возраста. Аудиация в процессе освоения музыки проходит этапы (потенциалы), которые характерны для процесса овладения родным («материнским») языком. Здесь можно выделить два вида потенциала — развивающийся и стабилизированный. Развивающийся потенциал появляется как следствие раскрытия внутреннего потенциала

(то есть генетически врожденных программ) на основе влияния музыкальной среды на ранних этапах постнатального периода. Стабилизированный потенциал проявляется в возрасте около девяти лет и с этого времени соответствует внутреннему музыкальному потенциалу человека, на который воздействия внешней среды уже не оказывают большого влияния. Дети этого возраста и старше уже в состоянии реализовать путем обучения только те способности, которыми они уже обладают в результате своего стабилизированного музыкального потенциала. Если внешняя социально-культурная музыкальная среда не благоприятствовала развитию музыкальности ребенка в его раннем детстве, то его базовые музыкальные способности и предпочтения остаются на низком уровне развития, и такой человек испытывает определенные трудности в освоении сложных музыкальных навыков и умений, а также, как правило, интеллектуально невосприимчив для элитарной музыкально-художественной культуры [Gordon, 2011]. Наличие подобного нейрофизиологического механизма подтверждают и другие эмпирические исследования [Koelsch, 2009].

Период импринтинга, в течение которого влияние музыки на формирование и созревание мозга максимально, четко фиксируется дважды: в пренатальный период и в период от трех до пяти лет [Merriam, 1964; Маляренко, 1994; Кирнарская, 2004]. Благодаря механизму музыкально-слухового импринтинга формируются определенные культурно-эстетические музыкальные модули, представляющие собой совокупность музыкально-слуховых паттернов, включающих в себя интонационные, ладовые, ритмические, фактурные элементы, из которых складывается музыкальная ментальность. Их генезис детерминирован системой сложнейших взаимосвязей блока генетических и нейропсихологических механизмов, формирующих когнитивные способности человека в виде паттернов слуховой стимуляции, а также генетически врожденных музыкально-слуховых программ и процессов аккультурации (того же музыкально-слухового импринтинга).

Слуховой импринтинг оказывается важным элементом процесса формирования средовой укорененности познания (*embedded cognition*) инкорпорирующего человека в целостную систему «мозг — социум — культура», в которой происходит аккультурация мозга и нейродетерминация культуры.

* * *

Таким образом, генетические программы, образованные всей совокупностью паттернов слуховой стимуляции, воспринятых мозгом как в пренатальный, так и в постнатальный периоды онтогенеза, выполняют роль априорных, генетически предзаданных музыкально-слуховых когнитивных элементов. Это те врожденные нейронные механизмы, которые позволяют не только осознавать принадлежность к определенной этнической группе, но и воспринимать музыку как механизм осмысленного и «направленного» когнитивного процесса, формирующего человека как представителя определенной культуры. Данные механизмы обеспечивают константность музыкально-слуховых предпочтений представителя того или иного этноса, а также характер (качество) музыкальных вкусов представителя определенной социальной группы. Тем самым появляется возможность осмысления когнитивных процессов, связанных с музыкальным творчеством и его восприятием в терминах деятельностного трансцендентализма. Культура воспроизводит себя посредством различных видов деятельности, включая музыкальную; с одной стороны, определенные нейроструктуры (модули) являются врожденными, а с другой — некоторые нейроструктуры формируются (в формате, например, «импринтинга») и/или видоизменяются в результате той или иной деятельностной активности. И те и другие между тем выступают предпосылками восприятия и препарирования реальности, отсылая исследователей их механизмов к прочтению идей об априоризме И. Канта в контексте современной нейронауки. Музыка оказывается важным компонентом целостной системы «мозг — социум — культура», роль которого особо значима на начальных этапах жизни человека.

Литература

- Бажанов, 2018 — *Бажанов, В. А.* Социум и мозг: биокультурный со-конструктивизм / В. А. Бажанов // Вопросы философии. — 2018. — №2. — С. 78–88.
- Бажанов, Краева, 2017 — *Бажанов, В. А., Краева, А. Г.* Музыка в фокусе современной нейронауки / В. А. Бажанов, А. Г. Краева // Вестник Томского ГУ, 2017. — № 4 (40). — С. 7–21.
- Гарднер, 2007 — *Гарднер, Г.* Структура разума: теория множественного интеллекта / Г. Гарднер. — М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2007.
- Декер-Фойгт, 2003 — *Декер-Фойгт, Г.-Г.* Введение в Музыкалотерапию / Г.-Г. Декер-Фойгт. — СПб.: Питер, 2003. — 208 с.
- Кирнарская, 2004 — *Кирнарская, Д. К.* Психология специальных способностей. Музыкальные способности / Д. К. Кирнарская. — М.: Таланты-XXI век, 2004. — 496 с.
- Крылов, 2009 — *Крылов, Ю. Ю.* Языки тональные, регистровые и пострегистровые / Ю. Ю. Крылов // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. А. Герцена. — 2009. — № 110. — С. 149–155.
- Лободинская, 2012 — *Лободинская, Е. А.* Нейробиология музыкального восприятия и музыкотерапия (по материалам немецких изданий). Психология и искусствоведение: исследование творчества и творческой личности Материалы международной конференции / Отв. ред. Н. Л. Нагибина. — Берлин-Москва: International Institute of Differential Psychology, 2012. — С. 159–177.
- Маляренко, 2009 — *Маляренко, Г. Ю.* Формирование музыкального восприятия в онтогенезе / Г. Ю. Маляренко // Музыкальная психология и психотерапия. — 2009. — № 2. — С. 46–72.
- Мозгот, 2015 — *Мозгот, В. Г.* Музыкальный импринтинг как фактор проявления ранней художественной одаренности личности / В. Г. Мозгот // Мир психологии. — 2015. — № 1(81). — С. 176–185.
- Прибрам, 1975 — *Прибрам, К.* Языки мозга. Экспериментальные парадоксы и принципы нейропсихологии / Под ред. А. Р. Лурия. — М.: «Прогресс», 1975. — 451 с.
- Спрингер, Дейч, 1983 — *Спрингер, С., Дейч, Г.* Левый мозг, правый мозг / С. Спрингер, Г. Дейч. — М.: Мир, 1983. — 256 с.
- Черниговская, 2016 — *Черниговская, Т. В.* Фуэте, фонема, формула, фотон: языки мозга и культуры. Труды отделения историко-филологических наук РАН. — М.: Наука, 2016. — С. 179–189.
- Amer, Kalender, Hasher, Trehub, Wong, 2013 — *Amer T., Kalender B., Hasher L., Trehub S.E., Wong Y.* Do Older Professional Musicians Have Cognitive Advantages? // PLOS One. 2013. Vol. 8, № 8. Paper e71630. DOI: 10.1371/journal.pone.0071630.

- Arias, 2014 — *Arias M.* Music and the brain: neuromusicology // Neuroscience and history. 2014. Vol. 2(4). P. 149–155.
- Brandt, Gebrian, 2012 — *Brandt A., Gebrian M., Slevc L.R.* Music and early language acquisition // Frontiers in psychology. 2012. Vol. 3. Article 327. P. 1–18. Doi: 10.3389/psyg.2012.00327.
- Brattico, 2013 — *Brattico E.* The Neuroaesthetics of Music Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts // American Psychological Association. 2013. Vol. 7, №. 1. Pp. 48–61.
- Corness, 2008 — *Corness G.* The musical experience through the lens of embodiment // Leonardo music journal. 2008. Vol. 18. Pp. 21–22.
- Dowling, 1999 — *Dowling W. J.* The development of music perception and cognition // The Psychology of Music Second Edition. Dallas, 1999. P. 603–621.
- Fabry, 2017 — *Fabry R. E.* Cognitive innovation, cumulative cultural evolution, and enculturation // Journal of cognition and culture. 2017. Vol. 17. P. 375–395.
- Gordon, 2011 — *Gordon E. E.* Roots of Music Learning Theory and Audiation, 2011. https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=gordon_articles (доступ 10 ноября 2021 г.).
- Hodges, 2016 — *Hodges D.A.* Bodily responses to music // The Oxford handbook of music psychology / Eds. Hallam S., Cross I., Thaut M.). Oxford: Oxford University press, 2016. P. 183–196. Doi: 10.1093/oxfordhb/9780198722946.013.16.
- Hollricher, 2003 — *Hollricher K.* Konzert im Kopf // Bild der Wissenschaft. 2003. №8. Pp. 24–31.
- Koelsch, 2009 — *Koelsch S.* A Neuroscientific Perspective on Music Therapy // Annals of the New York Academy of Sciences. 2009. Band 1169. No. 1, July. Pp. 374–384.
- Koelsch, Skeie, 2020 — *Koelsch S., Skeie G.O.* Music and the aging brain // Musical Brain / Eds. Cuddy L., Belleville S., Moussard A. San Diego, CA: Elsevier Academic Press, 2020. Pp. 1–40.
- Lany, Saffran, 2010 — *Lany J., Saffran J. R.* From statistics to meanings: Infant acquisition of lexical categories // Psychological Science. 2010. № 21. Pp. 284–291.
- Lou, Zhao, Yu, Sun, Hou, Zhang, Tang, 2019 — *Lou Y., Zhao L., Yu S., Sun B., Hou Z., Zhang Z., Tang Y.* Brain asymmetry differences between Chinese and Caucasian populations: a surface-based morphometric comparison study // Brain Imaging and Behavior. 2019. Aug 2. Doi: 10.1007/s11682-019-00184-7 2019.
- Matyja, 2016 — *Matyja J.R.* Embodied music cognition: trouble ahead, trouble behind // Frontiers in psychology. 2016. Vol. 7. Article 1891. Doi: 10.3389/psyg.2016.01891.
- Mehta, Riedel, 2006 — *Mehta M., Riedel W.* Dopaminergic enhancement of cognitive function // Current Pharmaceutical Design. 2006. Vol. 12. Pp. 2487–2500.

Merriam, 1964 — *Merriam A. P.* The Anthropology of Music. Evanston: Northwestern University Press, 1964. 358 p.

Mongelli, Dehaene, Fabien, et al., 2016 — *Mongelli V., Dehaene S., Fabien V. et al.* Music and words in the visual cortex: the impact of musical expertise // *Cortex*. 2016. Vol. 86. Pp. 260–274. Doi: 10/1016/cortex.2016.05.016.

Perlovsky, 2012 — *Perlovsky L.* Cognitive function, origin, and evolution of musical emotions // *Musica Scientiae*. 2012. Vol. 16(2). Pp. 185–199. Doi: 10.1177/1029864912448327.

Rušínova, 2016 — *Rušínova M.* Reflections on Beauty: Immanuel Kant and Semir Zeki // 5th International Conference on Research in Humanities, Sociology and Education. London, November 29–30, 2016. Pp. 90–91.

Saffran, 2003 — *Saffran J. R.* Musical learning and language development // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2003. № 999. Pp. 397–401.

Savage, Loui et al — *Savage P., Loui P. et al.* Music as a Coevolved System for Social Bonding // *Behavioral and Brain Sciences*. 2021. Vol. 44. Article 121. Doi: 10.1017/S0140525X21000042.

Shillcock, Thomas, Bailes, 2019 — *Shillcock R., Thomas J., Bailes R.* Mirror Neurons, Prediction and Hemispheric Coordination: The Prioritizing of Inter-subjectivity Over ‘Intrasubjectivity’ // *Axiomathes*. 2019. Vol. 29. N 2. Pp 139–153. Doi: 10.1007/s10516-018-9412-4.

Soley, Spelke, 2016 — *Soley G., Spelke E.S.* Shared cultural knowledge: effects of music on young children’s social preferences // *Cognition*. 2016. Vol. 148. P. 106–116. Doi: 10/106/j.cognitiin.2015.09.017.

Tomatis, 1991 — *Tomatis A.* The Conscious Ear: My Life of Transformation through Listening. Paris: Station Hill Press. 1991.

Stewart, 2005 — *Stewart L.* Pitch Fever // *BBC Music Magazine*. 2005. October. Pp. 36–38. https://web.archive.org/web/20120406231451/http://www.gold.ac.uk/media/2005_BBC_Music_Magazine.pdf (доступ 10 ноября 2021 г.).

Valizadeh, Liem, Mérillat, Hänggi, Jäncke, 2018 — *Valizadeh S. A., Liem F., Mérillat S., Hänggi J., & Jäncke L.* Identification of individual subjects on the basis of their brain anatomical features // *Scientific Reports*. 2018. Article 5611. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-23696-6> (доступ 10 ноября 2021 г.).

Vicedo, 2009 — *Vicedo M.* The father of ethology and the foster mother of ducks: Konrad Lorenz as an Expert on Motherhood // *Isis*. 2009. Vol. 100 (2). Pp. 263–291.

Zatorre, 2005 — *Zatorre R.* Music, the Food of Neuroscience? // *Nature*. 2005. Vol. 434. Pp. 312–315.

Глава 7. ОПЫТ АНАЛИЗА ФЕНОМЕНА МУЗЫКАЛЬНОСТИ С ПОЗИЦИЙ СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОНАУКИ¹

В когнитивных исследованиях сегодня происходит едва ли не революционный рост знания. Одним из направлений этих исследований является поиск и анализ единой системы когнитивных оснований науки и искусства. Во многом это стало возможным, благодаря зарождению и интенсивной эволюции на рубеже XX–XXI веков нейроэстетики, которая расширила локус когнитивно-художественного дискурса.

В самом начале эволюции западноевропейской культуры музыка (в виде гармониама) в составе квадривиума, как известно, входила в античное и средневековое образование. Эпистемологический потенциал искусства, начиная с эпохи Нового времени, надолго был оттеснен в тень ввиду традиции противопоставления науки и искусства и акцента в анализе природы познания на науку.

Современные исследования в области культурной нейронауки раскрыли сложные нейробиологические механизмы, указывающие на существование общих точек роста аналитического, вербально-логического и художественного мышления в онтогенезе человеческого мозга. Противопоставление науки и искусства как форм познавательной активности во многом уходит в прошлое. Напротив, «...само математизированное знание и успехи технических наук создают предпосылки для их сближения со сферой искусства» [Фейнберг, 1992, с. 9].

Существуют ли и каковы нейробиологические механизмы взаимовлияния числового познания и музыкальности, в какие феномены когнитивной деятельности они преобразуются благодаря пластичности мозга?

¹ Журнальный вариант в соавторстве с А. Г. Краевой (Вестник СПбГУ. Философия и конфликтология. 2021. Т. 37. № 2. С. 296–309).

Одной из фундаментальных универсалий человеческой культуры является музыкальность как «комплекс *природных* задатков, обеспечивающих возможность воспитания в человеке музыкального вкуса» [Алиев, 1976, с. 789], а музыка может интерпретироваться под углом зрения переосмысленной в контексте современной науки кантианской идеи *трансцендентализма*, имея в виду как творчество композиторов, так и деятельность исполнителей и восприятие музыкальных произведений слушателями. Такое ее понимание «задается условиями возможности музыки, компонирования, исполнения, восприятия, их предпосылками, выявляет априорные формы и структуры, представления, лежащие в основе музыки как явления... Как исполнитель, так и слушатель повторяют некоторым образом путь композитора, внося в него дополнительно свои априорные предпосылки» [Круглов, 2010, с. 104–105, 121].

Неслучайно определенная степень музыкальности свойственна едва ли не всем людям. Даже те, к кому имеет прямое отношение фразеологизм «медведь на ухо наступил», обычно равнодушны к тем или иным музыкальным произведениям.

Каждый человек обладает врожденным механизмом «головной вилки», то есть латентным абсолютным слухом², который может утрачиваться, не будучи в дальнейшем востребованным [Saffran, 2003]. По всей видимости, это именно тот когнитивный инструмент, который позволяет младенцу в период пренатального и первичного постнатального онтогенеза распознавать в его родном языке своеобразные музыкально-слуховые клише (паттерны) просодического типа как некие смысловые прообразы, которые в будущем послужат лингвистическими ориентирами в постижении родного языка. С достаточной долей уверенности можно полагать, что именно эти когнитивные микромоделю делают вообще возможным освоение как языка, так и музыки [Lany, Saffran, 2010]. Начиная с материнской колыбельной, интонации которой может воспринимать еще не рожденный младенец, музыка фактически сопровождает нас всю жизнь. В общении с людьми музыка также традиционно принимает участие. Ареал распространения музыки

² Способности достаточно точно лоцировать высоту звуков без соотнесения с предварительно прослушанными и заранее известными звучаниями.

наводит на мысль, что она относится к своего рода неотъемлемым универсалиям человеческого бытия.

Музыкальные вкусы и предпочтения у всех нас разные. Для кого-то классическая музыка является эталоном созвучности и гармонии, кто-то связывает свое эстетическое кредо с ритмами джаза, кто-то наделен способностью тонко чувствовать микротоновость и бестактовую ритмическую организацию кажущихся бесконечными волновых секвенций музыки южных регионов Азии. Какими факторами определяются наши музыкальные предпочтения? В какой мере эти предпочтения зависят от естественных (связанных с активностью нейронов) и социально-культурных реалий, в которые человек оказывается погруженным с рождения, в процессе взросления, зрелости и старости? Думается, что современная нейронаука позволяет пролить некоторый свет на поставленные вопросы.

Музыкальность в функционалах живых систем

Необходимо начать с констатации того факта, что способности к речи и к музыке «обслуживаются» одними и теми же участками мозга: нейронными сетями, относящимися к корковой и подкорковой зоне [Asaridou, McQueen, 2013]. Временной промежуток (своего рода «когнитивное окно»), в течение которого ребенок может овладеть речью, достаточно ограничен. Это всего несколько лет, причем для овладения речью совершенно необходимо языковое окружение: язык является продуктом длительной культурной эволюции, и надо учитывать, что «подобно тому, как контуры биологических систем и условия их репродукции определяются окружающей средой, контуры языка определяются многими поколениями его носителей и их сформированным в процессе эволюции мозгом» [Chater, Christiansen, 2010, p. 626]. Естественный язык и музыка имеют довольно много общих свойств и в части онтогенетического, и географического, и исторического развития, а также в филогении. Функции языка и музыки во многом идентичны: коммуникация, стимулирование просоциального поведения и общения, поиск оснований общей идентичности и оснований сплоченности говорящих и/или слушающих музыкальные мелодии. Но естественный и музыкальный язык отличны по ряду существенных па-

раметров, хотя и развиваются в течение многих поколений людей в процессе генкультурного взаимодействия [Ravignani, Thompson, Filippi, 2018, p. 2, 5]. Вряд ли появление музыки с ее значительной ролью в разных формах коммуникации можно считать лишь побочным продуктом (by-product) развития человеческих обществ. В действительности музыка в некотором смысле служит и целям адаптации людей к окружающей среде, и средством привлечения сексуальных партнеров (Ч. Дарвин), и укреплению связей и близости родителей и детей, и сплочению социальных групп. Поэтому развитие музыкальности людей и музыкального познания — неотъемлемый и важный фактор эволюции любых социальных сообществ [Honing, Cate, Peretz, Trehub, 2015, p. 1, 6]. Более того, музыка может иметь иногда и заметный терапевтический эффект [Thaut, Koshimori, 2020, p. 352].

Под углом зрения методологии биокультурного со-конструктивизма естественная траектория развития индивида и его социально-культурная эволюция видятся неразрывно связанными: с одной стороны, социум и культура детерминируют развитие мозга (имея в виду и нейрофизиологические системы, и представленность определенных наборов генов), а с другой — идет обратный процесс, который состоит в нейродетерминации культуры. Эта ситуация предполагает осмысление в представлениях, характерных для холизма. Здесь надо учитывать и принцип единства закономерностей структурных уровней реальности (материи), который настаивает на номологическом единстве мира: определенные закономерности «пронизывают», являются «сквозными» для всех структурных уровней. Такой закономерностью можно считать явление самоорганизации, которое в физике проявляется в виде синхронизации механических систем, усложняясь до уровня самоорганизации социальных систем. Когда имеются автономные системы, то ритм их функционирования («жизни») также может синхронизироваться: они начинают существовать самосогласованно, в режиме единого ритма и времени, формируя особый, замкнутый *темпомир*. Или же, напротив, какие-то части единой системы устроены таким образом, что никогда не могут функционировать в синхронном режиме, войти в резонанс.

На наш взгляд, именно в данном направлении имеет смысл искать причины, согласно которым взаимодействуют музыка и чело-

век. Соображения, связанные с синхронизацией (или асинхронизацией) ментальных процессов на уровне нейронных сетей, наиболее эффективны при рассмотрении особенностей музыкальных предпочтений, эмоционального воздействия музыки и многообразия музыкальных направлений, традиций и жанров. Это предположение имеет *гипотетический* характер, но оно кажется наиболее правдоподобным на фоне иных, не столь, как нам известно, многочисленных подходов к оценке природы музыкальных вкусов и пристрастий.

«Чувство числа» и музыкальность в онтогенезе

Культурная нейронаука, и в частности нейроэстетика, исходит из положения о том, что способность мозга целенаправленно дифференцировать хаотичный интонационно-звуковой поток, окружающий младенца еще до рождения³, ритмически организованные сопряженные между собой интонации — элементы музыкального и естественного языка — обуславливают степень развития его интеллекта в будущем, причем практически всех его когнитивных функций [Zatorre, 2005, p. 315]. Таким образом, нейронаука позволяет трактовать идею кантианского априоризма, носителем которого выступает трансцендентальный субъект, в новом свете — она представляется весьма актуальной в контексте осмысления фактов, указывающих на существование у субъекта устойчивых представлений, сгенерированных уже на самых ранних этапах онтогенеза. В их ряду слуховые, интонационно-ритмические когнитивные корреляты — врожденные генетические паттерны, которые, по всей видимости, являются первичными и «запускаемыми» еще на пренатальном этапе формирования мозга младенца.

Будущий младенец находится под воздействием постоянно окружающего его аудиозвукового потока. При этом его мозг далеко не пассивен при восприятии аудиозвуковой информации: голос

³ На шестнадцатой неделе внутриутробного развития плод начинает воспринимать первые звуки — он чувствует звуки как вибрацию разной интенсивности от 30 до 96 дБ, но уже на двадцать первой неделе ребенок различает звуковые волны и воспринимает интонации — он улавливает звуковые вибрации.

матери он различает на фоне иных голосов и фиксирует его. Таким образом, ухо является первым сенсорным когнитивным приспособлением еще не рожденного ребенка, которое формируется и начинает функционировать уже после четырех-пяти месяцев беременности. Весьма важным является тот факт, что при нормальном развитии и формировании плода (исключая, например, детей с синдромом Дауна) функционирование данного слухового механизма способствует росту связей между нейронными сетями левого и правого полушария мозга, что свидетельствует в пользу первичной и даже, возможно, определяющей роли слуха на старте формирования интеллекта ребенка и развития его когнитивных способностей. Интонационно-ритмические знаковые модели в моменты их «узнавания» младенцем «прокладывают следы психосенсорного опыта и закладывают потребности в его воспроизведении и в психомоторной имитации» [Tomatis, 1991, p. 244–245].

Современная нейронаука позволяет придать идеям Канта новое измерение, признав в качестве одного из основополагающих элементов врожденных генетических структур, своего рода трансцендентальных образований первичные паттерны слуховой стимуляции, имеющие интонационно-ритмическую природу. Важная роль метроритмической (числовой) компоненты, структурирующей фонд генетически врожденных структур во времени, позволяет сопоставить феномены музыкальности и числового познания.

В период самого раннего онтогенеза (за месяцы до рождения) нервно-мышечная двигательная реакция младенца различна по своей интенсивности и скорости моторики движений в зависимости от характера и ритмической организации воздействующих на него интонационно-слуховых паттернов, воспринимает он энергичную, четко акцентированную ритмику марша или же умиротворяющие, «качающие» четырехдольные интонации колыбельной [Мозгот, 2015, с. 180–181]. Это дает основания предполагать наличие нейродинамического влияния на характер сенсомоторных движений младенца посредством восприятия им прежде всего *количественных* (т. е. метроритмических), а позднее — в некотором смысле *качественных* характеристик воспринимаемых интонационно-слуховых паттернов (например, пропорциональности).

Музыкальный ритм основан на числовых отношениях пауз и длительностей, которые задают временные параметры музыкально-

когнитивным явлениям, а именно соразмерность, пропорциональность и статику, понимаемую как устойчивую повторяемость и вариативность. Ритм определяется как временная структура любых воспринимаемых процессов, в том числе интонационно-слуховых [Холопова, 1978, с. 657].

Первичность ритмической организации (описываемой числовыми соотношениями) паттернов слуховой стимуляции в процессе онтогенеза дает основания утверждать, что интонационно-слуховые паттерны, а именно их ритмическая составляющая, упорядочивающая интонационно-слуховой информационный фон во времени, является важным нейрофизиологическим механизмом, генерирующим интуитивное «чувство числа» у человека, открытое и изученное французским нейрофизиологом С. Деаном [Dehaene, 2011]. Числовой компонент в структурах паттернов интонационно-слуховой стимуляции следует рассматривать как исходный предиктор способности к числовому познанию, который в онтологическом плане базируется на функционировании двух основных нейронных сетей, обеспечивающих процесс субитации и оперирования приблизительными оценками количеств предметов. Это позволяет младенцам уже начального этапа постнатального периода осуществлять простые операции с числовой по своей природе информацией.

Последовательная взаимосвязь интонационно-слуховых паттернов с проявлениями мышечно-двигательной (сенсомоторной) реакции на «узнаваемые» при повторении метроритмические импульсы объясняется функционированием системы зеркальных нейронов головного мозга в процессе онтогенеза как на стадии пренатального, так и в первые месяцы жизни младенца [Matyja, 2015, p. 2]). В этом и заключается механизм формирования первоосновы для формирования интеллекта ребенка, имея в виду его аналитико-математическое мышление, лингвистические способности посредством действия механизма импринтинга, а также в конечном счете когнитивные способности в целом.

По-видимому, такая изначальная взаимная детерминация музыкальности и числа в процессе онтогенеза на более поздних этапах нейрогенеза является причиной существования следующих взаимозависимостей. В математическом аспекте, начиная с классики И. С. Баха и до рэгтайма Скотта Джоплина, музыка

подчиняется аллометрическому закону, который имеет форму $X = 1/Y^f$, где Y — частота, а f — числовой показатель, значения которого варьируются от 1 до 2. Этот закон проявляет себя во многих ментальных процессах [Wu, Li, De-Zhong, 2009, p. 1]. В случае известных музыкальных произведений в западной музыке — имея в виду измерение тональности и высоты звука — показатель степени довольно близок к значению 1,618. Это число известно как золотое сечение — своего рода естественный эталон красоты, издавна привлекавший внимание тех мыслителей, кто стремился раскрыть загадки гармонии [Stakhov, 2009]. Анализ 1788 произведений 40 композиторов классической западной музыки показал, что параметры спектра ритма и тональности укладываются в интервал 1,79–1,97, причем для Бетховена характерен спектр с максимальными показателями степени, для Моцарта с минимальными, спектр произведений Гайдна занимает промежуточную позицию, а спектры мелодий Монтеверди и Джоплина почти совпадают [Levitin, Chordia, Menon, 2012, p. 3717]. При этом следует учитывать, что музыкальное творчество (особенно в форме импровизаций) требует значительной степени автоматизма, который достигается в результате упорных и длительных тренировок [Bashwiner, 2018, p. 496].

В серии серьезных физических экспериментов установлено, что нейронные сети испытывают наибольшее возбуждение при поступлении в мозг сигналов со спектром $X = 1/Y^f$, который, как и в случае музыкальных произведений, подчиняется аллометрическому закону [Yu, Romero, Lee, 2005].

Таким образом, нейронные сети при восприятии (по крайней мере западной) музыки входят в своего рода резонанс с тем ритмом и тональностью, которые заложены в нее композиторами. Именно возможность резонанса внешних (музыкальных) частот и внутренних (нейронных) систем, формирование относительно замкнутого *темпомира* лежат в основаниях эстетического чувства, эмпатии и скрытой мышечной активности, которой проникается слушатель [Freedberg, Gallese, 2007, p. 202]. Вероятно, это относится и к восприятию восточной музыки, но соответствующие исследования нам пока не известны.

Гедонистическая функция музыки и золотое сечение

Можно предположить, что указанная выше возможность резонанса внешних (музыкальных) частот и внутренних, биологических (нейронных) структур, лежащих в основании эстетического чувства красоты, возникает потому, что сама природа следует принципу эстетической структуризации, а именно принципу золотого сечения, а значит, явление резонанса «встроено» в механизм трансмиссии биологической информации: «ориентируясь на феномен резонанса, пронизывающий все уровни организации материи, роль стимулятора может играть... среда, если ее соразмерность отвечает правилу биоритма» [Шевелев, Марутаев, Шмелев, 1990, с. 298].

По-видимому, существует ряд объективных законов, регулирующих процесс формирования и отражения в природе и искусстве законов красоты. Весьма точным и с современной точки зрения является замечание И. Канта о том, что «самостоятельная красота природы открывает нам *технику природы*, представляющую природу как систему, подчиненную законам, принцип которых мы не встречаем во всей нашей рассудочной способности, а именно законам целесообразности в отношении применения способности суждения к явлениям таким образом, что судить о них надлежит не только как о принадлежащих природе с ее лишенным цели механизмом, но и как о допускающих аналогию с искусством» [Кант, 1994, с. 251–252]. Эти законы лежат в основе анатомического строения тела и внутренних органов человека и других живых организмов, а также физиологических процессов, функционально обеспечивающих их жизнедеятельность.

Процесс наделения качествами эстетической красоты структур и процессов, выстроенных в пространстве и во времени согласно золотому сечению, обусловлено их резонансом с сердечной ритмикой [Свентицкий, 2007, с. 143]. Как поэтично заметил известный отечественный исследователь восточноазиатской музыкальной культуры У. Ген-Ир, «...музыка Востока, в частности Кореи, — это музыка души с ее изменчивостью, а музыка Запада — музыка сердца с регулярностью его биения» [Ген-Ир, 2002, с. 211].

Ритм пульса является универсальным показателем оперативной реакции целостного организма на любое внешнее и внутрен-

нее воздействие: он «отражает органическую человеческую жизнь со всеми ее атрибутами, поэтому он подвержен настроениям и эмоциям, восторгу и депрессии». Исполняемая музыка резонирует с ритмом сердца музыканта-исполнителя [Paderewski, 1909, p. 454].

В дальнейшем целые поколения ученых указывали на прямую взаимосвязь музыки с биением человеческого сердца. Австрийский исследователь в области психологии музыки Р. Парнкатт показал, что музыкальные ритмы, которые мы воспринимаем или воспроизводим вовне, связаны с сердцебиением и ходьбой. Амплитудно-временные параметры шагового цикла в произвольном темпе (опора — перенос ног) соответствуют золотому сечению, при этом темпометрическая амплитуда устанавливается центральной нервной системой [Parncutt, 1987, p. 128]. Если говорить об оптимальных музыкальных ритмических фракциях, равных ритмическим пропорциям сердцебиения и ходьбы, то «неудивительно, что эти временные значения (75–120 ударов в минуту) составляют музыкальные темпы большинства произведений танцевальной музыки» [Guedes, 2007, p. 489]. Выводы Гудеса подтвердили результаты экспериментов У. Мак-Дугала. Ему удалось показать, что наиболее комфортный темп движений для человека составляет примерно 120 шагов в минуту [MacDougall, Moore, 2005, p. 1172].

Физиологическое строение глаза как части мозга, вынесенной на периферию, пронизано пропорциями золотого сечения. Глаз синтезирует информацию для мозга в пропорциях и ритмах золотого сечения, «синхронная работа которого при восприятии и переживании прекрасного и дает человеку ощущение гармонии» [Ковалев, 1989, с. 36].

Акустические импульсы сердцебиения, волновое поле дифракционных вибраций аппарата внешнего дыхания матери, выражающегося в ритме чередований вдоха и выдоха, акустическая амплитуда шаговых и вибрационных колебаний ее тела соответствуют формированию у плода (в некотором смысле априорного) чувства пропорции, соразмерности [Суббота, 1996, с. 112], а значит, могут выступать предикторами восприятия гармоничных числовых отношений посредством синхронизации.

В более поздние периоды нейрогенеза у будущих композиторов врожденные представления о числе и пропорции начинают выполнять функцию первоначального композиционно-структури-

рующего базиса, на который накладывается интонационно-музыкальная фактура будущих музыкальных произведений. При этом большинство композиторов в мельчайших подробностях «слышат» свои музыкальные произведения внутренним слухом задолго до того, как записывают партитуры. В истории искусства известен факт «предслышания» композитором будущего музыкального произведения на уровне «внутреннего слуха», всего богатства музыкально-ритмической и тембровой фактуры текста произведения, которое обнаруживается при математическом анализе полифонической музыкальной ткани у Баха, оркестровой фактуры — у потерявшего очень рано слух Бетховена.

Бетховен утрачивал слуховые способности постепенно. И когда он уже почти не слышал, в процессе сочинения музыки брал деревянную трость в зубы и приставлял к роялю. Дело в том, что даже у людей, которые лишены слуха, сохраняется функция «внутреннего уха». Оно находится в толще пирамиды височной кости и состоит из системы костных полостей (перепончатого лабиринта), которые воспринимают вибрации, передающиеся, в случае с Бетховеном, через костную ткань [Конен, 1975, с. 42]. Бетховен таким образом фиксировал звуковысотные вибрации (т. е. конкретные музыкальные звуки), чтобы произвести необходимые для нотной партитуры расчеты звуковой фактуры той музыки, звучание которой он уже «предслышал» задолго до появления на свет нотной записи его гениальных произведений. Таким образом, музыкальное последствие (фиксация его в партитуре) закономерно взаимосвязано с когнитивным «преддействием» — предслышанием. Механизм своего рода слухового импринтинга при наличии врожденного «словаря» интонационно-ритмических структур обуславливает способность к «предвидению» и «предслышанию» результатов музыкально-когнитивной деятельности до того, как они будут видны, осязаемы, услышаны и воспроизведены, записаны.

Врожденное чувство пропорции руководит непосредственной работой композитора с музыкально-нотной партитурой. По-видимому, вовсе не случайно А. Шнитке как-то заметил, что музыку можно интерпретировать как искусственный язык, который подчинен строжайшей рациональной регламентации, которая проявляется в виде законов гармонии, допускающих математическое представление.

Если восприятие музыки и активизация нейронных сетей связаны с кодами золотого сечения, то процессы синхронизации (или асинхронизации) ментальных процессов, происходящих при прослушивании музыкальных произведений, надо осмысливать посредством рядов Фибоначчи [Gend, 2014]. Композиторы на сознательном или бессознательном уровне следуют закономерностям, относящимся к этим рядам. В некоторых произведениях такая зависимость выражена достаточно однозначно. Можно, например, назвать произведения Баха *Variationi Goldberg*, Моцарта *Sonata no. 1 in DO maggiore K 279 I*, Бетховена *Simfonia no. 5 in Dominante*, Дебюсси *12 Preludi (Libro Primo)*, Бартока *Music for Percussion*, BB 114, SZ 106, из современных композиций Штокхаузена *Klavierstücke IX*, Ксенакиса *Metastasis*, Deep Purple *Child in Time* и т. д.

Нейрофизиологические процессы, описываемые рядами Фибоначчи, активизирующиеся в процессе прослушивания музыки, либо синхронизируются, либо, напротив, протекают в асинхронном режиме. Такого рода режимы фиксируются электроэнцефалографическими методами измерения активности нейронных сетей. Дело в том, что синхронизация двух осцилляторов (а нейроны с физической точки зрения в активном состоянии являются таковыми) невозможна в математическом смысле в том случае, если разница частот их колебаний кратна «золотой пропорции». Так, частоты колебаний осцилляторов-нейронов при дельта-ритме 1,5–4 герца, тета-ритме 4–10 герца, альфа-ритме 8–12 герц, бета-ритме 10–30 герц, гамма-ритме 30–80 герц и т. д. Обычно максимальные частоты этих ритмов соответственно таковы (в герцах): 1,5, 2,5, 4, 6,5, 10, 16, 25, 40 и т. д. Отношение тета-ритма к дельта-ритму $2,5/1,5 = 1,66$; альфа-ритма к тета-ритму $4/2,5 = 1,6$; бета-ритма к альфа-ритму $6,5/4 = 1,625$ и т. д. Таким образом, отношения между ритмами колебаний нейронов близки к значению золотого сечения. С математической точки зрения они не могут быть синхронизированы. Такая ситуация соответствует «молчащим» нейронным сетям; мозг как бы находится в полном покое. Однако в физиологическом аспекте эти колебания нейронных сетей «совпадают», происходят в «унисон», вступают в резонанс [Pletzer, Kerschbaum, Klimesch, 2010, p. 2; Klimesch, 2013, p. 1, 3]. Речь идет о синхронизации нейрофизиологических процессов, важнейшей особенностью

которой является «создание» своего рода «единого времени» их протекания: две (или более) относительно автономных системы образуют некоторую целостность, со «встроенным» внутренним ритмом «жизни». Это «единое время» (равное примерно 30–40 миллисекундам) для нейронных сетей представляет собой «окно», размеры которого достаточны для восприятия и переработки информации, поступающей из внешнего мира [Bao, Poppel, Wang et al., 2015, p. 245–246]. Этот период времени необходим для определения и оценки мозгом реальности или сюрреальности информации и реакции на нее. Его наличие подтверждено в экспериментах с эстетическим восприятием музыки и поэзии [Bao, Stosch, Park, Poppel, 2017, p. 4, 8]⁴. По всей видимости, этот период как-то связан с известными циркадными ритмами, нарушение которых чревато для индивидуума (в тяжелых случаях) с психологическими и даже психическими нарушениями или же с травмами, которые искажают процессы самоидентификации личности [Zatorre, 2005, p. 2–3]. Особенно наглядно такого рода нарушения и патологии иногда могут репрезентироваться в художественном творчестве, например, в сюрреализме, импрессионизме или постимпрессионизме. Впрочем, обобщенные, в высшей степени субъективно-окрашенные образы реальности в такого рода творчестве позволяют назвать его в некотором смысле осуществляющим особые метакогнитивные функции [Bao, Stosch, Park, Poppel, 2017, p. 7–8; Silveira, Graupmann et al., 2012, p. 570–571], поскольку здесь «реальное преобразуется в нереальное» [Siler, 2013, p. 1], и тем самым возникает не только новая картина реальности, нагруженная элементами «нереальности», но и ее эвдемоническое восприятие — если иметь в виду отчуждение от (возможно) подавляющей личностью жизненной ситуации (см.: [Huta, 2013, p. 205–207; Трошихина, Манукян, 2017, с. 219–221]). Музыка способна хотя бы на время заслонить одолевающие человека невзгоды и наполнить его жизнь хотя бы на период общения с прекрасным новым — эвдемоническим — смыслом состоявшейся или потенциально мыслимой самореализации.

⁴ Своего рода резонансы (или его нарушения) играют важную роль и в отношениях между людьми, определяя их привязанности или отчуждение друг от друга [Prochazkova, Sjak-Shie, Behrens et al, 2021].

* * *

Интонационно-слуховые ритмические паттерны как генетически верифицированные программы, представляющие собой совокупность процессов акустической вибростимуляции и воспринимаемые мозгом как в пренатальный, так и в постнатальный периоды онтогенеза, выполняют роль предзаданных (и в этом смысле априорных для последующей активности) музыкально-слуховых когнитивных элементов. Они являются предикторами степени выраженности феномена музыкальности. Наличие ритмической, описываемой числовыми соотношениями, компоненты, своего рода «ритма чисел» в структуре интонационно-слуховых паттернов, позволяет предположить наличие общих точек роста генезиса художественных (в данном случае музыкальных), протоматематических и математических способностей.

Музыкальный вкус генерируется в процессе реакций резонанса, которые возникают в моменты конвергенции внешних (интонационно-слуховых) вибраций и внутренних (нейронных) структур, что проявляется в явлении синестезии, двигательной активности человека. Это, в свою очередь, способствует формированию эстетического вкуса на разных этапах нейрогенеза, а также ментальности, которая проявляется уже в начальном постнатальном периоде онтогенеза как осознание «своего» и «чужого».

Критерий золотого сечения является одной из тех основополагающих закономерностей структурных уровней организации реальности, математические закономерности которого «пронизывают» ее относительно автономные структурные уровни. Гармонические соотношения в области искусства в целом и музыки в частности в математическом аспекте описываются закономерностями, которые относятся к золотому сечению и репрезентируются посредством чисел Фибоначчи.

Литература

- Алиев, 1976 — Алиев, Ю. Б. Музыкальность. Музыкальная энциклопедия. Т. 3 / Гл. ред. Ю. В. Келдыш. — М. : Советская энциклопедия, 1976. — С. 789.
- Ген-Ир, 2002 — Ген-Ир, У. Введение в музыку стран Дальнего Востока (Китай, Корея, Япония) / У. Ген-Ир. — Петрозаводск : Изд-во Петрозаводской гос. консерватории, 2002.
- Кант, 1994 — Кант, И. Критика способности суждения / И. Кант. — М.: Искусство, 1994.
- Ковалев, 1989 — Ковалев, Ф. В. Золотое сечение в живописи / Ф. В. Ковалев. — Киев : Выща школа, 1989.
- Конен, 1975 — Конен, В. Этюды о зарубежной музыке / В. Конен. — М.: Музыка, 1975.
- Круглов, 2010 — Круглов, А. Н. Трансцендентальная интерпретация музыки. Альтернативные миры знания / А. Н. Круглов. — СПб. : Изд-во РХГА, 2010. — С. 102–141.
- Мозгот, 2015 — Мозгот, В. Г. Музыкальный импринтинг как фактор проявления ранней художественной одаренности личности / В. Г. Мозгот // Мир психологии. — 2015. № 81(1). — С. 176–185.
- Свентицкий, 2007 — Свентицкий, И. И. Энергосбережение в АПК и энергетическая экстремальность самоорганизации / И. И. Свентицкий. — М. : ГНУ ВИЭСХ, 2007.
- Суббота, 1996 — Суббота, А. Г. «Золотое сечение» («Sectio aurea») в медицине / А. Г. Суббота. — СПб. : Изд-во ВМА, 1996.
- Трошихина, Манукян, 2017 — Трошихина Е.Г., Манукян В.Р. Тревожность и устойчивые эмоциональные состояния в структуре психоэмоционального благополучия // Вестник СПбГУ. Психология и педагогика. 2017. Т. 7. Вып. 3. С. 211–223.
- Фейнберг, 1992 — Фейнберг, Е. Л. Две культуры: интуиция и логика в искусстве и науке / Е. Л. Фейнберг. — М. : Наука, 1992.
- Холопова, 1978 — Холопова, В. Н. Ритм. Музыкальная энциклопедия. Т. 4 / Гл. ред. Ю. В. Келдыш. — М. : Советская энциклопедия, 1978. — С. 657–666.
- Шевелев, Марутаев, Шмелев, 1990 — Шевелев, И. Ш., Марутаев, М. А., Шмелев, И. П. Золотое сечение: три взгляда на природу гармонии / И. Ш. Шевелев, М. А. Марутаев, И. П. Шмелев. — М. : Стройиздат, 1990.
- Asaridou, McQueen, 2013 — Asaridou S. S., McQueen J. M. Speech and music shape the listening brain: Evidence for shared domain-general mechanisms // *Frontiers in Psychology*. 2013. Vol. 4. Article 321. doi:10.3389/fpsyg.2013.00321.

Bao, Poppel, Wang et al., 2015 — Bao Y., Poppel E., Wang L. et al. Synchronization as a biological, psychological and social mechanism to create common time: A theoretical frame and a single case study// *Psychological China Journal*. 2015. Vol. 4. Pp. 243–254. doi: 10.1002/pchj.119.

Bao, Stosch, Park, Poppel, 2017 — Bao Y., Stosch von A., Park M., Poppel E. Complementarity as generative principle: A thought pattern for aesthetic appreciation and cognitive appraisals in general // *Frontiers in Psychology*. 2017. Vol. 8. Article 727. doi:10.3389/fpsyg.2017.00727.

Bashwiner, 2018 — Bashwiner D. The neuroscience of musical creativity// *The Cambridge Handbook of the Musical Creativity* / R. E. Jung, O. Vartanian (Eds.) Cambridge University press, 2018. Pp. 495–516.

Chater, Christiansen, 2010 — Chater N., Christiansen M. H. Language evolution as cultural evolution: How language is shaped by the brain// *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*. 2010. Vol. 1(5). Pp. 623–628. doi: 10.1002/wcs.85.

Dehaene, 2011 — Dehaene S. The number sense: How the mind creates mathematics. New York, NY: Oxford University press, 2011.

Freedberg, Gallese, 2007 — Freedberg D., Gallese V. Motion, emotion and empathy in aesthetic experience// *Trends in Cognitive Sciences*, 2007. Vol. 11(5). Pp. 197–203. doi: 10.1016/j.tics.2007.02.003.

Gend, 2014 — Gend R. van. The Fibonacci sequence and the Golden Ratio in music// *Notes on Number Theory and Discrete Mathematics*. 2014. Vol. 20(1). Pp. 72–77.

Guedes, 2007 — Guedes C. Translating dance movement into musical rhythm in real time: New possibilities for computer-mediated collaboration in interactive dance performance // *Proceedings of The International Computer Music Conference*. Copenhagen, Denmark, 2007. Pp. 485–490.

Honing, Cate, Peretz, Trehub, 2015 — Honing H., Cate ten C., Peretz I., Trehub S. E. Without it no music: Cognition, biology and evolution of musicality// *Philosophical Transactions of Royal Society (B)*. 2015. Vol. 370. Article 20144088. doi:10.1098/rstb.2014.0088.

Huta, 2013 — Huta V. Eudaimonia // *Oxford Handbook of Happiness* / Eds. David S., Boniwell I., Ayers A.C. Oxford: Oxford University press, 2013. Pp. 201–213.

Klimesch, 2013 — Klimesch W. An algorithm for the EEG frequency architecture of consciousness and brain body coupling // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013. Vol. 7. Article 766. doi: 10.3389/fnhum.2013.00766.

Lany, Saffran, 2010 — Lany J., Saffran J. R. From statistics to meanings: Infant acquisition of lexical categories// *Psychological Science*. 2010. Vol. 21(2). Pp. 284–291.

Levitin, Chordia, Menon, 2012 — Levitin D., Chordia P., Menon V. Musical rhythm spectra from Bach to Joplin obey 1/f power law // *PNAS*, 2012. Vol. 109(10). Pp. 3716–3720. doi: 10.1073/pnas.1113828109.

MacDougall, Moore, 2005 — MacDougall H. G., Moore S. T. Marching to the beat of the same drummer: the spontaneous tempo of human locomotion// *Journal of Applied Physiology*. 2005. Vol. 99. Pp. 1164–1173.

Matyja, 2015 — Matyja J. R. The next step: mirror neurons, music, and mechanistic explanation// *Frontiers in Psychology*. 2015. Vol. 8. Article 409. doi: 10/3389/fpsyg.2015.00409

Paderewski, 1909 — Paderewski I. J. Tempo Rubato// *Success in music and how it is won*/ H. T. Finck (Ed.), NY: Charles Scribner's Sons, 1909. Pp. 454–461.

Parncutt, 1987 — Parncutt R. The perception of pulse in musical rhythm. *Action and Perception in Rhythm and Music* / N. A. Gabriellson (Ed.). Stockholm: Royal Swedish Academy of Music, 1987. Pp. 127–138.

Pletzer, Kerschbaum, Klimesch, 2010 — Pletzer B., Kerschbaum H., Klimesch W. When frequencies never synchronize: The Golden mean and the resting EEG // *Brain Research*. 2010. Vol. 1335. Pp. 91–102. doi: 10.1016/j.brainres.2010.03.074.

Prochazkova, Sjak-Shie, Behrens et al, 2021 — Prochazkova E., Sjak-Shie E., Behrens F. et al. Physiological synchrony is associated with attraction in a blind date setting // *Nature Human Behavior*. 2021. DOI: 10.1038/s41562-021-01197-3.

Ravignani, Thompson, Filippi, 2018 — Ravignani A., Thompson B., Filippi P. The evolution of musicality: What can be learned from language evolution research? // *Frontiers in Neuroscience*. 2018. Vol. 12. Article 20. doi: 10.3389/fnins.2018.00020.

Saffran, 2003 — Saffran J. R. Musical learning and language development // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2003. Vol. 999(1). Pp. 397–401.

Siler, 2013 — Siler T. L. Neuro-impressions: Interpreting the nature of human creativity // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2013. Vol. 6. Article 282. doi: 10.3389/fnhum.2012.00282

Silveira, Graupmann et al., 2012 — Silveira S., Graupmann V. et al. Matching reality in the arts: Self-referential neural processing of naturalistic compared to surrealist images// *Perception*. 2012. Vol. 41(5). Pp. 569–576. doi: 10.1068/p7191.

Stakhov, 2009 — Stakhov A. P. The Mathematics of Harmony. From Euclid to Contemporary Mathematics and Computer Science. New Jersey, L., Singapore, Beijing, Shanghai, Hong Kong, Taipei, Chennai: World Scientific, 2009.

Thaut, Koshimori, 2020 — Thaut M., Koshimori Y. Neurorehabilitation in Aging through Neurologic Music Therapy Musical Brain / Eds. Cuddy L., Belleville S., Moussard A. San Diego, CA: Elsevier Academic Press, 2020. Pp. 351–382.

Tomatis, 1991 — *Tomatis A.* The conscious ear: My life of transformation through listening. Paris: Station Hill Press? 1991.

Wu, Li, De-Zhong, 2009 — *Wu D., Li C.-Y., De-Zhong Y.* Scale-free music of the brain// PLoS One. 2009. Vol. 4(6). Article e5915. doi: 10.1371/journal.pone.0005915.

Yu, Romero, Lee, 2005 — *Yu Y., Romero R., Lee T. S.* Preference of sensory neural coding for 1/f signals // Physical Review Letters. 2005. Vol. 94. Pp. 108103-1–108103-4.

Zatorre, 2005 — *Zatorre R.* Music, the food of neuroscience? *Nature*. 2005. Vol. 434. pp. 312–315.



Раздел 4. Ипостаси СОЦИО- центризма — эвристическое значение и КОГНИТИВНЫЕ ЛОВУШКИ: нейронаука, эпигенетика, генетика

Глава 8.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИНЦИПА КЮРИ ДЛЯ СОЦИАЛЬНЫХ НАУК¹

В истории науки встречаются ситуации, когда образец для развития социально-гуманитарных областей знания задают естественные и/или математические науки. Такого рода установкой, имея в виду образец в виде классической механики Ньютона, например, руководствовался И. Кант, приступая к программе построения своей критической философии, или О. Конт в своей версии социологии. В процедуре выбора образца работает умозаключение по аналогии, которое лишь правдоподобное по своему статусу, с достаточно низкой степенью достоверности заключения. Между тем аналогия в некоторых случаях — и критическая философия Канта или социология Конта здесь являет собой яркий пример, — обладает значительным эвристическим потенциалом.

В физике твердого тела известен принцип Кюри, который гласит, что некоторый кристалл при внешнем воздействии изменяет свою симметрию таким образом, что сохраняет лишь элементы симметрии, общие с элементами симметрии внешнего воздействия. С точки зрения представлений о причинности это означает, что симметрия причины воспроизводится в симметрии следствия.

Возможно ли по аналогии распространить действие принципа Кюри и по отношению к социальным наукам? Не предполагает ли концепция социоцентризма выполнение принципа Кюри по отношению к ним в качестве методологического регулятива, так сказать, автоматически, в силу элементов культурного детерминизма, заложенного в этой концепции? Если допустить такую возможность (гипотезу), то в силу каких оснований? И каков эвристический потенциал такого рода экстраполяции физического по своей природе принципа на социальную реальность?

¹ Журнальный вариант: Социология науки и технологий. 2020. № 1. С. 53–62.

Я попытаюсь показать, что принцип Кюри может быть, с известными оговорками, преломлен по отношению к социальным наукам и использоваться в качестве методологической установки². Основания для такого применения принципа Кюри находятся в новейших достижениях биологии и нейрофизиологии. Эвристический потенциал этого принципа в социальных науках состоит прежде всего в устранении дихотомии «социального и биологического», в демонстрации существенного влияния социального на биологическое. Имея в виду последний аспект, можно говорить о *прямом* принципе Кюри, но не менее важно учитывать и влияние биологического на социальное (отражение особенностей активности мозга в особенностях социокультурных образований), и в этом смысле можно говорить об *обратном* принципе Кюри, который соответствует картине эволюции живого, описываемой посредством концепции биокультурного со-конструктивизма. Обратный принцип Кюри требует отдельного рассмотрения.

² Когда данная работа была почти закончена, то автор обнаружил, что уже была попытка преломить «принцип диссимметрии Кюри (а не симметрии; возможно, здесь имеется в виду принцип диссимметрии Пастера, о котором также рассуждал Кюри после формулировки своего принципа симметрии. — В. Б.)», не сформулированный, впрочем, сколько-нибудь однозначно, к анализу экономических систем в плане анализа их возможных структурных изменений [Кирдина, 2011]. В основании этого анализа лежит представление об институциональных матрицах, введенных в экономическую мысль К. Полани и Д. Нортон. Рассмотрение обществ под углом зрения этих матриц показало, что кластеризация государств в зависимости от доминирующей ментальности однозначно соответствует характеру доминирующей институциональной матрицы, X или Y. В X-матрице преобладают институты редуцированной экономики, в которых экономические издержки снижаются нерыночными методами, институты унитарного политического устройства, четко выраженные вертикали власти, ценности социального реализма (доминанта целого — государства над «элементами» — гражданами; право выступает прежде всего с позиций интересов государства). В Y-матрице преобладают институты рыночной экономики, предполагающей безусловную конкуренцию, реальной многопартийности, социальный номинализм (доминанта прав личности над правами государства, верховенство права). Соответственно, возникают понятия X- и Y-ментальности, а ментальность и институциональная композиция общества являются выражениями сущности определенной социальной системы. Подход к социальной реальности с позиций институциональных матриц экономической природы является дополнительным аргументом в пользу выдвигаемой в настоящей статье гипотезы.

Принцип Кюри как выражение духа социоцентризма

Начнем с того, что когнитивную установку редуционизма (сведение сложного к простому) в самом общем виде уже можно рассматривать как своего рода следование принципу Кюри. Между сложной системой, которая сводится к простой конфигурации, существует некоторое сходство, выражаемое в простейших случаях, например, алгебраическим отношением изоморфизма или гомоморфизма. В известном афоризме К. Маркса, в котором утверждается, что «сущность человека <...> есть совокупность всех общественных отношений» и которое по своему смыслу тяготеет к холистическому подходу, также можно усмотреть некоторые оттенки, напоминающие аспекты смысла принципа Кюри. Однако ни в первом, ни во втором примерах принцип Кюри в явном виде не присутствует; в лучшем случае допустимо говорить только об отношении этого принципа к процедуре сведения одной системы к другой. Здесь имеет место *коррелятивное отношение*. Центральное содержание принципа Кюри предполагает воспроизведение особенностей более общей и целостной системы в особенностях и частях менее общей, трансляцию свойств первой системы в части второй системы, их воспроизводство в виде функционала на ее уровне. Иными словами, с этим принципом связана *детерминация* одной системой характера активности схожего функционала другой системы. Если в физике в принципе Кюри имеется в виду симметрия, то в социальных науках роль симметрии играют параметры, характерные для социальной реальности (культуры). Этот процесс, вообще говоря, следует осмысливать в терминах культурного детерминизма. Так, особенности социума и культуры играют решающую роль в регуляции таких сложных социальных реакций, как эмоции, хотя понятно, что эмоции определяются внутренними психическими факторами [Shuman, 2013]. Например, японцы существенно более восприимчивы по сравнению с голландцами к оттенкам, тону голоса и выражениям эмоций на лице [Tanaka et al., 2013]. Поведение, связанное с насилием, более распространено в странах, которые принято относить к коллективистским (в основном это азиатские страны), чем к странам, относимым к индивидуалист-

ким³, а уровень внутрисемейного насилия в Великобритании выше, чем в Испании [Catala-Minana et al., 2014].

О принципе Кюри в социальных науках как об одном из выражений методологии социоцентризма заставляет задуматься современная нейронаука. Пробел в рассмотрении взаимосвязи нейронауки и социальных наук оценивают как «потерянное звено (the missing link)» даже в названии недавно вышедшей книги [Neuroscience and Social Science. The Missing Link, 2017]. Достаточно убедительно показано, что социальные связи и события фиксируются (отпечатываются) в состояниях нейронных сетей [Weaverdyck, Parkinson, 2018, p. 62–63]. На этой особенности мозга основан новейший метод оценки доказательств в судебном производстве. Когда затрагиваются проблемы, связанные с анализом значения для развития мозга и его когнитивного потенциала социальных факторов, то без философских представлений никак не обойтись. Вовсе не случайно на необходимости диалога нейронауки и философии настаивают некоторые представители наук о мозге [Gomez-Marin, Mainen, 2016, p. 89].

В современной нейронауке убедительно выявлена прямая функциональная зависимость между величиной неокортекса, составляющего у приматов (но не у других живых существ) значительный объем мозга, и величиной их (социальной) группы: чем больше неокортекс, тем более многочисленны эти группы. У неприматов и птиц наличие большого мозга обычно ассоциируется с их моногамией [Dunbar, 2016]. Социальную организацию приматов, возникшую и усложняющуюся в процессе длительной эволюции, можно рассматривать как эффективный механизм адаптации к окружающей среде, позволяющий решать множество серьезных социальных по своей природе проблем, минуя риски обучения конкретного индивида методом «проб и ошибок», — проблем типа защиты от разного рода хищников до воспитания жизнестойкого потомства. Здесь возникает феномен связанной (bounded) социальности, позволяющий говорить о зачатках разумного поведения, которое может проявляться как в груминге, так и предпосылках к статистическому планированию у приматов [Dunbar, 2019, p. 5–6].

³ О классификации социумов и культур на индивидуалистские и коллективистские (см., например: [Chiao et al., 2013]).

Возникновение большого мозга объясняется при помощи пяти гипотез, связанных с феноменом социальности. Эти гипотезы условно принято рассматривать как становление интеллекта в духе идей, аналогичных идеям: а) Макиавелли; 2) культурной эволюции; 3) Выготского; 4) Шахерзады; 5) социального мозга [Dunbar, Shultz, 2017, p. 4–6].

«Гипотеза Макиавелли» предполагает, что приматы живут в условиях жесткой конкуренции членов определенных групп, которая сопровождается постоянным поиском пищи и сексуальных партнеров и заставляет членов групп постоянно хитрить, изловчаться, показывать, если имеется возможность, силу и т. д. Однако апелляция к конкуренции не раскрывает причину, согласно которой приматы сбиваются в социальные группы.

«Гипотеза культурной эволюции» исходит из того, что большой мозг позволяет эффективно транслировать социальный опыт и воспроизводить его посредством действий, имитирующих действия других, или мимикрии такого рода действий. Социальные группы действительно необходимы для трансляции социального опыта, но этот факт вряд ли можно считать сколько-нибудь достаточным основанием для объяснения естественной эволюции живых существ к социальной организации связанного типа.

«Гипотеза Выготского» основана на убеждении, что в человеке изначально (так, сказать, «от природы») заложено стремление к кооперации с себе подобными и это свойство влечет за собой появление особого типа интеллекта. Важнейшая составляющая кооперации — обучение. Однако эта гипотеза недостаточна для объяснения причин, согласно которым группы приматов сильно отличаются по своей численности, и, главное, почему величина мозга ассоциирована со сложной организацией.

«Гипотеза Шахерзады» настаивает на том, что большой мозг возник как результат сексуальной селекции особей, которые наиболее преданны своим партнерам. Однако эта гипотеза никоим образом не учитывает ряд твердо установленных фактов, а именно влияние относительной величины яичек приматов мужского пола на продуктивность и промискуитет женского пола [Schillaci, Grant, 2006]. Тем самым вопрос о социальности приматов остается непроясненным.

«Гипотеза социального мозга» позволяет ответить на оба ключевых вопроса: об обеспечении оснований для решения экологи-

ческих проблем путем создания больших групп и об эволюции по направлению к образованию большого мозга, который и требуется для решения такого рода проблем [Dunbar, Shultz, 2017, p. 5]. Это позволяет объяснить, почему у более сложных по типу социальной организации приматов больший объем префронтальных и височных частей мозга.

Между тем большие социальные группы чреваты возникновением внутренних проблем и конфликтов, обусловленных поиском подходов к координированным действиям, борьбой за сексуальных партнеров, за место в иерархии властных отношений и т. д. Однако сам факт создания такого рода групп говорит о том, что функционал, связанный с ее самосохранением, при возникновении внешних угроз перевешивает деструктивные внутригрупповые факторы. Многообразие форм адаптации живых организмов, наблюдаемых в природе, свидетельствует о том, что «увеличение объема мозга — не единственный путь к самосохранению <...> Важен не только размер групп, но и характер их устройства, топология», — возражают некоторые ученые Р. Данбару, открывшему ассоциацию размеров мозга с величиной социальной группы [Acedo-Carmona, Gomila, 2017, p. 4, 12].

Замечено, что повреждение префронтальной коры мозга ведет к нарушению обработки информации, к потере ряда социальных навыков, часто к асоциальному поведению, тогда как повреждение височной коры (temporal cortex) нарушает лишь восприятие фактуальной информации, но фактически не затрагивает социальные знания и навыки.

Постгеномная эра: картина эволюции социального мозга

Социально-культурная революция в нейронауке разворачивается в контексте перехода от геномной к постгеномной эре в биологических исследованиях. Наступление этой эры знаменует собой осознание глубокой связи биологического и социального. Если ранее в биологии во многом игнорировались социальные факторы, имеющие отношение к биологической жизни (за исключением, пожалуй, лишь «геноцентризма», свойственного социобиологии), а в социологии господствовала своего рода биологофобия, то сей-

час положение существенно иное: идея активного генкультурного взаимодействия из статуса экзотической превратилась в традиционную, а в социальных науках интенсивно развиваются исследования в русле нейросоциологии.

Для постгеномной эры характерна интенсификация исследований по эпигенетике, в фокусе которой находятся отклики генома на сигналы социальной среды. Ген оказывается значимым как носитель информации не сам по себе, а, так сказать, в «контексте». Этим контекстом выступает социум, который оказывает непосредственное влияние на активность тех или иных генов, когда какие-то гены в силу воздействия среды могут быть «заморожены», а какие-то, напротив, будут проявлять повышенную активность. Феномен прямого наследования (от родителей к детям) дополняется феноменом трансгенерационного наследования (от прародителей к внукам и даже правнукам). Это как бы «параллельная» система наследования, благодаря которой организм способен более быстро и гибко реагировать на воздействия со стороны окружающей среды. Последняя непосредственно влияет на эволюционный процесс. Она оказывается «инициатором эволюционных новшеств», а «суверенная роль гена должна быть децентрализована; геном стал реактивным геномом» [Meloni, 2014, p. 3, 5]. Особенно заметно окружающая среда влияет на младенцев, когда их мозг отличается чрезвычайно высокой степенью пластичности, а, стало быть, в нем происходит формирование своего рода фундамента будущей личности. В этот период мозг максимально открыт для внешнего влияния, для сигналов социального свойства.

Эпигенетика обнажила факт прямой связи между материнским уходом и последующим неврологическим развитием и полноценностью организма, причем физическая близость матери (или заменяющей ее личности) к ребенку в первые месяцы жизни оказывается даже важнее, чем качественное кормление ребенка. Именно здесь происходит начальная социализация будущей личности, превращение мозга в социальный мозг. Развивающийся мозг сотнями тысяч нитей связан с окружающей средой, с матерью. Если множества этих нитей нет или оно мало, то биологический мозг не трансформируется в социальный. Этот период трансформации мозга у младенцев сравнительно непродолжителен. Поэтому кри-

тический период, связанный с социализацией мозга, у них чрезвычайно важен для всей последующей жизни. Дефицит материнского внимания для сирот в раннем младенческом возрасте, в критический период развития, когда окно для формирования мозга открыто настежь, грозит для них многими негативными последствиями в последующей жизни [Alos-Ferrer, 2018, p. 256; Moore, McEwen et al., 2017]. Психологические травмы в детстве могут дать о себе знать впоследствии, включая взрослое состояние, разного рода психическими и соматическими патологиями: депрессией, биполярными расстройствами, деликвентным поведением, диабетом, болезнями сердца, бессонницей и т. п. [Jiang, Postovit, Cattaneo et al., 2019, p. 2]. Чрезвычайно важен этот период и с позиций социума, в который войдет будущая личность в процессе своего взросления: будет ли она гармонично сочетаться со своей социальной группой или станет (психологически) малосовместимой с ней и склонной к асоциальному образу жизни.

Именно в раннем младенческом возрасте действие принципа Кюри наиболее выражено: человеческий мозг усваивает ключевые установки, принятые в обществе, подготавливаются основы для его полноценной аккумуляции, и тем самым младенец обретает потенциал, который открывает ему дорогу в это общество и позволяет стать подобным его членам.

С биологической точки зрения речь идет о механизме метилирования или ацетилирования ДНК. С точки зрения формирования мозга здесь допустимо говорить о *нейроэпигенетике*. Эпигенетические изменения происходят также посредством влияния на генетический аппарат диеты, образа жизни, стресса, полезных и вредных привычек и т. п. Эпигенетика существенно модифицирует язык биологии и заставляет по-новому интерпретировать правила, которые относятся к обозначению границы между биологическим и социальным.

Продолжительность периода созревания человеческого мозга и личности весьма значительна. Она превышает соответствующие характеристики других живых существ. Такой период необходим для становления мозга высокого уровня сложности и пластичности, который отличает мозг человека, погруженного в большие социальные группы и в процессе аккумуляции обязанного воспринимать громадные объемы социальной информации, с тем чтобы

обучиться существовать среди себе подобных. С энергетической точки зрения мозг является мощным потребителем энергии, но она требуется для социального обучения полноценного члена общества, адаптации его и к социуму, и к особенностям природного ландшафта, и собственно для функционирования самого мозга. В результате создается сверхсложная разветвленная система обратных связей, которая пронизывает процесс социальной аккомодации, социального познания и генкультурной коэволюции [Muthukrishna et al., 2018, p. 2]. С когнитивной точки зрения здесь допустимо говорить о двух подсистемах познающего мозга. Одна система включает в себя совокупность зеркальных нейронов, которая «подгоняет» параметры мозга и поведения личности к параметрам и образу жизни социума. Другая осуществляет ментальную оценку происходящих событий под углом зрения их отношения к жизни личности и влияния на ее дальнейшую траекторию развития и эффективность накопления жизненного опыта [Vogeley, 2017, p. 2].

Феномен социального мозга по существу *преобразует эпистемологию в социальную эпистемологию*. Носителем знания является человек с его мозгом, но это знание приобретает смысл только в социуме, в системе, которую можно назвать «когнитивным сообществом», несущим в себе функции «строительных лесов» знания: убеждение в его достоверности, надежности, истинности, возможной практической пользе и т. п. Субъект познания опирается на растворенное в сообществе знание, которое выражено либо в явной, либо в неявной форме, и постоянно обогащается усилиями этого сообщества и иных социальных образований, генерирующих новое и/или интерпретирующих уже наличное знание. Ситуация здесь где-то аналогична ситуации с языком. Как утверждал Н. Бор, «речь, а тем самым непосредственно и мышление есть способность, которая — в противоположность другим телесным способностям — развивается не в отдельном индивидуе, а между индивидами. Мы учимся говорить от других людей. Язык — это в известной степени сетка, натянутая между людьми, и мы висим в ней со своим мышлением, со своей способностью познания» (цит. по: [Heisenberg, 1969, S. 192]). Понятие социального мозга — это инструмент противодействия наивному *редукционизму*, отсылающему и концентрирующему в отдельном мозге весь когнитивный

потенциал субъекта⁴. Возможности познания, связанные с мозгом, в действительности определяются не только «содержанием» в нем знания, но и способностью этого знания найти опору и смыслы в «коллективном» знании и во взаимодействии целого множества его носителей. Тем самым аналитические методы исследования и истолкования результатов измерений должны быть дополнены соображениями, близкими к представлениям в духе холизма. Мозг — это не изолированная единица, каким он является в физиологическом плане, а относительно автономная часть распределенной *социальной сети*. Мозг как элемент этой сети существует и функционирует благодаря многочисленным обратным связям с иными ее компонентами. И напротив: социальная сеть поддерживается в силу активности ее отдельных составляющих.

* * *

Таким образом, картина становления личности в духе методологии редукционизма, характерная для эпохи господства представлений о геноме как о единственном факторе, который несет ответственность за механизм наследования, сменяется картиной, важным элементом которой выступает эпигенетика, а сама картина тяготеет к жанру холизма, когда мозг, личность, культура и социум представляются как единое целое, пронизанное множеством детерминирующих все эти элементы связей и работу механизма наследования в рамках этой целостности. Благодаря им развивающийся мозг претерпевает процесс аккумуляции и преобразования в социальный мозг в контексте его культурной детерминации. Этот процесс *mutatis mutandis* подчиняется (прямо) принципу Кюри, преломленному относительно социальной реальности, который фактически оказывается методологическим регулятивом.

⁴ Замечу, что данное утверждение не касается феномена сознания (см.: [Sloman, Patterson, Barbey, 2021, p. 10]).

Литература

Кирдина, 2011 — *Кирдина, С. Г.* Институциональные изменения и принцип Кюри / С. Г. Кирдина // *Экономическая наука современной России*. — 2011. — № 1. — С. 19–38.

Alos-Ferrer, 2018 — *Alos-Ferrer C.* A Review Essay on Social Neuroscience: Can Research on the Social Brain and Economics Inform Each Other? // *Journal of Economic Literature*. 2018. Vol. 56 (1). P. 234–264. DOI: 10.1257/jel.20171370.

Catala-Minana et al., 2014 — *Catala-Minana A., Walker K., Bowen E., Lila M.* Cultural Differences in Personality and Aggressive Behavior in Intimate Partner Violence Offenders: a Comparison of English and Spanish Offenders // *Journal of Interpersonal Violence*. 2014. Vol. 29. P. 2652–2669. DOI: 10.1177/0886260513517301.

Chiao et al., 2013 — *Chiao J.Y., Cheon B.K., Pornpattananakul N., Mrazek A.J., Blizinsky K.D.* Cultural Neuroscience: Progress and Promise // *Psychological Inquiry*. 2013. Vol. 24 (1). P. 1–19. DOI: 10.1080/1047840X.2013.752715.

Dunbar, 2016 — *Dunbar P.* The Social Brain Hypothesis and Human Evolution // *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*. Oxford: Oxford University press. 2016. P. 1–33 (online version). DOI: 10.1093/acrefore/97801902366557.013.44.

Dunbar, Shultz, 2017 — *Dunbar P., Shultz S.* Why Are There so Many Explanations for Primate Brain Evolution? // *Philosophical Transactions of Royal Society B*. 2017. Vol. 372. Paper 20160244. DOI: 10.1098/rstb.2016.0244.

Gomez-Marin, Mainen, 2016 — *Gomez-Marin A., Mainen Z.F.* Expanding Perspectives on Cognition in Humans, Animals, and Machines // *Current Opinion in Neurobiology*. 2016. Vol. 37. P. 85–91. DOI: 10.1016/j.conb.2016.01.011.

Heisenberg, 1969 — *Heisenberg W.* *Der Teil und das Ganze*. Munchen, 1969.

Jiang, Postovit, Cattaneo et al., 2019 — *Jiang S., Postovit L., Cattaneo A. et al.* Epigenetic Modifications in Stress Response Genes Associated with Childhood Trauma // *Frontiers in Psychiatry*. 2019. Vol. 10. Pp. 1 — 19. Article 808 DOI: 10.3389/fpsy.2019.00808.

Meloni, 2014 — *Meloni M.* The Social Brain Meets the Reactive Genome: Neuroscience, Epigenetics and the New Social Biology // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2014. Vol. 8. Article 309. DOI: 10.3399/fnhum.2014.00309.

Moore, McEwen et al., 2017 — *Moore S.R., McEwen L.M., Quirt J., Morin A.* Epigenetic Correlates of Neonatal Contact in Humans // *Development and Psychopathology*. 2017. Vol. 29 (5). P. 1517–1538. DOI: 10.1017/S0954579417001213.

Muthukrishna et al., 2018 — *Muthukrishna M., Doebell M., Chudek M., Henrich J.* The Cultural Brain Hypothesis: How Culture Drives Brain Expansion, Sociality, and Life History // *PLOS. Computational Biology*. 2018. Vol. 14 (11). Article e1006504. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1006504.

Neuroscience and Social Science, 2017 — *Neuroscience and Social Science. The Missing Link* / Eds. A. Ibanez, A.M. Seden. Springer. 2017. XVIII, 546 p.

Schillaci, Grant, 2006 — *Schillaci M.A., Grant S.G.N. Sexual Selection and the Evolution of Brain Size in Primates* // PLOS ONE. 2006. Article e62. DOI: 10.1371/journal.pone.0000062.

Shuman, 2013 — *Shuman V. Studying the Social Dimension of Emotion Regulation* // *Frontiers in Psychology*. 2013. Vol. 4. P. 55. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.000922.

Sloman, Patterson, Barbey, 2021 — *Sloman S.A., Patterson R., Barbey A.K. Cognitive Neuroscience Meets the Community of Knowledge* // *Frontiers in Systems Neuroscience*. 2021. Vol. 15. Article 675127. DOI: 10.3389/fnsys.2021.675127.

Tanaka et al., 2010 — *Tanaka A., Koizumi A., Imai H., Hiramatsu S., Hiramoto E., de Gelder B. I Feel Your Voice. Cultural Differences in the Multisensory Perception of Emotion* // *Psychological Science*. 2010. Vol. 21. P. 1259–1262. DOI: 10.1177/0956797610380698.

Vogeley, 2017 — *Vogeley K. Two Social Brains: Neural Mechanisms of Intersubjectivity* // *Philosophical Transactions of Royal Society B*. 2017. Vol 372. Article 20160245. DOI: 10.1098/rstb.2016.0245.

Weaverdyck, Parkinson, 2018 — *Weaverdyck M.E., Parkinson C. The Neural Representation of Social Networks* // *Current Opinion in Psychology*. 2018. Vol. 24. P. 58–66. DOI: 10.1064/j.copsyc.2018.05.009.

Глава 9. МАРКСИЗМ И ВУЛЬГАРНЫЙ СОЦИОЦЕНТРИЗМ. ПАРАДОКСЫ МАРКСИСТСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ¹

Принцип практики, как известно, занимает в марксистской философии центральное место. Именно акцент на практике, роли практической деятельности в существовании человека и общества делал, так сказать, марксизм марксизмом. Начиная с первого тезиса К. Маркса о Фейербахе и до «Материализма и эмпириокритицизма» и «Философских тетрадей» В. И. Ульянова-Ленина практика наделялась статусом «*выше (теоретического) познания*, ибо она имеет не только достоинство всеобщности, но и непосредственной действительности» [Ленин, Т. 29, с. 195]. Поэтому само собой ключевой установкой для любого марксиста должна была служить установка, согласно которой «в практике должен доказать человек истинность, т. е. действительность и мощь, посюсторонность своего мышления» [Маркс, Т. 3, с. 2]. В области теории познания этот принцип воплощался как принцип единства теории и (материальной по своей сути) практики.

Между тем реальная история науки в условиях господства марксизма-ленинизма в качестве государственной идеологии свидетельствует, на мой взгляд, не просто о невнимании, а — в условиях вульгарного социоцентризма (социологизма)², который отличал феномен идеологизированной науки в СССР, — о фактическом пренебрежении этим краеугольным принципом марксизма. Возможно, что этим принципом пренебрегали бессознательно, поскольку осознанное и рефлексивное следование этой марксист-

¹ Журнальный вариант: *Философский журнал*. 2020. Т.13. № 1. С. 97–109.

² Понятия социоцентризма и социологизма употребляются в качестве равнозначных (см., например: [Пружинин, 2012]).

ской догме неизбежно разрушило бы не только иллюзии по поводу всесильности идей К. Маркса (и В. И. Ленина), но и доказательства их воплощения в действительность, а это уже заставило бы впасть в ересь и усомниться в аутентичном понимании и следовании духу и букве марксизма самой коммунистической властью. Здесь кроется еще один парадокс марксистской теории и практики [Бажанов, 2007], который сопутствует феномену идеологизированной науки, долгие годы доминировавшей в Советском Союзе. Ключевой принцип этого учения провозглашался в теории, но не желал работать на практике.

В чем конкретно выражается этот парадокс, имея в виду реализацию основополагающего марксистского принципа практики, идеи единства теории и практики? Какие факты свидетельствуют об игнорировании деятельности согласно этому принципу, причем игнорировании не единичном, а имеющем перманентный и универсальный характер? Почему социоцентризм в его вульгарной форме способствовал фактическому игнорированию принципом практики, требованием воспроизводимости эксперимента в условиях идеологизированной науки на протяжении *десятков лет*?

Эти и примыкающие к ним вопросы до сих пор активно обсуждаются и в современной зарубежной и отечественной литературе, особенно в связи с развитием эпигенетики, которая с поверхностной точки зрения реанимирует, казалось бы, канувшие в Лету идеи Ламарка и популярные в СССР во второй трети XX века замыслы Т. Д. Лысенко [Dejong-Lambert, Kremmentsov, 2012; Колчинский, 2018а, б; Колчинский Э. И., Ермолаев, 2018; Harper, 2017а, б; Gordin, 2018]. Несмотря на многочисленные труды, посвященные «феномену Лысенко», лысенкоизму, этот феномен, имеющий важное социальное значение, активно обсуждавшийся на нескольких конференциях за рубежом в последние годы, даже в настоящее время характеризуется как белое пятно в социальной истории науки [Конашев, 2017]. С точки зрения социальной эпистемологии и философии науки он также осмыслен далеко не в полной мере.

Данная статья в некоторой степени посвящена восполнению этого пробела.

«Великая практика требует великой теории...». Вульгарный социоцентризм в действии

Эта мысль Н. И. Бухарина, вынесенная в заголовок данного раздела статьи, занимала почетное место в его докладе на всемирном конгрессе по истории науки и техники в Лондоне в 1931 году [Bukharin, 1931]. Этой теорией по Бухарину само собой является марксизм, а триумф социалистической революции в России по существу должен повлечь за собой не просто расцвет науки в новом обществе, а революцию в методах научного познания.

Анализ различных областей науки под углом зрения марксистской методологии, диалектико-материалистических представлений должен вскрыть качественно новые их законы и тем самым существенно продвинуть эти науки на пути познания природы, общества и человека. Это означало «диалектизацию» физики, биологии и других естественных наук, равно как и наук социально-гуманитарного профиля, а значит и отход от натурализма, который настаивал на эмпирическом базисе науки, в сторону идеологических представлений, а значит и в немалой степени к социоцентризму.

Н. И. Бухарин фактически придерживался метода «идеологического соответствия», согласно которому на прогрессивной стадии развития общественных систем порождается прогрессивная наука, а на стадии их регресса наука неизбежно теряет свой познавательный потенциал и вырождается в псевдонауку. Так, в книге «Социально-экономические корни механики Ньютона», которая явилась определенным развитием также лондонского доклада 1931 года и увидела свет на русском языке в 1933 году, в духе метода идеологического соответствия Б. М. Гессен, который ныне считается родоначальником таких влиятельных направлений в философии науки, как экстернализм и STS (social studies of science), рассуждал о том, что в эпоху Ньютона «подымающаяся буржуазия ставит естествознание себе на службу, на службу развитию производительных сил... Являясь для этого времени наиболее прогрессивным классом, она требует наиболее прогрессивной науки» [Гессен, 1931, с. 24]. Это фактически означало, что наука нового — социалистического — общества должна решительно преодолеть «буржуазное» наследие, которое заставляет ее «отставать от жизни» и, руководствуясь революционной теорией Маркса и Ленина, должна

качественно преобразиться, предоставив производительным силам широкие горизонты развития. Вера в появление такого рода науки, питаемая марксистской методологией, была характерна для очень многих советских ученых того периода.

Отчетливо выраженный социальный реализм и вульгарный социоцентризм марксизма в его советской версии, явно культивировавшие социальный детерминизм и неявно предполагавшие безусловную доминанту целого над частью, исходили из той посылки, что обществу, вооруженному передовой идеологией, под силу воспитать и принципиально нового человека, который всецело является вершителем своей судьбы и смелым строителем своего будущего или же перевоспитать («перековать») человека старой формации. Сущность человека определяется совокупностью всех общественных отношений, как известно, провозглашал Маркс, а, следовательно, преобразование общественных отношений не может не изменить сущность человека. Естественный компонент сущности человека, задаваемый самой природой, его биологическими и физиологическими особенностями, как и следовало из установки вульгарного социоцентризма, здесь фактически принимался во внимание лишь как совершенствование его физических данных, важных для строительства нового общества. Главное — воспитание (или перевоспитание). Именно это убеждение, например, воплощалось в педагогической системе А. С. Макаренки. Это же убеждение с мира человека было фактически экстраполировано и на растительный мир. Наиболее активным проводником этого убеждения в практической плоскости аграрной науки и растениеводства выступал Т. Д. Лысенко.

Что требуется практике, чтобы показать «действенность, мощь, посюсторонность» нашего мышления?

Как понимать, что «вся живая человеческая практика врывается в самое теорию познания, давая *объективный* критерий истины» [Ленин, Т. 18, с. 198]? Если практическая деятельность представляет собой чувственно-предметную, целеполагающую деятельность человека, то каковы ее особенности в плане демонстрации «действенности, мощи, посюсторонности» нашего мышления? Раз практическая деятельность есть процесс, то возникает вопрос, в частности, о

такой ее особенности как (примерная) длительность этого процесса, достаточная для того, чтобы практика могла приобрести статус объективного критерия истины. Достаточен ли одномоментный эпизод («факт»)? Или нужен год, когда-то десятилетие, а то и век? В ортодоксальном марксизме, насколько мне известно, на этом вопросе внимания не заостряли. Между тем понятно, что в силу (опять-таки марксистского) принципа конкретности истины однозначного ответа на этот вопрос дать невозможно. И тем не менее в случае более или менее стойкого убеждения в правомерности и существовании *научной* истины требуется *воспроизводимость* экспериментов, фиксирующих определенные *факты* [Пронских, 2021; Пружинин, 2021].

Воспроизводимость неявно подразумевает наличие некоторого временного промежутка, достаточного для этой процедуры и ее оценки. Таким образом, своего рода операциональный аспект практики как критерия истины — это как минимум очевидная воспроизводимость опыта (и соответствующей фактологии). И вот здесь обнажается парадокс принципа марксистской теории и практики: теория предписывает следование практике как критерию объективной истины, но в атмосфере феномена идеологизированной науки, характерной для (по меньшей мере) 1920–1950-х годов существования Советского Союза и других коммунистических государств, для ряда громких кампаний и эпизодов обнаруживается стойкая, продолжающаяся десятилетиями в силу действия эффекта «эхо-камеры» (о которой будет сказано ниже) «когнитивная слепота», которая фактически для некоторых ситуаций в науке упраздняла стержневой принцип марксизма (единства теории и практики): фактор невозможности воспроизводимости опыта в течение *десятилетий* фактически не играл сколько-нибудь значимую роль ни в государственных решениях, ни в процессе ассимиляции не подтверждаемых практикой теорий заметной частью научного сообщества. Как такое могло иметь место?

Вульгарный социоцентризм и феномен Лысенко

Феномен Лысенко, обстоятельства его взлета и роль в разгроме отечественной генетики подробно и глубоко описаны в литературе [Joravsky, 1986; Эфроимсон, 1989; Медведев, 1993; Сойфер, 1993; Roll-Hansen, 2005; Dejong-Lambert, Kremmentsov, 2012; Колчинский,

2018а, б, в; Грэм, 2018]. Я затрону лишь тот аспект этой истории, который непосредственно касается принципа единства теории и практики. В контексте идеологизированной науки последовательного воплощения в жизнь данного принципа вряд ли можно было ожидать ввиду действия многих идеологических установок, ограничивающих возможности критической рефлексии. Среди закономерностей становления и развития коммунистических режимов феномены идеологизированной науки и вульгарного социоцентризма воспроизводились в той или иной форме с жесткой (можно даже утверждать — неминуемой) регулярностью.

Для революционно настроенной части российского общества, которая стремилась к переустройству социума на фундаменте новой идеологии, было типичным подозрительное отношение к «буржуазной», «правительственной» науке, которое означало сомнение в том, что она способна достичь объективной истины. Такое отношение выражали не только сторонники Маркса и Ленина, но и, например, анархисты (М. А. Бакунин и П. А. Кропоткин). После победы октябрьского переворота новое общество взывало к созданию «пролетарской» науки (А. А. Богданов), надеясь на ее невиданные доселе достижения.

В фигуре Т. Д. Лысенко удачным образом и сконцентрировались черты ученого нового типа: человек из гущи народа (украинских крестьян), получивший и среднее образование (училище садоводства), и высшее в аграрном вузе (заочное). Был вовлечен в опыты по селекции растений (но математически обработать результаты опытов самостоятельно не мог; статистику не только не понимал, но и отвергал ввиду того обстоятельства, что «наука — враг случайностей»). В 1928 году выходит его (как оказывается, фактически единственная) более или менее объемная научная работа (большую часть которой занимали таблицы данных; впоследствии в публикациях Лысенко доминировал публицистический и пропагандистский стиль). Благодаря своей энергичности был замечен рядом видных агробиологов и, главное, представителями власти.

Н. И. Вавилов, избранный действительным членом АН СССР в 1929 году и возглавивший Всесоюзную академию сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина (ВАСХНИЛ), способствовал продвижению исследователя из народа, который в 1934 году был избран действительным членом АН Украинской ССР, а через год —

действительным членом АН СССР и награжден орденом Ленина. Еще в конце 1920-х годов «по инициативе наркомзема УССР А. Г. Шлихтера началась агрессивная пропаганда мифа о «народном академике» Лысенко», которая граничила едва ли не с его «сакрализацией» [Колчинский, 2018а, с. 4]. Между тем в профессиональном плане, согласно отзывам действительно квалифицированных оппонентов, Лысенко был малограмотен, замечая качества исследователя общественной активностью и выступлениями в духе передовиц «Правды» в средствах массовой информации (включая и в возглавляемом им журнале «Яровизация»). Пользуясь высоким положением, достигнутым благодаря своему происхождению и публичной активности, он фонтанировал все новыми и новыми проектами: обещал правительству резкое, едва ли не фантастическое увеличение урожайности зерновых путем своего рода быстрого «воспитания» растений разными методами, например, перекрестного скрещивания опылителей, радикального продвижения ряда культур (например, абрикоса и винограда) на север и т. п. [Любичев, 2004, с. 308–311]. Наиболее известен метод яровизации, который как бы транслировал крестьянский обычай работы с семенами в область агробиологии (вместо их согревания перед посевом предлагалось их охлаждение, которое якобы позволит семенам адаптироваться к неблагоприятным погодным условиям, «воспитать» их для всходов, если весна выдается холодной). «Обещания Лысенко в краткие сроки вывести устойчивые сорта и путем яровизации повысить урожайность давали шанс партийным функционерам избежать ответственности за коллективизацию и голодомор», — замечает Э. И. Колчинский [Колчинский, 2018а, с. 11].

Между тем опыты, проверяющие метод яровизации, посевы по стерне, культивирование ветвистой пшеницы, как и многие другие проекты Лысенко, продолжались многие годы, но какие-либо положительные результаты отсутствовали.

Во время Великой отечественной войны страна отчаянно нуждалась в каучуке. Лысенко предложил получать каучук посредством гнездовых посадок среднеазиатского растения кок-сагыза. Попытки получения достаточного количества каучука из кок-сагыза также продолжались довольно длительное время, но этот каучук в буквальном смысле был на вес золота, и поэтому получаемые объемы никак не могли удовлетворить государственные потребно-

сти, которые в тот период удовлетворялись синтетическим каучуком не очень высокого качества. Лишь по лендлизу в СССР была передана более совершенная технология получения синтетического каучука.

И в случае каучука Лысенко ничего не добился. Субтропические культуры так и не прижились в северных районах.

Многие крупные биологи серьезно критиковали деятельность Лысенко. Они напрямую обращались к руководителям страны, обосновывая колоссальный вред, наносимый Лысенко сельскохозяйственному производству [Эфроимсон, 1989]. Лысенко и его последователи упорно игнорировали эту критику на том основании, что она инспирирована врагами социалистического отечества и отечественной науки, которая противостоит вырождающейся буржуазной науке. Критику Лысенко власти также совершенно не замечали, хотя секретарь ЦК ВКП(б) А. А. Жданов, в 1946–1947 годах главный идеолог партии, и его сын Ю. А. Жданов, с декабря 1947 года возглавлявший отдел науки ЦК ВКП(б), скептически относились к работам Лысенко [Вавилов, 1998, с. 153–154]. Тем не менее благожелательное отношение Сталина нивелировало любые попытки критической оценки деятельности Лысенко. Тоталитарный политический режим требовал слияния личности с личностью «вождя», причем этот феномен едва ли не «голографически» воспроизводился на всех ответвлениях вертикали власти. Лысенко был номинирован властью «вождем» в области агробиологии.

Исповедуя марксизм-ленинизм, верховная власть СССР вопреки смыслу ключевого принципа марксизма (единства теории и практики) упорно не обращала внимания на многолетнюю негативную сельскохозяйственную практику Лысенко. Здесь действовала система «эхо-камер и/или эпистемических пузырей» (epistemic echo chambers, epistemic bubbles). Эпистемическими «эхо-камерами» или «пузырями» сейчас в философии науки и социальной эпистемологии называют ситуации, в которых информация о каких-то явлениях черпается из заведомо и принудительно в силу некоторых обстоятельств ограниченных самосогласованных источников, игнорирующих или даже подавляющих альтернативные источники [Baumgaertner, 2014; Boyd, 2018]. Отсюда и вытекала «когнитивная слепота» и власти, и многих сторонников Лысенко, которые как бы и находились в эпистемической эхо-камере, в

пределах которой они «слышали» только свои собственные голоса. Фактически и власть, и сторонники Лысенко в силу своих идеологических установок и веры в догматы, инспирированные вульгарным социоцентризмом, попали в своего рода когнитивные ловушки [Chen, 2011, p. 43–67], которые преградили им путь постижения реальности, вне пределов «эпистемических пузырей». Такого рода когнитивная зашоренность — едва ли не отличительный признак тех политических режимов, которые придерживаются взглядов, характерных для полюсов идеологического спектра [Zmigrod, 2019, p. 37]. О достижении объективной истины в такой ситуации нельзя было даже мечтать.

Лысенко к тому же успешно удалял своих критиков из жизни; кому везло больше — лишь из науки. На сессии ВАСХНИЛ 1948 года он разгромил отечественных генетиков, провозгласив «единственно научной» лишь мичуринскую агробиологию, которая коренным образом отличается от «менделеевско-моргановской» генетики. Еще в 1940 году он был назначен директором Института генетики АН СССР, заменив репрессированного и позже погибшего в саратовской тюрьме Н. И. Вавилова. Сопrotивление Лысенко продолжали оказывать физики и математики, среди которых было немало влиятельных и именитых ученых. Однако вплоть до потери власти Н. С. Хрущевым в 1964 году Лысенко был «непотопляемым».

Чем можно объяснить феномен невероятного академического долгожительства Лысенко в условиях фактического краха всех практических воплощений его идей?

Власть и феномен идеологизированной науки

Лысенко был обласкан властью. Именно власть явилась фундаментом его «могущества» и фактором академического долгожительства, имея в виду отсутствие каких-либо убедительных доказательств практических приложений его теоретических конструкций. Ему покровительствовал в период его взлета и утверждения властного академического положения в биологии президент АН СССР в 1936–1945 годах ботаник В. Л. Комаров, который, по существу, разделял взгляды Ламарка, относящиеся к наследованию

приобретенных признаков³. Сам же Лысенко и его сторонники, фактически следовавшие в своих примитивных концепциях, предполагавшие «воспитание» растений, созвучное идеям Ламарка (и, по существу, вульгарному социоцентризму), объявляли себя последователями Ч. Дарвина, в пик буржуазному космополитизму воплощающими в действительность заветы И. В. Мичурина. Главное же заключается в том, что Лысенко покровительствовал сам И. В. Сталин, который в письмах даже называл Лысенко по имени и отчеству, что для Сталина было довольно редким явлением [Вавилов, 1998, с. 164].

В воспоминаниях о великом отечественном генетике Н. К. Кольцове приводятся эпизод, который проливает яркий свет на истоки могущества Лысенко.

Еще в начале 1935 года, на 2-м Всесоюзном съезде колхозников-ударников Т. Д. Лысенко был открыто и горячо поддержан Сталиным (такие эмоциональные акты были совсем не характерны для Сталина). «Народный академик действовал психологически выверенно, он знал, на что упираться, чтобы понравиться, всячески показывая свою скромность и, видимо, попал в десятку, заявив: «Товарищи, разве не было и нет классовой борьбы на фронте яровизации?» Тут Сталин встал с места и, аплодируя, выкрикнул в зал: «Браво, товарищ Лысенко, браво!» Демонстративное одобрение вождя перевешивало оценки любых взятых вместе ученых экспертов» [Бабков, 1992, с. 447; Раменский, 2012, с. 322].

³ Современная эпигенетика лишь с поверхностной точки зрения напоминает ламаркизм, но развивается в контексте неодарвинизма, поскольку изучает влияние среды на молекулярные процессы, существенно влияющие на активность генома без изменения последовательности ДНК в самих генах. Это обстоятельство, однако, в определенном смысле позволяет говорить о некоторой слабой форме неоламаркизма [Transformations of Lamarckism, 2011; Wang, Liu, Sun, 2017]. Развитие эпигенетики на ранних этапах, когда механизмы наследования некоторых приобретенных признаков были еще не известны, отчасти тормозилось невольными параллелями с лысенкоизмом и воспоминаниями о черных днях и разгроме генетики в СССР. Эпигенетика вдруг стала использоваться некоторыми российскими биологами с целью реабилитации Лысенко. Между тем архаичные идеи Лысенко не имеют никакого отношения к современной эпигенетике. Этот факт убедительно обосновывается и зарубежными [Deichmann, 2016, p. 253; Harper, 2017b, 1098], и отечественными учеными [Голубовский, 2015; Колчинский, 2018].

Борьба против космополитизма означала утверждение собственных, отечественных авторитетов-основоположников в науке. В агробиологии на роль такого авторитета был выбран И. В. Мичурин, а подхватить эстафетную палочку развития мичуринского творческого наследия было доверено «народному» академику Лысенко, который и отстаивал принципы пролетарского подхода к растениеводству.

Тоталитарный режим, создавший атмосферу, благоприятствующую возникновению и развитию феномена идеологизированной науки и эффекта «эхо-камеры», обладал свойством «сверхпроводимости», которое, в частности, выражалось в том, что оценки и суждения «вождя», первого человека в государстве, без искажений распространялись на всех, кого они касались. Под этим «зонтиком» и оказался Лысенко и пребывал под ним не только при безграничной власти Сталина, но и при более скромных властных полномочиях Хрущева. Их «когнитивная слепота» заставляла «вертикаль власти» закрывать глаза на многочисленные пустые обещания «райских куц» в сельском хозяйстве, на практическую бесплодность идей Лысенко.

Марксизм-ленинизм в практической деятельности помещал принцип единства теории и практики в качестве критерия истины в область далекой периферии. Нельзя также не обратить внимание на то обстоятельство, что марксистско-ленинская идеология и ее носитель — советская власть, если перефразировать известное выражение К. Маркса, в своем революционном порыве не нуждались в помощи «духов прошлого», и не заимствовали у них «имена, боевые лозунги, костюмы». Прошлое отрицалось не диалектически, а, скорее, «метафизически» — имея в виду марксистское истолкование сущности «метафизического метода» как «голового отрицания». Если иметь в виду критерий воспроизводимости, то можно заключить, что в иных вариантах доктрина марксизма в том виде, в котором замышлялась ее создателями в отношении науки, на практике оказалась осуществимой с большими искажениями.

Литература

- Бабков, 1992 — *Бабков, В. В.* Н.К. Кольцов и его институт в 1938–1939 гг. / В. В. Бабков // *Онтогенез*. — 1992. — № 4. С. 443–459.
- Бажанов, 2007 — *Бажанов, В. А.* Социальный климат и история науки. Парадоксы марксистской теории и практики / В. А. Бажанов // *Эпистемология и философия науки*. — 2007. Т. XI. — № 1. — С. 146–156.
- Вавилов, 1998 — *Вавилов, Ю. Н.* Обмен письмами между Т. Д. Лысенко и И. В. Сталиным в октябре 1947 г. / Ю. Н. Вавилов // *Вопросы истории естествознания и техники*. — 1998. — № 2. — С. 153–157.
- Гессен, 1993 — *Гессен, Б. М.* Социально-экономические корни механики Ньютона. Государственное технико-теоретическое изд-во / Б. М. Гессен. — М., — Л., 1933. — 77 с.
- Голубовский, 2015 — *Голубовский, М. Д.* Призрак Лысенко и его современные инкарнации / М. Д. Голубовский // *Историко-биологические исследования*. — 2015. Т. 7(2). — С. 115–130.
- Грэм, 2018 — *Грэм, Л.* Лысенко вблизи / Л. Грэм // *Историко-биологические исследования*. — 2018. Т.10. — № 1. С. 42–51.
- Колчинский, 2018а — *Колчинский, Э. И.* Н. И. Вавилов и Т. Д. Лысенко в пространстве историко-научных исследований / Э. И. Колчинский // *Природа*. — 2018а. — № 1. — С. 3–14.
- Колчинский, 2018б — *Колчинский, Э. И.* «В бой идут одни старики...», или о перспективах возрождения лысенкоизма в России / Э. И. Колчинский // *Вопросы истории естествознания и техники*. — 2018б. — № 1. — С. 365–384.
- Колчинский, 2018в — *Колчинский, Э. И.* Пятьдесят лет спустя: размышления над книгами, изданными к 130-летию юбилею со дня рождения Н. И. Вавилова и накануне 70-летия августовской сессии ВАСХНИЛ / Э. И. Колчинский // *Вопросы истории естествознания и техники*. — 2018в. — № 3. — С. 559–591.
- Колчинский, Ермолаев, 2018 — *Колчинский, Э. И., Ермолаев, А. И.* Разгромный август 1948 года: как власть боролась с биологией / Э. И. Колчинский, А. И. Ермолаев // *Политическая концептология*. — 2018. — № 3. — С. 89–112.
- Конашев, 2017 — *Конашев, М. Б.* Лысенкоизм как «белое пятно» в «социальной истории науки» / М. Б. Конашев // *Социология науки и технологий*. Часть 1. 2017. Т. 8. — № 2. — С. 21–30; Часть 2. Т. 8. — № 3. — С. 18 — 24; Часть 3. Т. 9. — № 2. — С. 23–37.
- Коновалов, 1989 — *Коновалов, Ю. Б.* Иосифу Виссарионовичу Сталину от академика Т. Д. Лысенко / Ю. Б. Коновалов // *Вопросы истории естествознания и техники*. — 1989. — № 2. — С. 157–166.

- Ленин, Т. 18 — *Ленин, В. И.* Материализм и эмпириокритицизм / В. И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 18.
- Ленин, Т. 29 — *Ленин, В. И.* Философские тетради / В. И. Ленин. Полн. собр. соч. Т. 29.
- Любищев, 2004 — *Любищев, А. А.* О монополии Т. Д. Лысенко в биологии / А. А. Любищев. — Ульяновск : УлГПУ, 2004. — 422 с.
- Грэм, 2018 — *Грэм, Л.* Лысенко вблизи / Л. Грэм // *Историко-биологические исследования*. — 2018. Т.10. — № 1. — С. 42–51.
- Маркс, Т. 3 — *Маркс, К.* Тезисы о Фейербахе / К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. Т. 3. — С. 1–2.
- Медведев, 1993 — *Медведев, Ж.* Взлет и падение Лысенко / Ж. Медведев. — М. : Книга, 1993. — 348 с.
- Пронских 2021 — *Пронских, В. С.* Всегда ли воспроизводимость важна и возможна для научного эксперимента? / В. С. Пронских // *Вопросы философии*. — 2021. — № 8. — С. 103–115.
- Пружинин, 2012 — *Пружинин, Б. И.* Социологизм в эпистемологии (критические заметки). Релятивизм, плюрализм, критицизм: эпистемологический анализ / Под ред. В. А. Лекторского. — М. : ИФ РАН, 2012. — С. 61–79.
- Пружинин, 2021 — *Пружинин, Б. И.* Воспроизводимость эксперимента как инструмент познания (эпистемологический анализ) / Б. И. Пружинин // *Вопросы философии*. — 2021. — № 10. — С. 18–28.
- Раменский, 2012 — *Раменский, Е. В.* Николай Кольцов: биолог, обогнавший время / Отв. ред. Н. Д. Озернюк. — М. : Наука, 2012. — 388 с.
- Сойфер, 1993 — *Сойфер, В.* Власть и наука. История разгрома генетики в СССР / В. Сойфер. — М. : Лазурь, 1993. — 706 с.
- Эфроимсон, 1989 — *Эфроимсон, В. П.* О Лысенко и лысенковщине / В. П. Эфроимсон // *Вопросы истории естествознания и техники*. — 1989. — № 1. — С. 79–93; 1989. — № 2. — С. 132–137; 1989. — № 3. — С. 96–109; 1989. — № 4. — С. 100–111.
- Baumgaertner, 2014 — *Baumgaertner B.* “Yes, No, Maybe So: A Veritistic Approach to Echo Chambers Using a Trichotomous Belief Model” // *Synthese*, 2014. Vol. 191. Pp. 2549–2569.
- Boyd, 2018 — *Boyd K.* Epistemically Pernicious Groups and the Groupstrapping Problem // *Social Epistemology*. 2018. Vol. 33(1). Pp. 61–73.
- Bukharin, 1931 — *Bukharin N. I.* Theory and Practice from the Standpoint of Dialectical Materialism // *Science at the Crossroads. Papers Presented to the International Congress of the History of Science and Technology Held in London from June 29th to July 3rd, 1931 by the delegates of the U.S.S.R. L., Frank Cass and Co.* 1931. <https://www.marxists.org/archive/bukharin/works/1931/diamat/index.htm> (доступ 10 ноября 2021 г.).

Chen, 2011 — *Chen C. Turning Points. The Nature of Creativity.* Springer, 2011. XVI, 268 p.

Deichmann, 2016 — *Deichmann U. Epigenetics: The Origins and Evolution of a Fashionable Topic // Developmental Biology.* 2016. Vol. 416. Pp. 249–254.

Dejong-Lambert, Kremontsov, 2012 — *Dejong-Lambert W., Kremontsov N. On Labels and Issues: The Lysenko Controversy and the Cold War // Journal of History of Biology.* 2012. Vol. 45. Pp. 373–388.

Gordin, 2018 — *Gordin M. Lysenko Unemployed: Soviet Genetics after the Aftermath // ISIS.* 2018. Vol. 109. N 1. Pp. 56–78.

Harper, 2017a — *Harper P.S. Some Pioneers of European Genetics // European Journal of Human Genetics.* 2017. P. 47, online publication (<https://www.nature.com/articles/ejhg201747.pdf>; доступ 10 ноября 2021 г.)

Harper, 2017b — *Harper P. S. Lysenko and Russian Genetics: Reply to Wang & Liu // European Journal of Human Genetics.* 2017. Vol. 25. Pp. 1098.

Joravsky, 1986 — *Joravsky D. The Lysenko Affair.* The Univ. of Chicago press: Chicago-London. 1986. 474 P.

Roll-Hansen, 2005 — *Roll-Hansen N. The Lysenko Effect. The Politics of Science.* Humanity Books. 2005. 335 P.

Transformations of Lamarckism, 2011– *Transformations of Lamarckism. From Subtle Fluids to Molecular Biology /Eds. S.B. Gissis and E. Jablonka.* MIT Press. 2011. 480 P.

Wang, Liu, 2017 — *Wang Z., Liu Y. Lysenko and Russian Genetics: an Alternative View // European Journal of Human Genetics.* 2017. Vol. 25. Pp. 1097–1098.

Wang, Liu, Sun, 2017 — *Wang Y., Liu H., Sun Z. Lamarck Rises from his Grave: Parental Environment-Induced Epigenetic Inheritance in Model Organisms and Humans // Biological Reviews.* 2017. Vol. 92. Pp. 2084–2111.

Zmigrod, 2019 — *Zmigrod L. The Role of Cognitive Rigidity in Political Ideologies: Theory, Evidence, and Future Directions // Current Opinion in Behavioral Sciences.* 2019. Vol. 34. Pp. 34–39.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Решение требуется здесь и сейчас: феномен постнормальной науки¹

В книге Т. Куна «Структура научных революций», которая является одним из научных бестселлеров, наука и динамика ее развития анализируются, в частности, посредством категорий «нормальная, и «революционная» наука. Эти понятия прочно вошли в тезаурус не только философии, но едва ли не всех других наук. Казалось бы, они — крупными мазками — рисуют наиболее полную картину развития науки, имея в виду и ее классическую, и ее неклассическую стадию. Однако где-то к концу XX столетия понимание природы науки и возможностей научных предсказаний, особенно при умножающейся информации о том, что происходят заметные климатические изменения, обусловленные ростом промышленного производства, который вызывает постоянное потепление климата, это понимание стало обнаруживать пробелы, связанные с возможностью экстраполяции данных и прогнозов современной нам науки на не столько уж (по историческим масштабам) отдаленное будущее. Это будущее, которое затрагивает судьбу всего человечества и каждого человека, может быть отделено от сегодняшнего дня всего-то какими-то несколькими десятками лет, но его характер, содержание в значительной степени детерминируются решениями, которые выносятся и начинают претворяться в жизнь прямо сейчас. Способна ли нормальная наука в смысле Т. Куна, которая оперирует результатами в формате «здесь и сейчас», заглядывать с достаточной степенью надежности хотя бы на пару-тройку десятилетий вперед? Можем ли мы с уверенностью опираться на ее прогнозы, которые касаются медленно, но неуклонно зреющих проблем в области широкого спектра когнитивных исследований, экологической безопасности или климатических изменений, которые могут стать во весь рост в

¹ Расширенный журнальный вариант в соавторстве с В. Н. Порусом: Постнормальная наука: между Сциллой неопределенности и Харибдой политизации знания // Философия. Журнал ВШЭ. 2021. №4. С. 15–33.

обозримом, но не столь отдаленном будущем и которые зависят от наших решений, принимаемых в настоящий момент или которые необходимо принять безотлагательно (а можно и отложить и вообще не заметить важности потенциально опасной для будущего проблемы)?

Понятие постнормальной науки

С. Фунтович и Дж. Раветц в самом начале 1990-х годов ответили на эти вопросы отрицательно. Под углом зрения возможностей научного предвидения и потенциальных последствий результатов их использования в практической деятельности они разделили науки на три класса:

- а) последствия решений, касающихся развития *прикладных наук* и соответствующих им технологий на несколько лет вперед, довольно легко предвидеть и просчитать негативные факторы; неопределенность будущего здесь оценивается как минимальная;
- б) последствия решений, которые выносятся профессиональными экспертами на основании законов и положений, которые составляют *нормальную науку* (по Куну), могут касаться более отдаленного будущего; неопределенность будущего здесь следует оценить как более высокую; и если же речь идет об отдаленном будущем (несколько десятков лет) и решениях, которые должны или могут выноситься сегодня, то неопределенность будущего очень велика, а «ставки» в игре с природой (имея в виду климат или экологические проблемы) чрезвычайно высоки.
- в) решения, касающиеся отдаленного будущего, которые и должны составлять содержание постнормальной науки.

В данной ситуации нормальная наука едва ли не бессильна. Отдаленное будущее с его высокой неопределенностью, по мнению С. Фунтовича и Дж. Раветца, должно быть в фокусе внимания *постнормальной науки*, способной работать с ситуациями неопределенности и оценивать потенциальные риски принимаемых уже сегодня решений [Funtowicz, Ravetz, 1993, p. 741–743]. В основе этих оценок лежит принцип предосторожности (precaution principle), согласно которому ключевой принцип постнормальной нау-

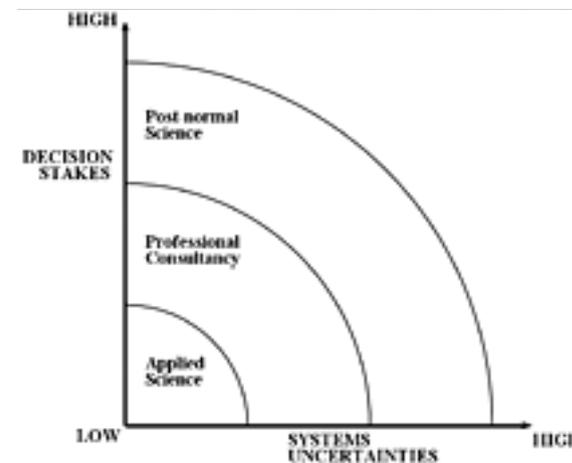


Рис. 1 Соотношение нормальной и постнормальной науки в плане рисков и неопределенности при принятии решений [Ravetz, 2004, p. 345]

ки по своему смыслу аналогичен важному принципу, принятому в медицинской практике — «не навреди», а наука, имеющая дело с отдаленным будущим, должна быть организована таким образом, чтобы в ее центре находился данный принцип и она обеспечивала бы прежде всего «устойчивое и безопасное» развитие общества, что с точки зрения методологии Т. Куна являлось бы сменой парадигмы в результате научной революции» [Ravetz, 2004, p. 344].

Пандемия ковида-19 заставила вновь вспомнить о постнормальной науке. Именно на такого рода науку Дж. Раветц в статье с многообещающим названием («Наука для достойного исцеления: постнормальная, а не новая нормальная наука») возлагает надежды на победу над коварным вирусным заболеванием и возвращение к стилю жизни, характерному для «доковидной» эпохи [Ravetz, 2020 web]. И в этом мнении он вовсе не одинок. К нему присоединяется почти дюжина крупных ученых [Post-normal pandemics...]

Постнормальная наука, как считают С. Фунтович и Дж. Раветц, в значительной степени должна преодолеть преимущественно редуционистские установки (сведение сложного к простому) нормальной науки и существенно пересмотреть процедуры экспертизы. Эти процедуры необходимо вынести за пределы узкого профессионального сообщества и включить в них широкие слои общества,

поскольку решения, принятые на фундаменте этих процедур, могут и будут фактически затрагивать эти слои (или все общество) в будущем, что будет означать демократизацию научной деятельности [Funtowicz, Ravetz, 1993, p. 742]. Данная мысль смыкается с содержанием идеи, известной как «трансдисциплинарность Мод 2».

Под научной трансдисциплинарностью Мод 2 имеются в виду ситуации, когда преодолеваются фундаментальные эпистемологические и методологические барьеры между дисциплинами и видами практической деятельности и образуется своего рода метаструктура, которая позволяет, преодолевая ограниченность дисциплинарно функционирующей науки, синтезировать и сочетать различные когнитивные стратегии и дискурсы, характерные и для науки, и для практики [Шольц, Киященко, Бажанов, 2015, 12–13]. Идея, связанная с трансдисциплинарностью Мод 2, не столь радикальна, как идея постнормальной науки, поскольку невозможно представить себе науку (включая науку будущего), которая бы посмела отказаться от апробированных эмпирических методов исследования, от способов аргументации, которые доказали и постоянно доказывают свою надежность и являются убедительными, хотя, разумеется, экстраполяция наличного знания на будущее не может не учитывать и высокую степень неопределенности положения вещей в будущем, и принципиальную неполноту нашего современного знания, которое не может не служить базисным для экстраполяции знания на будущие события и принятие соответствующих решений [Scholtz, 2011, p. 377]. Возникает правомерный вопрос и о степени надежности прогнозов, сделанных в контексте научной трансдисциплинарности Мод 2 [Weingart, 2008, p. 133; Hansen, 2009, p. 70–73]. Этот контекст предполагает существенное сокращение «дистанции» между доказавшими уровень своего профессионализма и обществом, которое знает о научных достижениях и реалиях разве что из популярной литературы или средств массовой коммуникации. Насколько более короткая дистанция между этими группами акторов способствует постижению истинного знания?

Если постнормальная наука *par excellence* связана с демократизацией научных экспертиз и претендует на новую парадигму, то на какие ее особенности, отличающие от нормальной науки, следовало бы прежде всего обратить внимание?

Постнормальная наука и перспективы демократизации знания

Поскольку неопределенность будущего в принципе не элиминируема, то это заставляет обращаться к методологии анализа систем повышенной сложности, а поэтому, как считают сторонники разработки постнормальной науки, главной задачей считается не достижение эфемерной истинности знания о будущем в традиционном понимании, а качество результата, которое должно быть достигнуто в процессе принятия решения [Kovacic, 2017, p. 81]. Такая когнитивная установка влечет за собой модификацию научного этоса, который предполагает деятельность в координатах, условно обозначенных неслучайно аббревиатурой TRUST — «доверие» [Konig, Borsen, Emmeche, 2016]. TRUST (Transparency, Robustness, Uncertainty management, Sustainability, Transdisciplinarity) предусматривает прозрачность, надежность, управление неопределенностью, устойчивость, трансдисциплинарность при анализе ситуаций и принятии качественных решений. Определенные исследования и решения, которые соответствуют замыслу постнормальной науки, уже отвечают требованиям TRUST [Dankel, Vaage, Sluijs, 2017].

Вне всякого сомнения, ученому, который придерживается канонов нормальной (традиционной) науки, крайне непривычно замечать результат исследования в виде получения объективно-истинного знания знанием, которое может обеспечить лишь качество решения, относящегося к будущим событиям. Возникает вопрос о том, «каков удельный вес науки в постнормальной науке» и каковы средства контроля за качеством решения? [Karpinska, 2018, p. 346–348]. Такого рода когнитивные сдвиги должны быть глубокого осмыслены, поскольку здесь истина как бы отодвигается в сторону в пользу приоритета политического решения, которое может быть и волюнтаристским, и вовсе не оптимальным, несмотря на демократический путь его выработки [Satelli, Giampietro, 2017, p. 63–64]. Общество оказывается зажатым в тисках между риском принятия или непринятия некоторого решения; между безопасностью или, напротив, опасностью, которая кроется в действии или бездействии. Расширение экспертного сообщества до всего общества в целом вряд ли может понизить риск принятия неверного,

неэффективного решения, хотя и может придать ему статус более легитимного. С функциональной точки зрения вероятность эффективного решения повысится в том случае, если научные учреждения, занятые и фундаментальной наукой, и новыми технологиями, и административные органы, ответственные за решения, будут максимально координировать свои действия. В противном случае ученые с их знаниями в условиях дискуссии в социуме по поводу важного решения оказываются в центре политически насыщенного всенародного обсуждения, в котором сталкиваются лоббисты тех или иных промышленно-экономических групп и соответствующих интересов с их специфической риторикой и методами привлечения на свою сторону неопределившихся страт населения [Kastenhofer, 2011, p. 326]. Особенно остро это может касаться проблем экологии, поскольку любое расширение производства не может не влиять на состояние окружающей среды и часто предполагает деятельность сил, которые можно оценить в терминах антагонизма. В такого рода ситуациях повышается вероятность решений, которые увеличивают градус неопределенности планируемых действий [Wesselink, Норре, 2011, p. 392]. При этом, чем более демократично общество, тем оно больше озабочено именно экологическим состоянием среды своего обитания [Carayannis, Campbell, Grigoroudis, 2021].

В любом случае такого рода решение в концентрированном виде будет отражать не компромисс, достигнутый в процессе научного анализа и обсуждения проблемы, а экстранаучные цели и принимаемые во внимание факторы.

Апелляция к тому, что постнормальная наука может довольно жестко коррелировать с наступившей (или только наступающей?) эрой *постправды*, не вносит ясность в проблему оценки статуса постнормальной науки как науки, готовой предложить выверенные решения для обеспечения безопасного и достаточно определенного в своих контурах будущего.

Замена постнормальной науки так называемой гражданской наукой (citizen science) проблему обеспечения благополучного будущего не решает. Тем более что провозглашаемые ключевые принципы «гражданской науки»: вовлечение народных масс в научные исследования, преследование взаимной пользы и для науки, и для общества, обеспечение обратной связи между наукой и обществом, признание наукой ценности вклада общества в экс-

пертизу проектов, возможность граждан принимать участие во всех стадиях научного исследования и т. д. [Peters, Besley, 2019, p. 1301] — фактически проблему не решают, а лишь ее излагают в несколько отличных от постнормальной науки и трансдисциплинарности Мод 2 терминах. Суть же сохраняется.

Итак, если иметь в виду магистральный путь развития науки, который восходит еще к Античности, то это путь получения объективно-истинного знания, осознания пределов знания, его неполноту и относительность в каждый конкретный период, то, думается, и постнормальная наука вряд ли может строиться без учета данного обстоятельства. А это значит, что по-прежнему на повестке дня стоит накопление знания, его критическая оценка, пересмотр в результате проб и ошибок, коррекция в свете новых данных. В этом смысле нельзя не согласиться с мыслью о том, что, например, «развитие математики — это политическая власть» [Keitel, Vithal, 2008, p. 170], поскольку от уровня развития математического образования (и математики в целом) в государстве в конечном счете зависит и экономический, и научный, и культурный, а следовательно, и военный потенциал этого государства. Постнормальная наука будущего, как и нормальная наука настоящего и прошлого без серьезной математики обойтись не в состоянии. В сфере когнитивных исследований данное обстоятельство осознается в полной мере. Столь актуальная для этих исследований (как и современной науки в целом) проблема воспроизводимости результатов научного поиска заставляет обратить пристальное внимание на феномен постнормальной науки.

Литература

Шольц, Киященко, Бажанов, 2015 — Шольц, Р. В., Киященко, Л. П., Бажанов, В. А. Введение. Дорожная карта трансдисциплинарности. Трансдисциплинарность в философии и науке: подходы, проблемы, перспективы / Ред. В. А. Бажанов, Р. В. Шольц. — М.: Навигатор. 2015. — С. 11–27.

Carayannis, Campbell, Grigoroudis, 2021 — Carayannis E. G., Campbell D. F.J., Grigoroudis E. Democracy and the Environment: How Political Freedom is Linked with Environmental Sustainability // Sustainability. 2021. Vol. 13. Article 5522.

Dankel, Vaage, Sluijs, 2017 — Dankel D.J., Vaage N.S., van der Sluijs J.P. Post-Normal Science in Practice // Futures. 2017. Vol. 91. Pp. 1–4.

Funtowicz, Ravetz, 1993— *Funtowicz S., Ravetz J.R.* Science for the Post-Normal Age // *Futures*. 1993. Vol. 25. Pp. 735–755.

Hansen, 2009 — *Hansen J.* Mode 2, System Differentiation and the Significance of Politico-Cultural Variety // *Science, Technology and Innovation Studies*. 2009. Vol. 5(2). Pp. 67 — 85.

Karpinska, 2018 — *Karpinska A.* Post-Normal Science. The Escape of Science: from Truth to Quality? // *Social Epistemology*. 2018. Vol. 32. No 5. Pp. 338–350.

Kastenhofer, 2011— *Kastenhofer K.* Risk Assessment of Emerging Technologies and Post-Normal Science // *Science, Technology, and Human Values*. 2011. Vol. 36(3). Pp. 307–333.

Keitel, Vithal, 2008 — *Keitel C., Vithal R.* Mathematical Power as Political Power — The Politics of Mathematics Education // *Critical Issues in Mathematics Education* / Eds. Clarkson P., Presmeg N. Springer. 2008. Pp. 167–188.

Konig, Borsen, Emmeche, 2017 — *Konig N., Borsen T., Emmeche C.* The Ethos of Post-Normal Science // *Futures*. 2017. Vol. 91. — Pp. 12–24.

Kovacic, 2017 — *Kovacic Z.* Investigation Science for Governance Through the Lens of Complexity // *Futures*. 2017. Vol. 90. Pp. 80–83.

Peters, Besley, 2019 — *Peters M.A., Besley T.* Citizen science and post-normal science in a post-truth era: Democratising knowledge; socialising responsibility // *Educational Philosophy and Theory*. 2019. Vol. 51. Pp. 1293–1303.

Ravetz, 2004 — *Ravetz J.* The post-normal science of precaution // *Futures*. 2004. Vol. 30. Pp. 347–357.

Post-Normal Pandemics — *Post-Normal Pandemics: Why COVID-19 Requires a New Approach to Science* <https://steps-centre.org/blog/postnormal-pandemics-why-covid-19-requires-a-new-approach-to-science> (доступ 10 ноября 2021 г.).

Ravetz, 2020 — *Ravetz J.* Science for a proper recovery: post-normal, not new normal. 2020, June 19. <https://issues.org/post-normal-science-for-pandemic-recovery> (доступ 30 мая 2021 г.).

Satelli A., Giampietro, 2017 — *Satelli A., Giampietro M.* What is wrong with evidence based policy, and how can it be improved? // *Futures*. 2017. Vol. 91. Pp. 62–71.

Scholtz, 2011 — *Scholtz R.W.* Environmental literacy in science and society: from knowledge to decisions. Cambridge: Cambridge University press. 2011.

Weingart, 2008 — *Weingart P.* How robust is “socially robust knowledge”? // *The challenge of the social and the pressure of practice: science and values revisited* / Eds. Carrier M., Howard D., Koutany J. Pittsburgh: University of Pittsburgh press. 2008. Pp. 131–145.

Wesselink, Hoppe, 2011 — *Wesselink A., Hoppe R.* If post-normal science is the solution, what is the problem? The politics of activist environmental science // *Science, Technology, and Human Values*. 2011. Vol. 36(3). Pp. 389–412.

РЕЗЮМЕ

Введение

Развитие когнитивных исследований и прежде всего *культурной нейронауки* поставило проблему синтеза парадигм натурализма и социоцентризма, которые активно применяются в изучении целостной системы «социум — мозг — культура». Ранее эти парадигмы считались несовместимыми, но открытие феноменов нейродетерминации культуры и аккультурации мозга, переплетения естественных и социальных траекторий развития человека, особенностей генкультурного взаимодействия придают этой проблеме особую актуальность, причем с точки зрения эпистемологии и философии науки в разработке данной проблемы делаются лишь первые шаги. Каковы механизмы нейродетерминации культуры и аккультурации мозга, как эти механизмы, а также генкультурные взаимодействия влияют на когнитивные способности человека? В какой мере они определяют границы деантропологизации знания? Как пластичность мозга связана с его когнитивным потенциалом? Почему в современной нейронауке принято говорить о реализации кантрианской программы исследования мозга? Как эта программа может быть проинтерпретирована под углом зрения синтеза натурализма и социоцентризма? На все эти ключевые вопросы с позиций идеи биокультурного со-конструктивизма предполагается дать определенные ответы, которые могут быть полезными в широком диапазоне инновационных решений — от разработки систем искусственного интеллекта, моделей нейронных сетей и нейрокомпьютинга до методов реабилитации в случае некоторых психосоматических расстройств.

Раздел 1. КАНТИАНСКИЕ МОТИВЫ В НАУКЕ О МОЗГЕ

Глава 1. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОНАУКИ: ПРИСЛУШИВАЯСЬ К И. КАНТУ

В главе 1 предпринимается попытка рассмотреть причины, согласно которым развитие когнитивных исследований и прежде всего нейронауки проходит в контексте идей И. Канта об априоризме, переосмысленных с позиций современной науки. Отмечается, что на эти исследования как в гражданской, так и военной областях выделяются значительные средства, поскольку их результаты напрямую затрагивают перспективы создания искусственного интеллекта, анализ больших данных, существенный прогресс в лечении различных психических и психологических патологий. Подчеркивается, что в настоящее время особое значение придается эвристически насыщенной идее И. Канта об активности сознания и субъекта познания, которая заключена в его учении об априоризме, причем были найдены убедительные онтогенетические основания этой идеи. Обращается внимание, что при моделировании нейронных процессов, которые задействованы в механизмах прогнозирования характера поведения субъекта, применяются представления, формализованные в теореме Т. Байеса, что позволяет в нейронауке дополнить модель «кантовского» мозга, элементами мозга «байесовского». Обосновывается, что концепция биокультурного со-конструктивизма, связывающая процессы взаимовлияния активности мозга, культуры и социума, позволяет говорить о том, что представители различных цивилизаций, вообще говоря, имеют различные когнитивные установки (аналитические и холистические системы мышления), которые коррелируют с плотностью определенных генов в их ареалах и, таким образом, в фокусе анализа оказываются системы генкультурных взаимодействий. Все это ставит вопрос о границах деантропологизации человеческого знания.

ГЛАВА 2. АБСТРАГИРОВАНИЕ И АБСТРАКЦИИ В КОНТЕКСТЕ НЕЙРОНАУКИ

В главе показано, что интерпретация процесса абстрагирования и использование различных абстракций соответствуют тенденциям, связанным с натуралистическим поворотом в современных когнитивных исследованиях и нейронауке. Поскольку логика оперирования абстракциями предполагает не просто акты отвлечения от несущественных деталей предмета, но и пополнение образа за счет идеализации, наделение предмета, вообще говоря, отсутствующими у него свойствами, то абстракция выражает не только активность познающего субъекта, но факт «замыкания» этой активности на определенного рода онтологии. Последняя — в духе идеи априоризма И. Канта — является функцией эпистемологических установок и характера деятельности субъекта. Поэтому в контексте современных исследований в нейронауке можно говорить о деятельностном типе трансцендентализма. Эффективным инструментом порождения абстракций выступает метафора, которая, с одной стороны, позволяет вписать объект анализа в более или менее привычный контекст, а с другой — продуцирует новые абстракции. Натуралистические тенденции проявляются и в том, что, как эмпирически установлено, абстрагирование возбуждает определенные нейронные сети мозга, причем абстрактные и конкретные понятия «обрабатываются» различными частями мозга. Если иметь в виду наличие абстракций различного уровня, то могут возбуждаться не только сети нейронов, но даже и отдельные нейроны (называемые «концептуальными»). Возбуждение нейронных сетей связано с пониманием смысла некоторых понятий, но в то же время активность этих сетей предполагает «препарирование» реальности под некоторым углом зрения, задаваемом в общем случае целями, установками и деятельностью субъекта.

Раздел 2. НЕЙРОНАУКА И МАТЕМАТИКА

Глава 3. ПРИРОДА МАТЕМАТИКИ ПОД УГЛОМ ЗРЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе предпринимается попытка пролить свет на источники математики как науки, ее концептуальный фундамент и «несущие» конструкции. Показывается, что исходная точка развития математики относится к феномену «чувства числа» (numerosity, процедура субитации), благодаря которому у живых существ возникает возможность симультанно воспринимать и различать небольшие количества предметов. У человека функционируют две когнитивные системы, связанные с математическими способностями, одна из которых предполагает приближенную и несимволическую оценку количеств, а другая — символический и языковой формат представления числовой информации. Сложные математические конструкции строятся на базе простейших операций, которые обеспечиваются этими системами. Проводится мысль о том, что ряд эмпирических фактов, обнаруженных в современной нейронауке, касается продолжительной дискуссии между реализмом (платонизмом) и антиреализмом (номинализмом) в философии математики. Эта дискуссия непосредственно затрагивает природу и основания математического знания. Особенности математического познания становятся целью эмпирических исследований в нейронауке, а полученные результаты говорят о перспективности понимания природы математики в духе антиреализма (формирование базисных математических понятий в контексте человеческой деятельности). Обосновывается ключевая роль культуры в становлении и развитии математического мышления, которое оказывает обратное существенное влияние на прогресс культуры. Указывается на важность осмысления «чувства числа» как фундамента математического познания в терминах кантианской исследовательской программы в современной нейронауке и представлений, близких к интуиционизму Л. Э. Я. Брауэра.

Глава 4. ЧИСЛОВОЕ ПОЗНАНИЕ В КОНТЕКСТЕ КОГНИТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе ставится проблема анализа феномена числового познания (numerical cognition) под углом зрения биокультурного со-конструктивизма. Проводится мысль, что этот феномен представляет собой социокультурный артефакт, в своих основаниях имеющий онтогенетическую природу, универсальную для живых существ и сформированную длительной эволюцией и их адаптацией к окружающей среде. В зависимости от ряда социальных и культурных условий, а также вида доминирующей деятельности можно разделить на числовые и нечисловые. Показывается, что приобретение способности оперировать числами открывает перед человеческими сообществами перспективы экономического прогресса и тонкой настройки своих когнитивных механизмов, которые в определенной степени завязаны на социокультурные и лингвистические особенности развития этих сообществ. Социокультурные факторы, которые играют важную роль в обучении математике и совершенствовании математического мышления у представителей различных цивилизаций, накладывают отпечаток на локализацию и активность нейроструктур. Определенный отпечаток оставляет и язык, на котором осуществлялось начальное математическое образование. Обращается внимание на то, что для более эффективного обучения математике в методологии и методике образовательного процесса целесообразно учитывать специфику числового познания в различных культурах.

Глава 5. ЧИСЛО И КАНТИАНСКАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ПРОГРАММА В СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОНАУКЕ

В главе предпринимается попытка рассмотреть кантианскую исследовательскую программу в современной нейронауке в той ее части, которая касается репрезентации «числа» и механизмов обработки числовой информации нейроструктурами. Показывается, что идеи И. Канта об априорном характере определенных математических категорий, связанных со статусом пространства и времени (геометрия и арифметика), которые были подвергнуты сомнению

в результате открытия неевклидовых геометрий, оказались в высшей степени востребованными и переосмысленными в результате интенсивного прогресса современной когнитивной нейронауки. Открытие явления субитации, «чувства числа» и «чувства места» (имея в виду навигационную систему мозга) заставило вспомнить о давних кантианских утверждениях, касающихся некоторых априорных конструкций математики. Онтогенетические основания такого рода явлений, их обусловленность особенностями функционирования мозга показывают вовсе не метафорический, а стратегический характер исследований в современной нейронауке, которые принято называть «кантианской исследовательской программой». В контексте данной программы также выяснилось, что в случае живых систем можно говорить об их протоарифметических задатках, а в случае человека — математических способностях, которые в значительной степени независимы от языка, а их планомерное развитие с раннего возраста заметно повышает вероятность успешной математической деятельности в будущем. Обращается внимание на взаимобусловленность активности развивающегося мозга, социального и культурного контекстов, которые налагаются друг на друга и взаимодействуют в процессе аккультурации мозга и нейродетерминации культуры. Такого рода взаимодействие подводит к мысли о возможности введения представлений о трансцендентализме деятельностиного типа.

Раздел 3. НЕЙРОНАУКА И МУЗЫКАЛЬНОЕ ТВОРЧЕСТВО

Глава 6. МУЗЫКА ПОД УГЛОМ ЗРЕНИЯ БИОКУЛЬТУРНОГО СО-КОНСТРУКТИВИЗМА

Под углом зрения концепции биокультурного со-конструктивизма в статье анализируется феномен музыкально-слухового восприятия и показывается, что культура возбуждает определенные музыкально-художественные слуховые паттерны, закрепленные в структурах мозга, которые играют важную роль в когнитивных процессах, связанных с музыкальным творчеством, и оказываются важными компонентами целостной системы «мозг — социум — культура», особенно на начальных этапах развития человека. Здесь эти паттерны играют роль предъязыка в процессе онтогенеза. Они же выступают предпосылками восприятия и препарирования реальности, понимание природы и механизмов функционирования которых возможно в формате прочтения идей И. Канта об априоризме в контексте современной нейронауки, имея в виду трансцендентализм деятельностиного типа.

Глава 7. ОПЫТ АНАЛИЗА ФЕНОМЕНА МУЗЫКАЛЬНОСТИ С ПОЗИЦИЙ СОВРЕМЕННОЙ НЕЙРОНАУКИ

С позиции методологии биокультурного со-конструктивизма анализируется феномен музыкальности, которая понимается как совокупность интонационно-ритмических устойчивых структур, способных выступать уже в процессе нейрогенеза предикторами ряда когнитивных способностей. Этот феномен может претендовать на статус универсалии человеческого бытия, поскольку является неотъемлемым нейрофизиологическим фактором формирования аналитических, вербально-логических и лингвистических компонент мышления. Анализ числовой природы ритмической компоненты

врожденных онтогенетических структур дает возможность высказать предположение об основаниях единства художественных, протоматематических и математических когнитивных способностей в процессе онтогенеза. Показывается, что синхронизация, выражающаяся в резонансе (или асинхронизации) ментальных процессов на уровне нейронных систем, в которых генетически «настроены» представления о красоте, связана со статусом золотого сечения и числами Фибоначчи в качестве основания и индикаторов гармонических соотношений природы, человека, некоторых особенностей его когнитивного потенциала, эстетического восприятия и формирования музыкальных вкусов. Это, в свою очередь, является аргументом в пользу числовой природы музыки как элемента когнитивной активности, связанного с самоорганизацией ментальных систем, в поле которых функциональные и структурные паттерны золотого сечения выполняют роль одной из фундаментальных созидательных и гедонистических компонентов. В статье обосновывается коррелятивная взаимосвязь гармонии и золотого сечения в контексте поиска оснований оптимального функционирования живых систем. Характер этой взаимосвязи говорит в пользу необходимости концептуального обогащения методологии в области современных когнитивных исследований, которая сопряжена с пересмотром фундаментальных понятий и установок, отличающих редукционизм, в пользу холизма, соотношения интуитивных и дискурсивных компонентов познавательного процесса.

Раздел 4. ИПОСТАСИ СОЦИОЦЕНТРИЗМА — ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И КОГНИТИВНЫЕ ЛОВУШКИ: НЕЙРОНАУКА, ЭПИГЕНЕТИКА, ГЕНЕТИКА

Глава 8. МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИНЦИПА КЮРИ ДЛЯ СОЦИАЛЬНЫХ НАУК

В главе обсуждается возможность экстраполяции принципа Кюри, принятого в физике, на область социальных наук и его использования в качестве методологического регулятора. Физический принцип Кюри говорит о том, что при внешнем воздействии кристалл изменяет свою симметрию таким образом, что сохраняет лишь элементы симметрии, общие с элементами симметрии внешнего воздействия. Возможно ли по аналогии распространить действие принципа Кюри и по отношению к социальным наукам? Не предполагает ли концепция социоцентризма выполнение принципа Кюри и в этом случае? Если допустить такую возможность, то в силу каких оснований? И каков эвристический потенциал такого рода экстраполяции физического по своей природе принципа на социальную реальность? Мы приводим аргументы в пользу возможности распространения принципа Кюри *mutatis mutandis* на социальные науки, которые фактически уже опирались в своей методологии на этот принцип. Особенно убедительно в пользу такого решения свидетельствует становление и развитие в постеномную эру эпигенетики. Роль симметрии здесь играют параметры, характерные для социальной реальности (культуры). Под углом зрения принципа Кюри картина становления личности, нарисованная в духе редукционизма, характерного для эпохи господства представлений о геноме, сменяется картиной, тяготеющей уже к жанру холизма, когда мозг, личность, культура и социум представляются как единое целое, пронизанное множеством детерминирующих все эти элементы связей в

рамках целостной системы. Благодаря им развивающийся мозг претерпевает процесс аккультурации и преобразования в социальный мозг в контексте его культурной детерминации. Такого рода методологическая установка оказывается важной для осмысления феноменов с позиций постгеномной эры.

Глава 9. МАРКСИЗМ И ВУЛЬГАРНЫЙ СОЦИОЦЕНТРИЗМ. ПАРАДОКСЫ МАРКСИСТСКОЙ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ

В главе анализируется ключевой принцип марксизма (марксизма-ленинизма) — принцип практики, который в области гносеологии функционирует в качестве критерия истины, а также установка на понимание сущности личности и иных общественных явлений, которая формируется исключительно определенной социально-экономической реальностью (вульгарный социоцентризм). В операциональном смысле принцип практики фактически интерпретируется как принцип единства теории и практики. Показывается, что прежде всего, благодаря природе властных отношений в тоталитарных политических режимах, при осмыслении особенностей реализации этого принципа в условиях идеологизированной науки возникает парадокс, который выражается в том, что на уровне практической деятельности (теоретический) принцип единства теории и практики в качестве критерия истины в силу действия эффекта «эхо-камер» отодвигался в область периферии. Этот эффект в течение десятилетий позволял развиваться ненаучным концепциям, которые обещали существенные практические результаты, но долгое время оказывались фактически бесплодными. Вульгарный социоцентризм (социологизм) подпитывал феномен идеологизированной науки, фактически активно пытался подавить натуралистические установки в биологии и препятствовал конструктивной реализации принципа практики. Данная ситуация разбирается на примере «мичуринской биологии» Т. Д. Лысенко, и предлагается объяснение феномену его долгожительства в качестве наиболее влиятельной фигуры в советской биологии. Рассматриваются причины, которые позволяли теоретическим концепциям Т. Д. Лысенко в условиях постоянных ис-

пытаний в сельском хозяйстве существовать без какого-либо заметного практического подтверждения в течение ряда десятилетий. На основании проведенного анализа делается вывод о том, в условиях идеологизированной науки критерий научности в виде требования воспроизводимости эксперимента выносятся в область периферии методологического сознания.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ РЕШЕНИЕ ТРЕБУЕТСЯ ЗДЕСЬ И СЕЙЧАС: ФЕНОМЕН ПОСТНОРМАЛЬНОЙ НАУКИ

В заключительном разделе предпринимается попытка осмыслить правомерность, достоинства и недостатки идеи «постнормальной» и «гражданской науки» с точки зрения их потенциала для стратегических решений. Обсуждается природа и эпистемологический статус «постнормальной» и «гражданской» науки, их возможная роль в принятии политических решений в ситуациях значительной неопределенности будущего (что особенно характерно для экологии). Выражается мнение, что по-прежнему важна апелляция к традиционным критериям рациональности, носителем и проводником которых выступают именно ученые, работающие согласно нормам и установкам «нормальной» науки. В то же время, несмотря на трансдисциплинарный характер проблем и формат принятия решений, находящихся в сердцевине постнормальной науки, политическая субъектность современной науки не может считаться полноценной. Политическая субъектность в имитационном политическом климате не может являться целью и ценностью науки. Однако это стремление имеет теоретический и практический смысл как составная часть поступательного движения к гражданскому обществу и демократии.

SUMMARY

CULTURAL BRAIN – NEUROSCIENCE – MATHEMATICS. FOLLOWING THE LEGACY OF I. KANT

INTRODUCTION

The development of cognitive studies and, first of all cultural neuroscience posed the problem of synthesizing the paradigms of naturalism and sociocentrism, which are actively used in studying the holistic system “society-brain-culture”. Previously, these paradigms considered incompatible, but the discovery of the phenomena of neural determination of culture and acculturation of the brain, the intertwining of natural and social trajectories of human development, the peculiarities of gene-cultural interaction make this problem especially actual. From the point of view of epistemology and philosophy of science, this study made only the first steps. What are the mechanisms of neural determination of culture and brain acculturation, how do these mechanisms, as well as gene-cultural interactions affect the cognitive abilities of a person? To what extent do they define the boundaries of the deanthropologization of knowledge? How is the plasticity of the brain associated with its cognitive potential? Why in modern neuroscience it is customary to talk about the realization of the Kantian program of brain research? How can this program assess in terms of the synthesis of naturalism and sociocentrism? All these key questions from the standpoint of the idea of biocultural co-constructivism are supposed to give certain answers that can be useful in a wide range of innovative solutions — from the development of artificial intelligence systems, models of neural networks and neurocomputing to rehabilitation methods in the case of some psychosomatic disorders.

Part 1. KANTIAN MOTIVES IN MODERN NEUROSCIENCE

CH. 1. TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MODERN NEUROSCIENCE: FOLLOWING I. KANT’S PATH

The chapter considers the reasons according to which the development of cognitive research and, first of all, neuroscience is taking place in the context of reinterpreted from the standpoint of modern science Kant’s ideas on apriorism. We claim that significant sums of money are spending to provide these studies in both civil and military areas, for their results directly affect the prospects for creating artificial intelligence, the analysis of big data, and important progress in the treatment of various mental and psychological pathologies. It is emphasized that nowadays special attention is paid to Kant’s heuristically rich idea related to the activity of consciousness and the subject of cognition, which is contained in his teaching on apriorism. This idea has ontogenetic foundation. Attention is drawn to the fact that when modeling the neural processes that are involved in the mechanisms of predicting the behavior of a subject, concepts formalized in T. Bayes’ theorem are used, which allows the neuroscience to expand the “Kantian” brain model with a Bayesian one. We assume that the concept of biocultural constructivism, which connects the processes of mutual influence of brain activity, culture and society, suggests that representatives of different civilizations have different cognitive strategies (analytical and holistic thinking systems) that correlate with the density of certain genes within their limits and thus, gene-cultural interaction systems emerge. All this put forward the question of the boundaries of the de-anthropologization of human knowledge.

Ch. 2.
**ABSTRACTION THROUGH THE LENS
OF NEUROSCIENCE**

The interpretation of the abstraction process and the use of various abstractions are consistent with the trends associated with the naturalistic turn in modern cognitive and neural studies. Logic of dealing with abstractions presupposes not only acts of digress from the insignificant details of the object, but also the replenishment of the image due to idealization, endowing the object with properties that are absent from it. Thus, abstraction expresses not only the activity of the subject but the fact of “locking” this activity on a certain kind of ontology as well. The latter, in the spirit of Kant’s apriorism, is a function of epistemological attitudes and the nature of the subject’s activity. Therefore, in the context of modern neuroscience, we can mean the transcendentalism of activity type. An effective tool for comprehension of abstractions making and development is a metaphor, which, on the one hand, allows submerge the object of analysis into a more or less familiar context, and on the other hand, it may produce new abstractions. Naturalistic tendencies manifested in the fact that empirically established abstractions activate certain neural brain networks, and abstract and concrete concepts are “processed” by various parts of the brain. If we keep in mind the presence of different levels abstractions then not only neural networks but even individual neurons (called “conceptual”) can be excited. The excitation of neural networks is associated with understanding the meaning of some concepts, but at the same time, the activity of these networks presupposes the “dissection” of reality due to a certain angle, determined in the general case by goals, attitudes and concrete practices of the subject.

Part 2.
NEUROSCIENCE AND MATHEMATICS

Ch. 3.
**THE NATURE OF MATHEMATICS THROUGH
THE LENS OF COGNITIVE RESEARCH**

The article has the goal to shed light on the sources of mathematics as a science, its conceptual foundation and “scaffolding” constructions. We claim that the starting point of the development of mathematics refers to the phenomenon of “numerosity”, which enables living beings instantly perceive and distinguish small quantities of objects. A person has two cognitive systems associated with mathematical abilities, one of which involves an approximate and non-symbolical evaluation of quantities, and another symbolic and linguistic format for presenting digital information. Complex mathematical structures formed as the result of the simplest operations that provided by these systems. Quite a number of empirical facts revealed in modern neuroscience relate to a durable discussion between Realism (Platonism) and Anti-Realism (Nominalism) in the philosophy of mathematics. This discussion has a direct impact on the comprehension of nature and foundations of mathematical knowledge. The results of empirical studies in the neuroscience of the traits of mathematical cognition speak in favor of understanding the nature of mathematics in the line of Anti-Realism, which insists on the emergence and making of basic mathematical concepts within the context of human activity. The author stresses the key role of culture in the emergence and development of mathematical thinking, which has the opposite significant effect on the progress of culture. The importance of comprehension of the “sense of number” phenomenon a foundation of mathematical knowledge in terms of the Kantian research program in modern neuroscience and ideas close to intuitionism of L.E.J. Brouwer stressed.

Ch. 4. NUMERICAL COGNITION IN COGNITIVE RESEARCH PERSPECTIVE

The article poses the problem of analyzing the phenomenon of numerical cognition from the point of view of biocultural co-constructivism. The idea put forward that this phenomenon we should study as a sociocultural artifact, in its foundations having an ontogenetic nature, universal for living beings and formed by a long evolution and their adaptation to the environment. Depending on a certain social and cultural conditions, the nature of dominant activity the cultures are divided into numerical and non-numerical. We suggest that the acquisition of the ability to operate with numbers opens up human communities the prospects for economic progress and fine-tuning of their cognitive mechanisms, which are to some extent relate to the sociocultural and linguistic features of the development of these communities. Socio-cultural factors that play an important role in teaching mathematics and improving mathematical skills among representatives of various civilizations leave their imprint on the localization and activity of neural structures. A certain imprint leaves the language in which the initial mathematical education as well. Attention paid to the fact that for more effective teaching of mathematics in the methodology and technique of the educational process, it is advisable to take into account the specifics of numerical knowledge acquisition in various cultures.

Ch. 5. THE NUMBER AND THE KANTIAN RESEARCH PROGRAM IN MODERN NEUROSCIENCE

The article presents the attempt to consider the Kantian research program in modern neuroscience in its part, which relates to the representation of the “number” and the mechanisms for processing numerical information by neural structures. We claim that Kantian ideas about the a priori nature of certain mathematical categories related to the status of space and time [geometry and arithmetic], which were subjected to doubt as a result of the discovery of non-Euclidean geometries, proved to be highly demanded and reassessed as a result of the intensive progress of modern cognitive and cultural neuroscience. The discovery of the

subitizing phenomena, “sense of number” and “sense of place” (analogous to the navigation system of the brain) push us to recall the old Kantian judgments concerning certain a priori constructions of mathematics. The ontogenetic foundations of such phenomena, their conditionality by the features of the functioning of the brain, reveal not the metaphorical, but the strategic nature of the Kantian research program in modern neuroscience. In the context of these studies, it also turned out that in the case of living systems, one can speak about their proto-arithmetic traits, and in the case of humans, mathematical abilities that are largely independent of the language, and their systematic development from an early age significantly increases the likelihood of successful mathematical activity in future. Attention drawn to the interdependence of the activity of the developing brain, social and cultural contexts, which intersects and expressed in the process of acculturation of the brain and vice versa — neural determination of culture. This kind of interaction support the idea of the possibility of expanding original Kantian idea and introducing the idea related to the transcendentalism of the activity type.

Part 3. NEUROSCIENCE AND MUSICAL ART Ch. 6. MUSIC FROM THE PERSPECTIVE OF BIOCULTURAL CO-CONSTRUCTIVISM

From the point of biocultural co-constructivism concept, the article deals with the phenomenon of musical auditory perception. The main claim concern with culture excites certain musical and artistic auditory patterns in brain structures due to play a crucial role in cognitive processes associated with musical creativity and turns out to be important components holistic system “brain — society — culture” especially in the initial stages of human development. These patterns play the role of pre-language in the process of ontogenesis. They act as prerequisites for the perception of reality, the understanding of nature and functioning mechanisms of which are possible in the format of I. Kant’s ideas related to a priori in the context of modern neuroscience, bearing in mind the transcendentalism of the activity type as well.

We claim the crucial role of musical-auditory imprinting in the process of accumulation of initial musical-auditory associations — genetically prewired programs. We suggest that musical auditory imprinting explains the formation of ethnic musical modules, as well as primary musical auditory preferences. We discuss the nature of innate neural mechanisms that provide, when perceiving sound intonations, interaction with the accumulated supply of musical auditory intonations of the language, genetically innate programs — a kind of “implicit knowledge” with prosodic and musical intonations of certain ethnic group. These innate neural mechanisms that make possible not only to realize belonging to a certain ethnic group but to interpret music as a mechanism of a meaningful and “directed” cognitive process that shapes a person as a representative of a certain culture as well. We provide arguments for the key thesis of modern neuroesthetics, according to which it is the musical abilities of a person from the whole set of types of artistic abilities that largely determine the degree of effectiveness of the work of intelligence, as well as almost all of cognitive functions.

**Ch. 7.
THE ATTEMPT OF ANALYZING
THE PHENOMENON OF MUSICALITY THROUGH
THE ANGLE OF MODERN NEUROSCIENCE**

Through the biocultural co-constructivism methodology, the paper analyzes the musicality, which understood as a set of intonation-rhythmic patterns within the process of a certain number of cognitive traits neurogenesis. We claim this phenomenon has the status of a universal of human existence, which is an integral neurophysiological factor in the formation of analytical, verbal-logical, and linguistic components of reasoning. Analysis of the numerical nature of the rhythmic component of innate ontogenetic structures makes it possible to show the general points of growth of artistic, proto-mathematical and mathematical cognitive abilities in the process of ontogenesis. We argue that synchronization, which is expressed in resonance (or asynchronization) of mental processes at the level of neural systems, in which ideas about beauty are genetically “tuned”, are associated with the status of the golden ratio and Fibonacci numbers. The processes of synchronization we can assess as indicators of

the harmonious relationships of nature, humans, and particular features of cognitive potential, aesthetic perception, and the formation of musical tastes. It may be considered as an argument in favor of the numerical nature of the music is being a relatively autonomous cognitive activity in the process of self-organization of mental systems, in the field of which the functional and structural patterns of the golden ratio play the role of the fundamental creative and hedonistic components. We discuss the correlative relationship between harmony and the golden section in the context of the quest for the factors of optimality of the functioning of physiological parameters of living systems. The nature of this relationship speaks in favor of the conceptual enrichment of the methodology in the field of modern cognitive research, which is associated with a revision of the reductionist type fundamental concepts and attitudes towards holism, the ratio of the intuitive and discursive components of the cognitive process.

**PART 4.
HYPOSTASES OF SOCIOCENTRISM —
HEURISTIC MEANING
AND COGNITIVE BIASES: NEUROSCIENCE,
EPIGENETICS, GENETICS**

**Ch. 8.
METHODOLOGICAL IMPLICATIONS OF THE
CURIE PRINCIPLE FOR THE SOCIAL SCIENCES**

The article addresses the possibility of extrapolation of the Curie principle, working in physics, to the social sciences. The physical in nature Curie principle claim that due to an external effect the crystal changes its symmetry in such a way that it retains only the elements of symmetry common with the elements of symmetry of the external influence. Is it possible, by analogy, to extend the effect of the Curie principle in relation to the social sciences? Does the concept of sociocentrism imply the fulfillment of the Curie principle in relation to the social sciences? If we admit this possibility, then what arguments are in favor of this decision?

What is the heuristic potential in this kind of extrapolation of the physical in nature principle on social reality? We argue in favor of the possibility of extending the Curie principle *mutatis mutandis* to the social sciences. The formation and development of epigenetics in the post-genomic era is especially convincing in favor of such a decision. The role of symmetry here played by parameters characteristic of social reality (culture). From the point of view of the Curie principle, the picture of personality making typical to the era of the genome and drawn in the spirit of reductionism, replaced by a picture that made in a holism genre. The brain, personality, culture and society presented as a single whole, permeated by many determining all these elements connections within a holistic system. Thanks to these elements, the developing brain undergoes a process of acculturation and transformation into a social brain according to cultural determination. This kind of methodological setting is crucial for comprehension of phenomena through the lens of the post-genomic era.

Ch. 9.

MARXISM AND VULGAR SOCIOCENTRISM. PARADOXES OF MARXIST THEORY AND PRACTICE

The article analyzes the key principle of Marxism (Marxism-Leninism) — the principle of practice, which in epistemology stands as a criterion of truth, and an inclination towards understanding the essence of the personality as a social individual (sociocentrism). In fact, it has been interpreted as the principle of unity of theory and practice. We claim that when thinking about the features of practical implementation of this principle in terms of ideologized science, then a sort of paradox emerges. Marxism-Leninism in practice, due to the nature of power relations in the totalitarian political regimes, pushed (theoretical) principle of unity of theory and practice as criterion of truth to far periphery side of decisions making. Sociocentrism due to epistemic bubbles and/or echo-chamber effects nurtured the phenomenon of ideological science, suppressed naturalism, and braked the constructive functioning of the principle of practice. This allowed during long periods of times, even decades to develop by some scientists non-scientific concepts that promise significant practical results, but proved in essence fruitless. This situation analyzed through the case of “Michurinsky biology” of T.D. Lysenko. We offer explanation of his longevity as most influential figure in Soviet

biology the phenomenon. An explanation of the nature of his academic longevity offered, and the reasons are revealed that allowed theoretical concepts of T.D. Lysenko be “alive” in the conditions of constant testing in agriculture exist without any firm practical confirmation for several decades. The analysis that Marxism-Leninism practice enable to conclude that implementation of Marxist-Leninist doctrine actually (in “practice”) allows only essentially distorted realization.

INSTEAD OF CONCLUDING REMARKS

A SOLUTION IS REQUIRED HERE AND RIGHT NOW: THE PHENOMENON OF POST-NORMAL SCIENCE

The goal of this chapter to assess and comprehend the legitimacy, advantages, and disadvantages of the idea of “post-normal” and “citizen science”, the problem of treating science as a political actor, as well as the potential “democratization” of contemporary science. The nature and epistemological status of “post-normal” and “citizen” science, their place, and potential role in political decision-making in situations of significant uncertainty of the future (which is especially characteristic of ecology) discussed. We are prone to emphasize the importance of the traditional criteria of rationality, dominant among scientists working under the milieu of the norms and principles of “normal” science. Despite the transdisciplinary nature of the problems and the format of decision-making that are at the core of post-normal science. Nevertheless, the political subjectivity of modern science far from being full-fledged. Science does not participate in politics in an independent actor acting on the same plane and on a par with other political actors (parties or other political structures). The acquisition by the science of the status of a political subject or the loss of such largely depends on the nature of the political climate of the society. Political subjectivity is an imitative political atmosphere that cannot be the immediate goal and value of science. Aspiration for political subjectivity as a norm for post-normal science implies a radical change in its “self-consciousness”, socio-cultural status, and thus, increasing its political weight. However, this aspiration has any reasonable theoretical and practical sense only as an integral part of the movement towards true civil society and democracy.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Бажанов Валентин Александрович — заслуженный деятель науки РФ (2004), доктор философских наук (1989), профессор (1991), действительный член Academie Internationale de Philosophie des Sciences (<https://lesacademies.net>).

Родился в 1953 году в Казани. В 1975 году с отличием закончил Казанский университет и прошел путь от ассистента до профессора кафедры философии этого университета. С 1993 года работает в филиале МГУ в Ульяновске (с 1996 г. Ульяновский университет); главный научный сотрудник лаборатории «Кантианская рациональность», Балтийского федерального университета имени И. Канта.

Сфера интересов: история и философия науки, эпистемология, история русской философии.

Автор более 600 научных трудов, опубликованных в России и за рубежом (Австрия, Бразилия, Великобритания, Германия, Индия, Испания, Италия, США, Швейцария и т.д.).

Личная страница в Интернете: <http://staff.ulsu.ru/bazhanov>

Эл. почта: vbazhanov@yandex.ru

Contents

Введение	5
-----------------------	---

Part 1.

KANTIAN MOTIVES IN MODERN NEUROSCIENCE

Chapter 1. Trends in the Development of Modern Neuroscience:	
Following the Path of I. Kant	15
1.1. The Heuristic Potential of Critical Philosophy:	
I. Kant's Apriorism	17
1.2. Kant, Bayes and Data Mining.....	20
1.3. Kant, Analytical and Holistic Systems of Thought	23
Chapter 2. Abstraction in the Context of Neuroscience	28
2.1. What is Abstraction?	30
2.2. Ontology of Mental Constructions.....	33

Part 2.

NEUROSCIENCE AND MATHEMATICS

Chapter 3. The Nature of Mathematics through	
the Lens of Cognitive Research	43
3.1. The Starting Point for the Development of Mathematics:	
the "Sense of Number"	47
3.2. "Sense of Number" and Language	50
3.3. Mathematics and Culture.....	52
Chapter 4. Numerical Cognition in Cognitive Research Perspective	60
4.1. Prerequisites for the Analysis of Numerical Cognition	61
4.2. The Neurophysiological Foundations of the Number.....	65
4.3. Discovery of a Number as a Sociocultural Phenomenon.....	67
4.4. Numerical Cognition and Education	70
Chapter 5. Number and Kantian Research Program in Modern Neuroscience	76
5.1. Ontogenetic Prerequisites of the Concept of Number	78
5.2. How Numbers and Language are Bounded.....	83
5.3. Number Sense and Math Skills	86

Part 3.

NEUROSCIENCE AND MUSICAL ART

Chapter 6. Music from the Perspective of Biocultural Co-Constructivism	97
6.1. Intonation-Sign Patterns as A Priori Cognitive Elements.....	98
6.2. Cognitive Functions of Music as a Prelanguage	
in the Process of Ontogenesis	100
6.3. Musical-Auditory Imprinting as	
a Neurogenetic Mechanism of Musical Mentality Formation ...	107

Chapter 7. The Attempt of Analyzing the Phenomenon of Musicality through the Angle of Modern Neuroscience	115
7.1. Musicality as the Function of Living Systems	117
7.2. “Sense of Number” and Musicality in Ontogenesis.....	119
7.3. The Hedonistic Function of Music and the Golden Ratio.....	123

Part 4.

**HYPOSTASES OF SOCIOCENTRISM –
HEURISTIC MEANING AND COGNITIVE BIASES:
NEUROSCIENCE, EPIGENETICS, AND GENETICS**

Chapter 8. Methodological Implications of the Curie Principle for the Social Sciences	135
8.1. Curie Principle as an Expression of Sociocentrism Idea	137
8.2. The Post-Genomic Era: A Picture of the Evolution of the Social Brain.....	140

Chapter 9. Marxism and Vulgar Sociocentrism. Paradoxes of Marxist Theory and Practice	147
9.1. “Great Practice Requires Great Theory ...” Vulgar Sociocentrism in Action	149
9.2. What Need Practice to Show the “Efficiency, Power, This-Sidedness” of Our Thinking?	150
9.3. Vulgar Sociocentrism and the Lysenko Phenomenon	151
9.4. Power and the Phenomenon of Ideologized Science	155

Instead of Concluding Remarks

A Solution Required Here and Right Now: The Phenomenon of Post-Normal Science	161
Summary	169
Summary	180
About the author	190
Contents.....	191

Научное издание

БАЖАНОВ Валентин Александрович

КУЛЬТУРНЫЙ МОЗГ – НЕЙРОНАУКА – МАТЕМАТИКА.

Прислушиваясь к И. Канту

Подписано к печати 07.12.21. Формат 60×90/16. Заказ № 97.

«Центр гуманитарных инициатив»
e-mail: unikniga@yandex.ru. Руководитель центра Соснов П.В.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в Акционерном обществе
«Т8 Издательские Технологии»
109316 Москва, Волгоградский проспект, дом 42, корпус 5
Тел.: 8 (495) 221-89-80