

**Проблемы онто-гносеологического
обоснования математических и
естественных наук**

Выпуск 12



**КУРСК
2021**

УДК 1:001
ББК 87 П78

Печатается по
решению редакционно-
издательского совета
Курского
государственного университета

П78 Проблемы онто-гносеологического обоснования математических и естественных наук [Текст]: сб. науч. тр. Вып. 12 / гл. ред. Е.И. Арепьев; Курск. гос. ун-т. Курск, 2021. 144 с.

Сборник представляет собой проблемно-ориентированное издание, преимущественно посвященное онтологическим и гносеологическим аспектам обоснования математических и естественных наук, изучению и критической реконструкции различных подходов, сформировавшихся в философии науки на протяжении последних полутора столетий.

**ББК
87**

РЕДКОЛЛЕГИЯ

Арепьев Е.И. – д-р филос. наук (главный редактор, Курск), *Букин Д.Н.* – д-р. филос. наук (Волгоград), *Еровенко В.А.* – д-р физ.-мат. наук (Минск), *Князев В.Н.* – д-р филос. наук (Москва), *Мануйлов В.Т.* – канд. филос. наук (Курск), *Мороз В.В.* – д-р филос. наук (Курск), *Перминов В.Я.* – д-р филос. наук (Москва), *Яскевич Я.С.* – д-р филос. наук (Минск), *Яшин Б.Л.* – д-р филос. наук (Москва)

ISSN 2074–5052

© Коллектив авторов, 2021
© Курский государственный
университет, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ	5
<i>Войцехович В.Э., Вольнов И.Н., Малинецкий Г.Г.</i> Ожидаемая эволюция ИИ: от слабого к сильному ИИ (философско-антропологические вопросы)	6
<i>Волохова Н.В.</i> Философско-антропологический смысл содержания образования	11
<i>Воробьев А.В., Кудинов В.А.</i> История философии нейронных сетей как ядра искусственного интеллекта	17
<i>Еровенко В.А.</i> Эстетичность по Вейлю и культуротворческий потенциал математического знания	27
<i>Каракко П.С.</i> К.А. Тимирязев как естествоиспытатель и представитель русского космизма	37
<i>Князев В.Н., Кадеева О.Е.</i> О статусе и перспективах реляционной концепции Ю.С. Владимирова в фундаментальной теоретической физике	51
<i>Мальцева Н.Н., Пеньков В.Е.</i> Особенности модельного описания происхождения жизни на Земле	58
<i>Мейдер В.А.</i> Благотворное влияние математического знания	64
<i>Михайлова Н.В.</i> Методологический анализ философской проблемы обоснования математического анализа в техническом университете	81
<i>Морозов М.Ю.</i> Фрактальность в свете трех кризисов оснований математики	90
<i>Паршикова Г.В.</i> Сознание как квантово-синергетический Феномен	103
<i>Перминов В.Я.</i> Понятие строгости математического доказательства у И. Лакатоса и Ж. Дьедонне	108

<i>Яскевич Я.С.</i> Социальная аналитика и цифровая экономика в контексте вызовов информационного общества и современного образования	113
<i>Яшин Б.Л.</i> Неокантианцы Марбургской школы о месте и роли математики в системе научного знания	121
Материалы методологического online-семинара «Онто-гносеологические и социокультурные аспекты междисциплинарного взаимодействия математического, естественнонаучного и гуманитарного знания: история и современность» (15.05.2021, Курск, КГУ)	128
<i>Арепьев Е.И.</i> Практическое значение курса философии в современном образовании: организационные и этические аспекты	128
<i>Букин Д.Н.</i> Философия математики: новое или хорошо забытое старое?	130
<i>Князев В.Н.</i> Натурфилософский аспект «новой онтологии» Н. Гартмана	132
<i>Секретев А.А.</i> О взглядах Б. д'Эспанья на природу реальности и интерпретации квантовой механики	135
<i>Яшин Б.Л.</i> Математический эмпиризм и его разновидности: краткий экскурс в историю	138

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Настоящий сборник представляет собой двенадцатый выпуск проблемно-ориентированного издания, преимущественно посвященного онтологическим и гносеологическим аспектам обоснования математических и естественных наук, изучению и критической реконструкции различных подходов, сформировавшихся в философии науки на протяжении последних полутора столетий.

Авторы публикуемых в настоящем издании материалов могут занимать позиции, не совпадающие с точкой зрения редколлегии. Ответственность за точность приводимых цитат, корректность оформления ссылок, библиографических и статистических данных, географических названий и т.п. несут авторы.

Редколлегия приглашает к сотрудничеству всех, кто работает в области философии математики, философии и методологии науки, в смежных областях и чьи научные интересы близки тематике нашего сборника.

Наш электронный адрес: arepiev@yandex.ru

В.Э. Войцехович
(Тверь)
И.Н. Вольнов
(Москва)
Г.Г. Малинецкий
(Москва)

ОЖИДАЕМАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ИИ: ОТ СЛАБОГО К СИЛЬНОМУ ИИ (ФИЛОСОФСКО-АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ)¹

Разработка теории искусственного интеллекта (ИИ) ставит вопросы о сущности сознания, разума, интеллекта. Сознание проявляется на определённой ступени развития духа, на которой появляется разум. Одной из граней разума является интеллект, т.е. способность решать задачи путём переработки информации на основе логики. Типы ИИ – слабый, сильный, сверхсильный. Сильный ИИ (СИИ как наследник слабого, алгоритмического ИИ) будет лишён свободы (в отличие от естественного интеллекта). Для создания СИИ необходимо организовать 1) самостоятельное существование, 2) самоорганизацию и самоусложнение, развитие ИИ, 3) использовать субстанциональную, вещественную базу, связанную с микромиром, 4) теорию ИИ разрабатывать на основе математики движения, 5) использовать в работе ИИ модели высших человеческих ценностей. Тогда возможна ускоренная эволюция слабого ИИ в направлении к СИИ.

Ключевые слова: информация, сознание, интеллект, высшие ценности, свобода, субстанция, математика.

* * *

ПРОБЛЕМА

Человечество вступило в «информационную» эпоху. Быстро развиваются ИТ (в особенности теория ИИ (искусственного интеллекта) и активное внедрение ИИ в практику). Это грозит острыми противоречиями в социальной жизни и, что ещё опаснее, угрожает изменить природу человека. По многим вопросам ведутся ожесточённые дискуссии. Философами, учёными, политиками, бизнесменами, журналистами высказываются самые разные, часто противоположные точки зрения, как правило, эмоциональные, философски и научно необоснованные.

В дискуссиях обычно проявляется полное непонимание того, что такое сознание, разум, рассудок, интеллект, даже у человека, тем более туманны их аналоги у технического устройства. Известно множество вариантов понимания сознания: от «функции мозга» и «счётной машины» до «присутствия Творца в человеке» и «Логоса, бытия».

СОЗНАНИЕ.

На наш взгляд, нельзя дать определение сознанию на основе сознания. Определение, согласно Аристотелю, возможно только через род и вид. В

¹ Статья написана при поддержке РФФИ, проект № 20-511-00003.

большинстве же якобы «определений» есть вид (сознание), но нет рода. Остаются только метафоры. Если идти по этому пути, то можно охарактеризовать сознание как такую ступень в развитии вечной части живого существа (духа, атмана, монады), на которой проявляется разум, – понимание собственного существования «Я есть», и понимание существования Высшего (Творца, Бога, Аллаха, Дао), а также формируются высшие свойства человека: свобода, творчество, совесть, красота, любовь.

Данное «определение» сознания соответствует учению Аристотеля о форме и материи, в котором вводится классификация всех вещей по степени оформленности: 0) материя (неоформленный хаос), 1) камень, песок, глин – низший уровень оформленности вещей, обладающих «каменной душой, или формой», 2) растение, или «растущий камень», обладающий растительной душой, 3) животное, «бегающее растение», обладающее животной формой, 4) человек, обладающий разумной формой, осознающий самого себя, 5) Бог, или форма, творящая другие формы. Данная схема принята в качестве канонической в теологиях христианства и ислама.

Аналогичная модель бытия ещё раньше появилась в брахманизме (ныне индуизме) и буддизме. На Западе подобную схему вводит Г.В. Лейбниц в монадологии. Духовный атом, или монада, также развивается, усложняется и восходит к человеку (разумной монаде) и далее к монаде-Творцу.

Если принять сходное понимание эволюции бытия и бытия как жизни, то сознание *потенциально* существует всегда и везде, но *актуально* проявляется лишь на 4-й ступени развития, по Аристотелю. Тогда сознание – одно из потенциальных свойств жизни.

РАЗУМ. ИНТЕЛЛЕКТ.

Метафорически разум есть способность осознавать самого себя и решать любые задачи, доступные пониманию человека. «Решать» означает 1) свести вопрос к предыдущему, старому знанию, либо 2) гипотетическому новому понятию (обычно на базе озарения, интуиции), либо 3) показать неразрешимость задачи на уровне старого знания.

Ограниченными и частными случаями разума являются «рассудок» и «интеллект»ю – основа логики, т.е. способности человека решать задачи путём сведения вопроса к старому знанию. Однако неясно, идёт ли речь об «интеллекте» другого живого существа или машины. Вероятно, общей характеристикой интеллекта можно признать способность решать задачи на основе переработки информации. В случае живого существа интеллект помогает решать задачи с целью сохранения собственного биовида, индивидуального существования и возможности развития.

Отсюда интеллект «машины *вообще*» возможен. Но в случае современной машины решает задачи не компьютер, а человек. Только он ставит цель компьютеру и понимает, что задача решена или не решена. Пока же техника – всего лишь продолжение и усиление органов человека (Э. Капп). Если в будущем техника оторвётся от своего создателя, станет

самостоятельной и саморазвивающейся, то такой новый биовид сможет ставить цели, решать задачи, обретёт собственный интеллект. Поэтому современный *слабый* ИИ – в сущности лишь инструмент ЕИ – человеческого интеллекта.

Каковы типы ИИ? Если мы исходим из главного образца для дискуссий – человека, как «меры всех вещей» (Протагор), то в чём принципиальное отличие естественного и искусственного интеллектов (ЕИ и ИИ)?

ТИПЫ ИИ.

В литературе введены 3 основных типа ИИ – 1) слабый (современный, достаточно ограниченный), 2) сильный (СИИ), сравнимый с человеком по важнейшим свойствам (прежде всего по творчеству, интуиции, способности создавать новое), 3) сверхсильный, гипотетический, превосходящий человека принципиально – настолько, насколько человек по творчеству превосходит слабый ИИ.

В связи с этим возникают вопросы: как более точно определить, что такое СИИ, набором каких свойств должен обладать СИИ, чтобы признать его равенство или хотя бы приближение к ЕИ (естественному интеллекту)? Многие верят, что со временем мы создадим СИИ. Тогда возникают вопросы: при каких условиях возможно развитие ИИ до СИИ, достижимы ли все эти условия, факторы? Если практически создавать СИИ, то ресурсы каких научных теорий могли бы помочь в развитии ИИ и в конечном итоге построению СИИ?

РАЗУМ И СВОБОДА.

Отдельный фундаментальный вопрос в теории ИИ: возможен ли разум (и его ограниченный срез – интеллект) без свободы? У слабого ИИ нет свободы, т.к. «душа» ИИ – алгоритм. Он же действует только в рамках потенциальной бесконечности (в сущности это растущее конечное). Актуальная бесконечность не является возможностью для ИИ, закрыта для него, следовательно, и высшие человеческие ценности (свобода, творчество, совесть ...). Согласно нашему предположению, возможны разумные биовиды без свободы. Но это разум иного типа, нечеловеческий. Вероятно, СИИ, как наследник слабого ИИ, будет интеллектом без свободы.

Наиболее глубокое определение свободы, более общее, чем у И. Канта, дал Г. Гегель: свобода есть актуализация потенций. Это же определение использовал К. Маркс в социальной философии.

Мир потенций бесконечно глубок. Применим к нему порядковую структуру (как в арифметике: 1, 2, 3 ... n, n+1 ...). Тогда есть уровень потенций 1-го порядка, когда субъект актуализирует какую-то способность за один шаг (одну порцию (квант) энергии). Ему соответствует хаос 1-го порядка (множество неупорядоченных «вещей»). Есть уровень потенций 2-го порядка, которому соответствует хаос 2-го порядка (ещё более богатый, чем хаос 1-го порядка) и т.д.

Отсюда, в частности, вопрос о сущности информации. Если сводить её

только к уменьшению степени неопределённости при решении задачи, к различию в среде и способности введения субъектом единицы информации – бита (0, 1), то возникает весьма ограниченный «мир дискретной информации». Исчезает возможность непрерывной «волновой» информации. Основатель кибернетики Н. Винер понимал информацию в обоих смыслах. К. Шеннон – только в дискретном, инженерном смысле. Шеннон и признан «отцом информационной эпохи». Отсюда необходимость обобщения понятия информации (в частности, установления её связи с энергией).

Аналогом подобных объектов является микромир, раскрываемый на основе квантовой теории и теории элементарных частиц, где появляются частица-волна, хаос, объективная случайность и т.п.

Если принять данную схему, то для возникновения свободы у развивающегося ИИ необходимо дать ИИ новую субстанциональную основу. Субстанцию, дающую возможность самоорганизации и самоусложнения.

СУБСТАНЦИЯ ИИ.

У биосистем на Земле это органические молекулы, возникающие на основе атомов Н, N, С, О ..., и соответствующие геномы. Геномы (у человека ДНК и РНК) прямо связаны с микромиром как источником хаоса и потенциалов. Отсюда органическая жизнь и её успешное развитие на нашей планете.

Вероятно, возможно и множество других вариантов жизни (как усложняющихся структур) – на основе других химических элементов, а также плазмы, элементарных частиц (нейтронов, фотонов ...) и т.п. Эту мысль многократно высказывали выдающиеся учёные (А.Н. Колмогоров, Дж.А. Уилер и другие).

Вещественная основа (субстанция) же современных ИИ *пока* не даёт возможности подключения к внешнему миру. Современные компьютеры основаны на работе кремниевых чипов. Разрабатываются квантовые компьютеры, оперирующие кубитами, а также компьютеры, базирующиеся на достижениях молекулярной биологии. Однако все 3 направления имеют существенный недостаток: их математика оперирует неподвижными понятиями, не допускающими «движущихся», мобильных понятий-образов. Движение и развитие, качественные скачки, тем более хаос, случайность, эволюция не моделируются.

Нами выдвинута гипотеза о возможности рационализма на основе мобильных понятий и как следствие – предположение о математике движения и соответствующей логике, обобщающей закон тождества². ИИ, использующий новую математику, – математику движения, – будет способен к эволюции.

ИТОГИ.

Таким образом, согласно нашим предположениям, чтобы решить

² Малинецкий Г.Г., Войцехович В.Э., Вольнов И.Н., Колесников А.В., Скиба И.Р., Сороко Э.М. Красота и гармония в цифровую эпоху: Математика – искусство – искусственный интеллект. Будущее и гуманитарная революция. М.: ЛЕНАНД, 2021. 240 с.

проблему построения СИИ, необходимо:

- организовать самостоятельное существование и развитие ИИ;
- разрабатывать ИИ на основе субстанции, дающей возможность прямой связи с микромиром, как источником хаоса, случайности, потенциальных форм;
- нацелить вектор совершенствования ИИ в направлении к «дружественному» СИИ, который подчинён человекомерным ограничениям;
- использовать идеи и наработки теории самоорганизации, поскольку понятия {самоорганизация – усложнение – хаос – случайность – порядок – развитие – эволюция (естественная и искусственная)} выступают единым «кластером», в котором понятия взаимосвязаны. Это видно из диалектики Г. Гегеля, из теории биологической эволюции, из синергетики, из кибернетики и теории информации. Аналоги этих понятий присутствуют во всех пяти направлениях;
- разрабатывать математику «движущихся» понятий, способную моделировать движение и развитие систем;
- создать математические модели высших человеческих ценностей (добро и совесть – в этическом смысле, красота и гармония – в эстетическом и даже любовь, Абсолют), которые были бы «понятны» в той или иной степени СИИ. С XX-го в. ведутся успешные исследования в области формализации этических и эстетических категорий. Например, разработки советско-американского учёного В.А. Лефевра используются в практике³;
- обеспечить работу СИИ на основе моделей высших человеческих ценностей.

³ Лефевр В.А. Алгебра совести. М.: «Когито-Центр», 2003. 426 с.

Н.В. Волохова
(Курск)

ФИЛОСОФСКО-АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЙ СМЫСЛ СОДЕРЖАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

В статье прослеживается история становления такого направления в философии, как философия образования, которая всегда была тесно связана с историей педагогики. Педагогическую антропологию в целом можно охарактеризовать как способ антропологического обоснования образования. В конечном счете, все усилия направлены на формирование свободной и ответственной личности, способной конструктивно работать в проблемных ситуациях, сочетающей профессиональную компетентность с гражданской ответственностью, обладающей должным мировоззренческим кругозором и нравственным сознанием.

* * *

Важнейшей особенностью современной эпохи является антропологический ренессанс, связанный с бумом гуманитарных наук и требованиями «человеческого измерения» различных экономических, социальных, политических и т.д. новаций. Антропологический ренессанс проявляется в обостренном интересе к человеку, к таким проблемам человеческого существования, как взаимоотношения человека и общества, свободы и творчества, смысла и назначения человеческой жизни, смерти и бессмертия, счастья и трагического одиночества современного человека.

Этот антропологический ренессанс обусловлен прежде всего кризисным состоянием современной цивилизации, обострением социальных, экономических, экологических проблем. Философы трактуют современный кризис цивилизации как переломный в развитии человечества. А в переломные моменты своего существования человек обращается к самому себе, стремится заново понять свою сущность и свое место в этом мире. Осмысление данных проблем становится основанием для выработки новых способов бытия и самореализации, сознания и познания, форм жизнедеятельности и творчества.

Современная реальная опасность мировоззренческого и ценностного вакуума в системе образования вынуждает к предупреждающему программированию, четкой формулировке целей обучения и воспитания. Здесь исходным приоритетом может стать формирование свободоответственной личности, способной конструктивно работать в проблемных ситуациях, сочетающей профессиональную компетентность с гражданской ответственностью, обладающей соответствующими интеллектуальными способностями и нравственным сознанием.

Пытаясь осмыслить новый и альтернативный педагогический опыт, сопрягая его с современными формами жизни культуры, мы выходим к проблеме отсутствия единой педагогической практики (традиционное

образование, развивающее, новое гуманитарное, религиозное и т.д.). Сегодня в России можно выделить три основных тенденции в сфере образования: кризис классической модели, создание экспериментальных школ, альтернативных форм обучения, интеграция в мировую культуру: демократизация школы, установление связи с основными созревающими субъектами культуры, создание системы непрерывного образования, гуманизация, компьютеризация, цифровизация образования. Третья тенденция – восстановление и развитие традиций русской школы. В России самыми известными из разработанных и внедренных были следующие философско-педагогические идеи: концепция поэтапного формирования умственных действий (П. Гальперин), идеи развивающего обучения (В. Давыдов, А. Занков), проблемное обучение (И. Лернер), школа «диалога культур» (В. Библер), методологизация содержания процесса обучения (Г. Щедровицкий, Н. Алексеев).

Сегодня наше общество вновь оказалось перед выбором: создать ли условия для высвобождения творческой энергии ныне живущих граждан или строить «светлое будущее» для грядущих поколений и совершенствовать государственную машину, которая нами «управляет». Для того чтобы не сбиться с пути реформирования, важно сделать правильный выбор ориентиров, определить духовно-нравственные основы развития общества и действующих в нем разнообразных объединений, прояснить ряд обстоятельств, связанных с понятием *человек*.

Можно предположить, что образование как феномен культуры будет изменяться в том русле, которое оформилось в результате изменения науки и философии: от «классики» через «неклассику» к «постнеклассике»¹. В общем образовательном поле можно выделить три плана: логос человека (план антропологии – понятие человека, постижение его природы, выстраивание этого понятия в некоем учении); номос человека (план антропономики – возделывания человека, поиск образа, становления человеческой природы, родовых личностных качеств); техне человека (план антропотехники – как, через что, через какие техники, средства, орудия происходит очеловечивание человека).

Возникает необходимость выявления исходных культурных ценностей и мировоззренческих установок образования, соответствующих тем требованиям, которые сегодня объективно выдвигаются перед личностью в условиях современного общества. И сегодня таким основанием для выработки целевых ориентиров современного образования является антропологическая установка как особый тип научного и практического мышления.

Применительно к образованию она означает такой анализ и такое видение проблем, при которых именно человек – в единстве всех его проявлений: биологических, психических, духовных, социальных – выступает как главная цель и ценность процесса образования.

¹ Волохова Н.В. Социокультурная основа цифровой экономики // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер.: Экономика. Социология. Менеджмент. 2020. №3. С. 217–226.

Как особое направление исследований, целенаправленно изучающих проблему сущности и структуры сущности человека, философская антропология возникла в 1920-х гг. прошлого века. Это было обусловлено пристальным интересом философской мысли к вопросу о критериях, определяющих, что является истинно решающим в человеческом поведении и какие из конфликтующих диспозиций актуального поведения человека (природа или социум) входят в нормативные понятия его родовой сущности и человеческого потенциала. Философская антропология в ответах на эти вопросы во многом опиралась на идеи своих предшественников и особенно выводы философии жизни (В. Дильтей) и феноменологии (Э. Гуссерль).

Одним из направлений философии образования является педагогическая антропология. Это направление представлено прежде всего в европейских странах, в философской культуре которых существовали и существуют достаточно мощные антропологические традиции: философской антропологии, антропологического подхода к межличностным коммуникациям, к психологическим и социально-психологическим аспектам человеческого бытия.

Педагогическую антропологию в целом можно охарактеризовать как способ антропологического обоснования образования. Это достаточно общая характеристика задач и цели педагогической антропологии конкретизируется представителями этого течения внутри философии образования в различных направлениях. Одни из них подчеркивают, что педагогическая антропология является *эмпирической теорией и философским анализом понятий педагогики.* Другие усматривают основную задачу педагогической антропологии в разворачивании *теории личности* и ее генезиса. Третьи видят в педагогической антропологии *частную область наук об образовании.* Четвертые оценивают педагогическую антропологию как науку о *междисциплинарном поле коммуникаций*, в которые вступает человек и которые являются предметом различных наук, объединяемых ею.

Вопрос о взаимоотношении философской и педагогической антропологии весьма непрост². Дело не только в том, что многие философы вообще отождествляли приложение философии к практике с педагогикой и усматривали в философии образования прикладную философию. Можно вспомнить хотя бы книгу С.И. Гессена «Основы педагогики. Введение в прикладную философию». Можно напомнить слова и В. Дильтея о том, что «расцвет и цель всякой истинной философии – педагогика в широком понимании, т.е. "учение о формировании человека", о том, что последнее слово философов – педагогика»³.

Д. Дьюи солидарен с тем, что «философия является теорией образования в широком смысле слова»⁴. Такого рода отождествление философии с философией образования и трактовка педагогики как

² Волохова Н.В. Философия и педагогика: процесс сближения // Образование и общество. 2003, № 3. С. 34–42.

³ Diltney W. Pedagogik – Geschichte und Grundlinien des Systems // Gesam. Schhften. Bd. IX. 1960. P. 7.

⁴ Дьюи Д. Познание и познанное. Берлин, 1949. С. 426.

прикладной философии представляются чрезмерно упрощенными и не отражающими всю сложность взаимоотношений образования и философии.

В 1960-х гг. прошлого века вновь встал вопрос об объединении педагогического и философского знания, но теперь он уже встал в другой плоскости – плоскости формирования посредствующего звена между философией и педагогикой, развертывания специфической исследовательской области – *философии образования* (в данном случае философии образования, исходящей из антропологической постановки вопроса и выявляющей антропологические аспекты в педагогической теории и практике).

Один из немецких теоретиков педагогики – М. Лангевелд сформулировал антитезу, с которой сталкивается педагогика: «Педагогика должна быть философской или вообще не быть. И вместе с тем, педагогика должна быть эмпирической или вообще не быть»⁵. Эта антитеза весьма точно характеризует различные ориентации внутри педагогики: с одной стороны, ориентация на философское постижение человека и на поиск философских оснований своего образа человека, а с другой – ориентация на опытное, эмпирическое знание, использующая достижения психологии, физиологии, физической антропологии, социальной психологии, психиатрии и др. Философия образования и предстает в данном случае как способ преодоления этой альтернативы, сохраняя ориентацию на философско-антропологическое постижение человека и вместе с тем обращаясь к результатам изучения человека в различных науках о человеке.

Быстрота цивилизационных изменений приводит к новому типу социокультурного наследования. Основным механизмом конкуренции развитых стран становится экономическое соревнование, которое через состояние в области науки и техники в конечном итоге сводится к соревнованию образовательных систем. Уровень образованности всех членов общества начинает определять конкурентоспособность страны в экономике. Знания впервые становятся капиталом, а капиталовложения в сферу образования и науки дают больше прибыли, чем непосредственно в сферу производства. Кардинальная смена в области технологий выдвинула такие критерии, как «полезность–эффективность–безвредность» вместо привычных «правильно-неправильно». Опасность непрерывного экономического роста приводит к осознанию, что будущее зависит не только и не столько от количества знаний, сколько от уровня культуры и способности человека к ориентации в нестандартных ситуациях.

Глобальные изменения требуют соответствующего изменения целей в системе образования. Образованность в ее современном понимании предполагает методологически гибкий, проектно-ориентированный интеллект, способность к коммуникации позитивного типа, сформированность установки на социальную ответственность. Именно такой тип образованности способен воспроизводить и развивать человеческое

⁵ Langewald M. J. Einführung in die Pädagogik. Stuttgart, 1962. P. 164.

измерение бытия – культуру.

Принимая концепцию образования как усвоение культурных ценностей, современные исследователи педагогической деятельности и учителя-практики столкнулись с тем, что существует предел образовательного воздействия на личность. В результате исследовательской и экспериментальной работы возникло убеждение, что мера образовательного воздействия зависит от учащегося, который выбирает то, что ему нужно, от характера предмета, который содержит определенные ограничения в изучаемой области, а также от личности учителя, воспитанного на конкретных культурных традициях.

Существует несколько причин такого положения. Во-первых, непредсказуемость процессов бесконечного мира. Противоречие состоит в том, что несмотря на существование неограниченных способов описания мира, образование (в виде программ, учебников и пособий) дает обучающемуся, как правило, единственную модель мира, по отношению к которой требуется выстраивать стратегию жизни и поведения.

Во-вторых, в современном мире человек утрачивает единую систему ценностей, поскольку живет в разнообразном мире, где эффективность деятельности человека связана с тем, какими ценностями культуры он пользуется – национальными, религиозными, космополитическими, жесткими этническими нормами и образцами.

Таким образом, система образования не может ориентироваться только на единственную модель описания мира и единую систему ценностей.

В-третьих, специалисты все более осознают, что существующие языковые структуры не вполне достаточны для адекватной реализации образовательных программ. В этих условиях нужно искать новые знаково-символические системы, которые бы дополняли и усиливали вербальное воздействие на личность.

В-четвертых, современная модель образования требует нового учителя, способного «транслировать» различные способы описания мира, различные ценности и максимально использовать все семантическое и эмоциональное богатство каждого урока, лекции или семинара.

Таким образом, существующая ситуация требует усовершенствования всех институтов образования путем максимального учета его социокультурных оснований. Это привело к включению с 1995 г. проблем философии образования в федеральный стандарт высшего педагогического образования.

Философия образования рассматривает наиболее общие проблемы сущего и должного в весьма специфической и в то же время «вечной» сфере общественной жизни любой страны: сфере воспроизводства и качественного преобразования человеческих ресурсов социально-экономического и социокультурного, нравственного прогресса, с одной стороны, и, что еще важнее, в сфере удовлетворения естественных и постоянно меняющихся образовательных потребностей личности – с другой. Такой дуальный характер философии образования с ориентацией, фокусированием всей

системы добытых в этой области знаний как на решение глобальных общественно-государственных социальных и экономических проблем, так и на индивидуальные, дифференцированные образовательные запросы развивающейся личности существенно сказывается на самом статусе философии образования, свидетельствует о принципиальной необходимости синтеза знаний, об объектах философско-образовательного обоснования. Необходима интеграция различных подходов в образовании: гуманистического («человек есть мера всех вещей»), экологического (культура должна учить человека жить в рамках природных механизмов, вместо того чтобы технологически преодолевать их), развивающего (знание не «в лоб», а постепенное подведение ребенка к этим знаниям), проектно-ориентированного (наряду со «знаниевой» моделью развитие модели «знания о знании»), аксиологического (где общечеловеческие ценности становятся ориентирами поведения человека не только в обществе, но и в природной среде – «экологическая этика»).

В конечном счете все усилия направлены на формирование свободной и ответственной личности, способной конструктивно работать в проблемных ситуациях, сочетающей профессиональную компетентность с гражданской ответственностью, обладающей должным мировоззренческим кругозором и нравственным сознанием. Образованность открывает независимый взгляд на мир, когда человек становится способным судить о вещах не только со стороны их полезности, практической значимости, но и со стороны их сущности, всеобщей и объективной природы, таким образом формируя всеобщий интерес к миру.

А.В. Воробьев
(Курск)
В.А. Кудинов
(Курск)

ИСТОРИЯ ФИЛОСОФИИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ КАК ЯДРА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

История философии содержит огромный материал, который восходит к временам древних философов, в попытке ответить на вопросы, что есть человеческая природа, душа и разум. На протяжении большей части XX века доминирующая парадигма интеллекта помещала разум в мозг. Таким образом, если компьютеры могут моделировать мозг, то, согласно теории, должна быть возможность программировать компьютеры, чтобы они действовали разумно. Во второй половине XX века это понимание вызвало взрыв интереса к вычислительным «нейронным сетям». Однако это мнение в последние годы подвергается сомнению со стороны реализованных подходов к искусственному интеллекту, и эта точка зрения, в свою очередь, восходит к классической эпохе. В данной работе рассмотрены основные этапы создания подходов – от формализации разума до первых нейронных сетей и их дальнейшего развития. Поднята проблематика противостояния коннекционизма и «символического» искусственного интеллекта. Приняты к рассмотрению последние достижения в области развития нейронных сетей и искусственного интеллекта, а также новые исследования в области определения сознания.

Ключевые слова: разум, нейронные сети, искусственный интеллект, коннекционизм, перцептрон.

* * *

С момента создания нашей планеты прошли миллионы лет, прежде чем появился человек разумный. Это произошло в том числе благодаря уникальному свойству психики отражать. Отражение – это свойство любой системы изменяться при взаимодействии с чем-либо. Где же находятся корни, начало сознания и сам разум? Если наука сможет полностью ответить на эти вопросы, то, возможно, когда-нибудь удастся смоделировать искусственный интеллект – человеческую способность действовать осознанно.

Классический взгляд на разум был связан с более ранним понятием души, что привело Аристотеля в его трактате «О душе» к знаменитому вопросу: «Как душа двигает тело и каково происхождение активности в живом существе?». В разительном отличии от современных представлений отождествления разума с мозгом, Аристотель утверждал, что душа содержится в веществе, которая называется пневма и она формируется в крови животных. А сердце является органом души. Мозг же – это вспомогательная функция для снижения температуры крови до нормальных значений. Метафизика Аристотеля предполагает существование трех видов души: растительной (размножение и питание), животной (чувства, движение,

ощущение и память) и разумной (способность к мышлению). Такие классические идеи существовали до эпохи Возрождения, пока в 1649 г. Декарт не заложил основы новой дуалистической теории: разделения материального тела и нематериальной души/разума. Примерно в это же время представление о мозге как органе, контролирующем поведение, нашло эмпирическое подтверждение в работах современника Декарта, английского врача Томаса Уиллиса, который в 1667 г. изучал структуру мозга и некоторые патологические формы поведения (например, эпилепсию и другие судорожные заболевания).

Выходец из того, что позже стало известно как британская эмпирическая школа философии, Джон Локк был, возможно, первым философом, который определил самость через «непрерывность сознания». Кроме того, в своем «Эссе о человеческом понимании» 1690 г. Локк прославился своим предположением, что при рождении разум должен считаться чистым листом. Таким образом, в противоположность господствующей картезианской философии (которая считала основные логические положения врожденными) Локк утверждал, что мы рождаемся без врожденных идей и что все «знания» происходят из «опыта», что знание зависит от опыта и оправдывается исключительно опытом. Впоследствии в 1690 г. Локк ввел понятие «ассоциации идей», чтобы обозначить принцип учета психических особенностей индивидов.

Шотландский философ, историк и экономист Дэвид Юм высказал известное предположение, что ментальные процессы – это просто последовательность связанных ментальных идей. Но о чем же на самом деле эти ментальные идеи? К чему на самом деле относятся идеи? Ответом Юма было предположение, что ментальные идеи в своей основе являются репрезентациями. Таким образом, он постулировал изобразительное сходство между идеей и миром. Из опыта Юм исключил внешний мир и связал этот опыт с восприятиями. Их, в свою очередь, он разделил на два вида: впечатления и идеи. Образы внешних объектов, которые сообщаются уму чувствами, впечатления. Они делятся на внутренние (аффекты/эмоции) и внешние (восприятия/ощущения)¹.

Кроме того, хотя в ассоцианизме Юма ментальные/когнитивные процессы просто определяются как ассоциации между представлениями, ему принципиально не хватает действенного объяснения репрезентативного содержания. Например, что такое «репрезентация собаки», которая делает ее репрезентацией собаки, а не банана (или чего-то еще)? Даже в нынешнюю эпоху (по мнению американского философа Марка Бикхарда) проблема «учета репрезентативного содержания является центральной проблемой современного натурализма: это одна из главных задач, стоящих перед натуралистической концепцией мира. Репрезентативное содержание также является центральным барьером для современной когнитивной науки и искусственного интеллекта: невозможно понять репрезентацию у животных

¹ Дэвид Юм и современная философия, под ред. И.Т. Касавина. М.: Альфа М. 2012. С. 27–34.

или построить машины с подлинным представлением, учитывая текущее отсутствие понимания того, что такое репрезентация»².

Предварительная теоретическая база для нейронной концепции сознания (а следовательно, и для современных нейронных сетей) была независимо предложена Александром Бейном³ и Уильямом Джеймсом⁴. Центральное место в их работе занимает представление о том, что и мысли, и телесная деятельность являются результатом нейрональных процессов в мозге. Бейн полагал, что любая возможная деятельность требует возбуждения определенного набора нейронов. В то время научное сообщество скептически относилось к идеям Бейна, потому что они, как казалось, требовали чрезмерного количества нейронных связей внутри.

В некотором смысле теория Джеймса была схожа с Бейновской теорией. Но Джеймс предположил, что результатом действия электрических токов между нейронами являются воспоминания и действия. Преимуществом модели Джеймса была ориентация на электрическое взаимодействие между нейронами, а это означало, что не требуется огромного количества нейронных групп для хранения воспоминаний или мотивации к действию.

Уильям Джеймс считал, что мышление является сознательным, оно открыто для интроспективного исследования, мышление является частным – моя мысль принадлежит другим моим мыслям и ваша мысль принадлежит другим вашим мыслям, что оно «течет, как поток» и что мышление – это эволюционировавшая функция (то есть это не дар от Бога).

Джеймс отрицал атомизм немецкой психологии и ставил задачу по изучению определенных фактов и состояний сознания, но не данных, которые находятся «в сознании». Он предполагает, что сознание – это персональный поток, где никогда не появляются два раза одинаковые ощущения или мысли. Важной характеристикой сознания он признает его избирательность. С его точки зрения, сознание – это свойство, которое развивалось с точки зрения полезности. И он отводил значительную роль эмоциям и инстинктам, как и мозгу, который относится к персональным физиологическим особенностям индивида.

В книге «Аристотель: открытие нашего информационного разума» Aleksander I., Morton H.B.⁵ предполагают, что исследование строительных блоков мозга фактически началось с открытия, что все живые существа состоят из клеток. Так, в 1838 г. немецкий ботаник Маттиас Шлейден впервые определил «клеточные» структуры в растениях; эта идея позднее была расширена физиологом Теодором Шванном, который наблюдал подобные «клеточные структуры» в органах животных. В свою очередь, это привело к развитию «клеточной теории»: идеи о том, что все живые

² Bickhard M.H. Representational Content in Humans and Machines Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence. 1993. № 5. P. 285–290.

³ Bain A. Mind and Body. The theories of their relation, NY: D. Appleton & Co. 1873. P. 43–81.

⁴ James W. Psychology. New York, Holt, 1891. P. 187–202.

⁵ Aleksander I., Morton H.B. Aristotle's laptop: the discovery of our informational mind. Singapore: World Scientific Publishing, 2012. P.49.

организмы (будь то растения или животные) состоят из клеток. В контексте мозга это поставило вопрос: «Являются ли клетки мозга просто способом создания слитой функциональной структуры или есть что-то особенное, что делают клетки мозга (на индивидуальном клеточном уровне), что отличается от функции других клеток?»

Центральное место в поисках решения этой проблемы занимала способность окрашивать ткани таким образом, чтобы они лучше проявлялись под микроскопом – исследование, впервые проведенное чешским анатомом Йоханнесом Эвангелистой Пуркинью. Йоханнес работал в Пражском университете, где он успешно сделал самые тонкие из известных в то время срезов мозговой ткани. Чтобы сделать эти срезы, Пуркинью один из первых использовал устройство под названием микротом – инструмент для резки чрезвычайно тонких срезов материала.

В то время существовало два конкурирующих видения работы мозга – ретикулярная и нейронная. Ретикулярная концепция состояла в том, что все в нервной системе, например в мозге, представляет собой единую непрерывную сеть, тогда как нейронная концепция постулировала, что функция мозга может быть прослежена до индивидуальной специфической активности клетки мозга – нейрона. В частности, Отто Дитерс и Камиллио Гольджи смогли дать сложное описание нервных клеток в различных областях спинно-мозговой оси, четко различая аксон от дендритов. Несколько позже Камиллио Гольджи (1843-1926 гг.) успешно разработал методы окрашивания с использованием нитрата серебра для идентификации нервных тканей. Таким образом, ранее невидимые волокна в нервной ткани были различимы, что позволило распознать структуру нейронов. Он составил новую классификацию клеток на основе структуры их нервного продолжения и подверг критике теорию Герлаха о «протоплазматической сети». Гольджи утверждал, что наблюдал в сером веществе чрезвычайно плотную и запутанную сеть, состоящую из сети переплетенных ветвей аксонов, исходящих из разных слоев клеток («диффузная нервная сеть»). Эта структура, которая возникает из аксонов и поэтому существенно отличается от гипотезы Герлаха, по его мнению, является главным органом нервной системы, органом, который соединяет различные области мозга как анатомически, так и функционально посредством передачи электрического нервного импульса.

Примерно в то же время Сантьяго Рамон-и-Кахаль (который в конечном итоге разделил Нобелевскую премию с Гольджи) продолжал создавать изображения нервной ткани, которые остаются одними из самых впечатляющих в истории нейробиологии. При этом Кахаль развил фундаментальное понимание того, что дендриты были проводниками к аксонам, которые, в свою очередь, соединялись с дендритами других нейронов и идентифицировали нейрон как единый элемент с односторонней функцией. Тем не менее, если нейронная доктрина стремилась объявить нейрон строительным кирпичиком мозга, все равно необходимо было определить, как нейроны взаимодействуют между собой, чтобы сеть

нейронов могла развивать кооперативную функцию. Эта идея сформировала исследования в неврологии в последнее десятилетие XIX века, когда сэр Чарльз Шеррингтон ввел представление электрохимического нейрона, он описал способ электрохимического «контакта» аксонов с дендритной структурой в месте, которое мы теперь определяем как «синапс». В 1952 г. Алан Ллойд Ходжкин и Эндрю Хаксли предположили, что при включении аксон инициирует изменение полярности заряда, который перемещается вниз по аксонному волокну, чтобы инициировать действие нейромедиатора в синапсе на конце волокна. Таким образом, один нейрон обладает способностью электрохимически связываться с другими, это позволило рассматривать нервную систему как сеть отдельных клеток, которые кодируют и передают информацию по всему мозгу. Благодаря этому пониманию современная концепция отождествляет ум с мозгом, а мозг - с большой массой различных, но взаимосвязанных нейронов.

Основы того, что стало известно как «нейронные сети» или «коннекционизм», были заложены в 1943 г. нейрофизиологом Уорреном Мак-Калокком и математиком Уолтером Питтсом (MCP). Чтобы описать, как могут функционировать основные обрабатывающие элементы мозга, Мак-Калок и Питтс показали, как простые электрические схемы, соединяющие группы «линейных пороговых функций», могут вычислять различные логические функции⁶. Сформулировав некоторые постулаты работы головного мозга, они получили модель нейрона и установили сетевую конструкцию нейронной сети, которая выполняет логические и арифметические операции. Одним из главных выводов стало то, что такая нейронная сеть обладает свойствами распознавания образов, а также может обучаться.

Утверждения Мак-Калока и Питтса не потеряли своей актуальности и сегодня. Несмотря на большое количество различных нейронных моделей, принцип действия остается неизменным.

За публикацией фундаментальной работы Мак-Калока и Питтса, определяющей простую математическую модель нейрона, в 1949г. последовала публикация влиятельных идей по обучению нейронных сетей психолога Дональда Хебба.

В монографии «Организация поведения: нейропсихологическая теория» он определил взаимосвязь мозга и мыслительных процессов через создание ансамблей клеток – связанных нейронных структур, получаемых из-за стимуляции нейронных связей между собой.

Противоречивой фигурой, возникшей позднее в зарождающемся поле коннекционизма, был Марвин Минский. В 1954г. Минский опубликовал докторскую диссертацию по нейронным сетям⁷. Четыре года спустя бывший однокурсник Минского, Фрэнк Розенблатт, опубликовал первое описание своего знаменитого нейроподобного вычислительного элемента,

⁶ McCulloch W.S., Pitts, W., A logical calculus immanent in nervous activity, Bulletin of Mathematical Biophysics 1943. №5. P. 115–133.

⁷ Minsky M., Neural Nets and the brain model problem. PhD thesis, Princeton, USA. 1954.

персептрона⁸, который использует как фиксированную, так и обучающую версии нейронов Мак-Калока и Питтса.

В 1960 г. Розенблатт показал первый нейрокомпьютер – «Марк-1», который был способен к распознаванию некоторых букв английского алфавита. Таким образом, одной из первых моделей нейросетей является персептрон, а первым в мире нейрокомпьютером – «Марк-1».

Также в 1960г. Бернард Видроу и Марсиан Хофф из Стэнфорда разработали адаптивную модель обучения под названием ADALINE (ADaptive LInear NEuron - адаптивный линейный элемент) и впоследствии доработанную как MADALINE (The Multiple ADaptive LInearElements). ADALINE была первоначально разработана для классификации бинарных паттернов; последующая разработка MADALINE была широко использована в качестве адаптивного фильтра, предназначенного для устранения эха на телефонных линиях, и поэтому являет собой, возможно, первый пример применения искусственной нейронной сети к инженерной проблеме.

В конце шестидесятых – всего через несколько лет после новаторских работ Мак-Калока и Питтса, Розенблатта, Видроу и Хоффа – пара Мински и Паперта практически в одиночку остановила исследования в этой зарождающейся области нейронных вычислений, опубликовав в 1969 году свою критическую статью «Персептроны»⁹. Эта работа выявила некоторые ограничения однослойного персептрона Розенблатта (SLP). В частности, они показали, что SLP неспособны вычислять нелинейно разделимые функции, такие как математическая функция «четности» или топологическая функция «связности». С публикацией «Персептронов и первыми успехами в области символического искусственного интеллекта (подхода, которому отдавали предпочтение Мински и Паперт) очень скоро стало крайне непопулярным продолжать исследования в области обучения нейронных сетей, наступила так называемая «зима коннекционизма».

Если общая методология первых попыток построить машины, способные «думать самостоятельно», заключалась в разработке «моделей мозга», то первые корни альтернативного подхода можно проследить до «Дартмутской конференции» 1956 г., где впервые был введен термин «искусственный интеллект» (ИИ). Дартмутская конференция успешно собрала всех основных участников, работающих над искусственным интеллектом для месячного «мозгового штурма». «Исследование должно основываться на предположении, что каждый аспект обучения или любой другой признак интеллекта в принципе может быть описан настолько точно, что для его моделирования может быть создана машина. ...Мы считаем, что это значительный прогресс может быть достигнут в одной или нескольких из этих задач, если тщательно отобранная группа ученых будет работать над ней вместе в течение лета»¹⁰.

⁸ Rosenblatt F. Two theorems of statistical separability in the Perceptron. In: The Mechanization of thought processes: proceedings of a symposium held at the National Physical Laboratory1. 1958. P. 419–449.

⁹ Minsky M. & Papert S. Perceptions: an introduction to computational geometry, The MIT Press. 1969.

¹⁰ McCarthy J., Minsky M., Rochester N. & Shannon C. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on

И хотя Дартмутская конференция не достигла своей главной цели – способствовать «подлинному объединению» информации и сотрудничеству, она предоставила возможность двум относительно неизвестным ученым Аллену Ньюэллу и Герберту Саймону – представить свои работы.

Герберт Александр Саймон был американским эрудитом, впоследствии получившим Нобелевскую премию по экономике 1978 г. за свои новаторские исследования процессов принятия решений в экономических организациях, а Аллен Ньюэлл был исследователем компьютерных наук и когнитивной психологии в корпорации RAND. Вместе с системным программистом RAND Джоном Клиффордом Шоу они разработали первую «классическую» программу искусственного интеллекта под названием «логический теоретик». Это была программа, включающая в себя «рассуждение как поиск» и «специальные эмпирические правила» под названием эвристика (заимствование термина у Джорджа Поля) и «обработка списков» (технологии обработки компьютерных данных, впервые предложенные Шоу).

Одним из наиболее влиятельных исследователей, продолжавших работать в области нейронных вычислений в новую эпоху (то есть после публикации критики перцептронов Минского и Паперта), был физик Джон Хопфилд. Хопфилд, который установил связь между ИИ и физикой в 1982 г., используя идеи, заимствованные из статистической физики, проанализировал поведение простой бинарной сети клеток типа МСР, в которой выход каждого нейрона связан с входами всех других нейронов в сети. Хопфилд считал, что в такой сети в любой данный момент времени выход всех нейронов следует рассматривать вместе как переходное состояние сети¹¹. Работа Хопфилда привела к разработке машины Больцмана¹², которую можно рассматривать как стохастическое генеративное расширение сети Хопфилда.

Сети Кохонена (созданные в 1982 г. финским профессором и исследователем доктором Теуво Кохоненом) являются одним из основных типов самоорганизующихся нейронных сетей. Способность к самоорганизации дает новые возможности – адаптацию к ранее неизвестным входным данным. Это, по-видимому, самый естественный способ обучения, который используется в нашем мозге, где нет определенных паттернов. Эти паттерны формируются в процессе обучения, которое сочетается с обычной работой. Сети Кохонена – это синоним целой группы сетей, использующих самоорганизующийся метод обучения конкурентного типа. Мы настраиваем сигналы на входы сети, а затем выбираем выигрышный нейрон, который наилучшим образом соответствует входному вектору. Кохонен провел ряд исследований по применению сетей, сохраняющих топологию, в таких

Artificial Intelligence. 1955. P. 12–14.

¹¹ Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities // Proc. Nat. Acad. Sci. 79 (8). 1982. P. 141–146.

¹² Ackley D.H., Hinton G.E. A Learning Algorithm for Boltzmann Machines. Cognitive Science: 9 (1). 1985. P. 147–169.

разнообразных областях, как распознавание речи и структурирование семантических сетей. Фонетическая пишущая машинка – это система, основанная на карте пространства фонем Кохонена. Слово можно распознать, наблюдая путь в фонемном пространстве, реконструированном сетью.

Одним из ключевых моментов в нейросетевых исследованиях, которые привели к возрождению в области искусственных нейронных сетей, стали исследования 1980-х гг., когда были разработаны правила, которые могли бы быть применены в многослойных нейронных сетях – сетях с так называемыми «скрытыми нейронами» (например, обработка узлов, непосредственно не подключенных к выходной сети).

Многослойный персептрон (MLP) представляет собой искусственную нейронную сеть с присутствием в ней более одного персептрона. Он отличается от логистической регрессии тем, что между входным и выходным слоями может быть один или несколько нелинейных слоев, называемых скрытыми слоями. Более того, он имеет большое значение в истории нейронных сетей и искусственного интеллекта в силу того, что Франк Розенблатт охарактеризовал его как устройство, а не алгоритм. Наибольшее распространение MLP получил в 80-е годы XX века в системах распознавания речи и машинного перевода.

Начало XXI века ознаменовалось бурным развитием механизмов и машин с использованием искусственного интеллекта. Появились машины, которые имитируют рассуждение, реплицируют себя, участвуют в создании новых механизмов. Все это приводит к вопросу: могут ли машины думать как человек и где та грань, после которой механизм можно считать даже условно разумным? До сих пор точно не изучены процессы умственной деятельности человека и процессы, протекающие в нейронах. Поэтому вопрос о «разумности» машин или имитации ими разумной деятельности все еще остается открытым.

Математик и криптограф Алан Тьюринг в 1950 г. посредством созданного им так называемого «Теста Тьюринга» пытался решить этот вопрос. Он рассуждал о том, что может ли цифровой компьютер преуспеть в определенном виде игры («Игра в имитацию»). Более того, сам Тьюринг считал, что совсем скоро у нас появятся цифровые компьютеры, которые «преуспеют» в имитационной игре.

«Игра в имитацию» описывается следующим образом. Существует три игрока: машина, человек, имитирующий действия машины, и человек, который должен, задавая вопросы обоим, определить, кто является человеком, а кто машиной (при этом он не имеет визуального и слухового контакта с ними). Тьюринг считал, что если этот тест будет пройден, то машину можно будет признать «думающей».

На сегодняшний день считается, что в первоначальном варианте тест за свою почти 70-летнюю историю пройден не был.

В 1980 г. американский философ Джон Сёрл провел эксперимент, названный «китайская комната».

В изолированной комнате находится человек (носитель английского, без знания китайского языка) с коробками с китайскими символами и инструкцией на английском языке по управлению этими символами. Люди в другой комнате отправляют этому человеку некоторые китайские иероглифы. Следуя инструкциям, этот человек отправляет правильные ответы, не понимая сути и семантики посылаемых ответов.

Таким образом, Сёрл опровергает теорию о компьютерной системе вычислений разумом человека и говорит о некорректности «Теста Тьюринга». Машины могут, пока, по крайней мере, только имитировать действия человеческого мозга и разума.

Исследования Сёрла являются важными для понимания теории сознания, философии языка и изучения нейронных сетей в целом.

Понятие «сознание» всегда вызывало и ещё долго будет вызывать самые активные дискуссии о принципах его формирования и существования.

Некоторые ученые предполагают, что содержание сознания — это подмножество переживаний, эмоций, мыслей и убеждений, порождённых бессознательными процессами в нашем мозге, которое принимает форму постоянно обновляющегося личного повествования, существующего параллельно с нашим личным сознанием. При этом, что особенно важно, последнее не имеет никакого влияния на первое. Однако так думают далеко не все. Многие специалисты пытаются выделить физические области в мозге, которые отвечают за сознание.

Команда учёных из Гарварда в 2016 г. проанализировала 36 пациентов, находящихся в больнице с поражением ствола головного мозга – 12 из них находились в коме (без сознания), а 24 были определены как находящиеся в сознании. Исследователи составили подробные карты мозга каждого пациента, чтобы попытаться объяснить, почему некоторые сохраняли сознание, несмотря на свои травмы, тогда как другие впали в коматозное состояние. Они обнаружили довольно надёжную связь повреждения тегментума (покрышки мозга) с комой. Десять из 12 бессознательных пациентов имели повреждения в этой области, и только один из 24 пациентов был в сознании. Помимо этого специалисты определили две области в коре головного мозга, которые связаны с тегментумом и, скорее всего, играют не последнюю роль в регуляции сознания. В более ранних исследованиях уже отмечалась роль этих областей в формировании и регулировании сознания, но впервые была зафиксирована их связь со стволом мозга. Команда дважды проверила свою работу, показав, что у всех исследуемых пациентов была нарушена сеть между этими тремя зонами мозга. Авторы признают, что им нужно, как минимум, проверить полученные результаты на более широкой группе пациентов. Независимые команды также должны будут подтвердить эти результаты, прежде чем можно будет с уверенностью сказать, что эти три области являются физическим источником сознания¹³.

¹³ Кристофер Бергланд. Гарвардское исследование местоположения сознания. URL: <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/the-athletes-way/201611/harvard-study-decrypts-the-ancient-mystery-consciousness>.

Но есть и гипотеза о сущности сознания на грани метафизики, которая не менее интересна, чем предыдущая. Никого не оставляет равнодушным тот факт, что каждый из нас состоит из звёздного вещества, эволюционирующего в процессе формирования Вселенной.

В октябре 2016 г. в рамках исследования группы ученых из Канады и Франции¹⁴ делается предположение, что, как и вселенная, наш мозг может быть запрограммирован на максимизацию беспорядка. Исходя из этого, наше сознание может быть просто побочным эффектом, возникая естественным образом в результате того, что наш мозг максимизирует свое информационное содержание. Другими словами, что, если сознание – это побочный эффект «движения» нашего мозга к состоянию энтропии? Специалисты собрали и исследовали два набора данных: сначала они сравнили паттерны нейронных связей участников, когда они спали и бодрствовали; а затем сравнили паттерны пяти пациентов с эпилепсией во время нормального состояния и эпилептического припадка. В обеих ситуациях они наблюдали одну и ту же тенденцию – мозг участников демонстрировал более высокую энтропию, когда находился в полностью сознательном состоянии.

«Мы получили удивительно простой результат: состояния обыкновенного бодрствования характеризуются наибольшим числом возможных конфигураций взаимодействий между нейронными сетями в мозге, представляющих самые высокие значения энтропии», — пишет команда. Это приводит исследователей к утверждению, что сознание может быть просто «эмерджентным свойством»¹⁵ системы, которая пытается максимизировать обмен информацией. Авторы этой работы также указали на недостаточность выборки, но их результаты оказались по-настоящему интригующими. Тем не менее эта работа является хорошей отправной точкой для дальнейших исследований и намекает на возможную новую гипотезу о том, что сознание может быть истинным проявлением энтропии, а не каким-то другим типом организации.

Мы делаем только первые шаги в том, чтобы попытаться понять, как организация мозга может влиять на наше сознание, и может ли, ведь есть намёки на то, что сознание может существовать само по себе, хотя пока это сложно для понимания.

Проведенные исследования могут стать фундаментом для разработки новых видов нейронных сетей и вычислительных алгоритмов, в большей степени имитирующих физическую организацию человеческого сознания, а следовательно, с большей вероятностью способных к имитации самого человеческого интеллекта. В случае достижения подобных результатов это станет новым этапом в развитии философии нейронных сетей и искусственного интеллекта.

¹⁴ Physics word. Consciousness is tied to 'entropy', say researchers.2016. URL: <https://physicsworld.com/a/consciousness-is-tied-to-entropy-say-researchers/>.

¹⁵ Муратов А.С., Поварич И.П. Синергизм и эмерджентность: генезис их гармонизации в экономике и управлении // Вестник Кемеровского государственного университета. № 2012. С. 271–275.

В.А. Еровенко
(Минск)

ЭСТЕТИЧНОСТЬ ПО ВЕЙЛЮ И КУЛЬТУРОТВОРЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

О культуротворческом потенциале науки уместнее всего говорить тем, кто актуализирует свою науку в настоящем, и тем, кто в силу своего предвидения способен осмыслить целостный и живой опыт творчества совокупного человеческого разума. У большинства профессиональных математиков есть своя философия математики или свое понимание того, что такое хорошо и чем именно надо в математике заниматься. Многие математики изучают некоторые задачи из своего рода эстетических соображений. Поэтому понимание того, что делается в современной математике в когнитивном синтезе с другими областями культуры, является проблемным полем совместной эстетической деятельности, где необходимо участие как философов, так и математиков. Благодаря мировоззренческой широте своих концепций математика стала важнейшей общекультурной дисциплиной, так как без нее не может формироваться интеграция фундаментального образования в культуре.

* * *

Многие выдающиеся математики прошлого обращались к проблеме эстетики, пытаясь переосмыслить ее с позиций нового знания. Математику можно рассматривать как «колоссальную метафору», которую только можно вообразить на пределе человеческого сознания. «Метафоры никогда не идеальны, но ведь все научные модели – всего-навсего метафоры, т.е. они тоже на определенном этапе распадаются. Однако и метафоры, и модели жизненно необходимы для понимания центральной идеи, стоящей за математическими или научными процессами, или понятиями, которые вы пытаетесь изучить»¹. Математическая метафора, по сути, рассматривается как критически-рефлексивное размышление о том, что мы уже знаем. Математику оценивают не только интеллектуально с точки зрения ее полезности, но и эстетически. Эстетический отбор в математике оказывается полезным для логического совершенства сложной теории, хотя между ними тоже всегда остается неустранимое противоборство. Анализ эстетических оценок в современной математике, с одной стороны, связан со спецификой понимания природы эстетического в науке, а с другой стороны – с пониманием соотношения и взаимовлияния научного и художественного творчества. Наука в ее когнитивно-рефлексивной части – это прежде всего «конструирование» мира человека с помощью его интеллекта, который опирается на эстетические ощущения, а также веру в практику, допускающие или позволяющие математическое творчество, способное преобразовать их в хорошо логически выверенную математическую науку.

¹ Оакли Б. Думай как математик: Как решать любые задачи быстрее и эффективнее. Изд. 4-е. М.: Альпина Паблишер, 2019. С. 154.

Современная математика является важнейшей частью мировой культуры, но только частью. Поэтому вполне естественным выглядит наше желание, чтобы математическая деятельность была красивой и гармоничной. Математикам вполне созвучно одно из суждений культуролога Сергея Аверинцева, который говорил, что в нашей культуре то нехорошо, что нет места для тех, кто к ней относится не прямо, а «косвенно». Математические объекты как определенного вида социально-исторические объекты также являются общими культурными идеями, подобно знаменитым литературным персонажам. В то же время мы сталкиваемся с реальной неопределенностью в культурной и образовательной мотивации современной математики, с некоторой потерей ее культурной идентичности. Проблема поддержания надлежащего уровня общей математической подготовленности общества или хотя бы его наиболее образованной части постоянно возникала в разные эпохи. Нет ничего глупее, чем взгляд в прошлое с точки зрения современного уровня образования. Каждая культура имеет собственную версию традиций прошлого, поэтому нет единодушия в их определении, поскольку они определяются контекстом рассмотрения. Одним из основных смыслов слова *общекультурный* является абстрактное обозначение общего процесса интеллектуального, духовного и эстетического развития.

Если понимать культуру как способ бытия человека в мире, отличающий его от других живых существ, то тогда культура предстает как система многообразных форм человеческой деятельности. Поэтому, говоря о культуре, мы имеем в виду и науку, и образование, и философию, и искусство, и даже культуру производства, то есть все, что человек делает как человек, есть культура. Культура немислима без научной мысли во всех сферах своего проявления, которая имеет своей целью адекватное и полное познание своего предмета исследования. В центре научных интересов одного из великих математиков XX столетия Германа Вейля (1885–1955) находились математические исследования, в которых он стремился осознать их смысл, то есть развивал еще и свою философию математики. В докладе «Познание и осмысление», прочитанном в мае 1954 г. в Лозаннском университете по поводу вручения философской премии имени Арнольда Реймона, профессор Герман Вейль, например, говорил о том, что работа в области точных наук обостряет «интеллектуальную совесть» и тем самым также усиливает ответственность за все высказывания на «философские темы»². Вообще говоря, для Вейля был характерен творческий подход к философскому осмыслению математических и естественнонаучных результатов. Однако культурой математическая наука является лишь в той мере, в какой в ее содержании выражена познавательная способность человека, дающая возможность воспроизводить и создавать научное знание.

Такое отождествление науки с культурным явлением можно выразить словоупотреблением «наука как культура», в котором нельзя обойтись без

² Ерошенко В.А. Теорема Вейля о существенном спектре: анализ проблемы и направления исследований // Выбранные научовыя працы Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта: у 7 т. Т. VI. Матэматыка. Мінск: БДУ, 2001. С. 181–204.

компромиссов. Выступая в качестве посредника, культура обобщает человеческий опыт на различных этапах развития общества. Современная математика является «неотъемлемой частью» всего культурного наследия, но так ли это на самом деле? Наука в целом, как неотъемлемая часть культуры, конечно, содействует развитию культуры, но нельзя забывать и о неких деструктивных силах науки, которые тоже воздействуют на культуру. Усвоение азов такой культуры философы еще иногда называют «первичной социализацией». Понятие культуры в информационно развитом обществе недопустимо ассоциировать только лишь с гуманитарным знанием, которое само уже в XX веке стало собирательным понятием. Для общества опасно тотальное оскудение «коллективного бессознательного», приводящее к неизбежному «истаиванию тонкого слоя» всесторонне образованных людей, когда даже глубокое понимание прекрасного становится исключительной прерогативой самих масс. Конечно, у них есть право распоряжаться своей жизнью по своему усмотрению. Но у неравнодушных к такой перспективе людей, отвечающих за состояние образовательного уровня, тоже есть право – иметь по всему этому спектру мнений свое собственное мнение.

Математическую науку, с точки зрения требований обоснованности, можно расположить между ремеслом и искусством. Если каноны ремесла обусловлены традициями и определенными стандартами, то в искусстве они невербализованы и допустимая мера их нарушения зависит только от мировидения и фантазии художника. Развитие культуры – это всегда протест против интеллектуального застоя. Нельзя не признать, что современная культура развивается крайне неоднородно. Во избежание интеллектуальной катастрофы должна возникнуть новая культура, способная изменить систему ценностных представлений наших дней. Опрошение любого курса математики и любые административные ограничения в доступе к ней противоречат определению математики как общекультурной ценности. Вот что говорит об этом Герман Вейль: «На опыте занятий с нашими студентами мы всякий раз вновь убеждаемся в том, сколь длительное обучение требуется для того, чтобы приобрести необходимую для понимания этих доказательств во всей их строгости беспредвзятость мышления. С другой стороны, наряду с такими подтверждающими интуицию теоремами, анализ открывает многие недоступные ей вещи: нигде не имеющие касательной или же заполняющие полностью квадрат непрерывные кривые и т. п.»³. Но, даже несмотря на субъективный характер самого понятия доказательности математических рассуждений, которое в конечном итоге есть еще и их убедительность, оно носит общекультурный характер в том смысле, что в пределах одной и той же культуры споры о том, доказано или нет математическое утверждение, среди представителей разных методологических направлений хотя и неизбежны, но при этом практически сравнительно редки.

Эстетические экскурсы математиков вовсе не бескорыстны. Опытные исследователи хорошо знают, что внезапные озарения, происходящие в уме

³ Вейль Г. О философии математики. Изд. 2-е, стереот. М.: КомКнига, 2005. С. 16.

математика, очень редко его обманывают. Поэтому важно уметь правильно оценить прогностическую и еще эвристическую функции математической красоты теории, которые важны при определении эффективности и даже истинности математического открытия при отсутствии или, возможно, недостаточности соответствующих рациональных критериев. Эстетическое в математике, не претендуя на полноту, принято различать среди эстетических переживаний научного творчества, эстетических оценок научной мысли и эстетической подачи или оформления результатов, хотя для эстетического совершенства нет объективных и общезначимых законов. К концу XX века культура стала иной, а вместе с ней изменилась и наука. Даже фрактальная геометрия, говоря на языке эстетики, привнесла в науку новое понимание восприятия естественной природы. В ней, как это довольно часто бывает в современной компьютерной математике, обнаруживается связь эстетической привлекательности с фундаментальным знанием. Уместно напомнить, что наше ощущение прекрасного возникает под влиянием не только гармонии порядка, но также и определенного беспорядка сложных динамических процессов, «застывших в физических формах».

Не существует решенных проблем, говорил Анри Пуанкаре, существуют только более или менее решенные проблемы. Тем не менее истинные математические науки, которые чему-нибудь служат, могут развиваться в согласии с собственными принципами, не заботясь о бурях, бушующих вне их. Эстетическое чувство не только дает некоторое удовлетворение от творчества, но и является рабочим средством, которое может иногда дополнять строгое, чисто логическое рассуждение. Парадоксальность этого положения в том, что современная математика, включающая в себя элементы чувственного восприятия и красоты, по-прежнему остается для большинства образованных людей загадочным и таинственным «островом непонимания». Не стоит забывать, напоминал Пуанкаре, о чувстве математической красоты, известном многим работающим математикам, о котором он сказал так: «Среди многочисленных комбинаций, образованных нашим подсознанием, большинство безынтересно и бесполезно, но потому они не способны подействовать на наше эстетическое чувство; они никогда не будут нами осознаны; только некоторые являются гармоничными и потому одновременно красивыми и полезными; они способны возбуждать нашу специальную геометрическую интуицию, которая привлечет к ним наше внимание и таким образом даст возможность стать осознанными»⁴. Это и есть эстетическое чувство, знакомое настоящим математикам. Современная математика актуализировала старую проблему взаимодействия философско-эстетического и формально-математического познания на важном примере философского обоснования переусложненности математики.

Эстетическая целесообразность является косвенной помощью для ума, то есть она и поддержка, и руководство в предсказании или предчувствии

⁴ Пуанкаре А. Математическое творчество // Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М.: МЦНМО, 2001. С. 119.

математически сложных законов и их связей. Логическая отчетливость математических рассуждений основана на ясности принципов, а эстетическая составляющая – на неформальной субъективной ясности посредством живого созерцания. В работе «Логика. Пособие к лекциям 1800» Иммануил Кант утверждал, что «эстетическое совершенство» состоит в согласии знания с субъектом познания и основывается на особой чувственности человека. Даже эстетический предмет существует только относительно эстетически созерцающего субъекта, поэтому художественно образованный человек все же отличается от необразованного. Это в частности справедливо и по отношению к эстетике математического творчества. Только для хорошо математически обученного и подготовленного человека наполняется особым смыслом любая красивая математическая теория. Эстетически прекрасное относится не к акту восприятия математической теории, доказательства ее теорем или ее абстрактного построения, а к самому рассматриваемому предмету. Однако, рассуждая о критериях красоты в математике, следует иметь в виду, что сами эти понятия «эстетически окрашены» и поэтому трудно определяемы. Тем не менее среди них можно выделить такие, как: раскрытие бесконечного через конечное, понимание сложного с помощью простого и образная информативность языка математики.

Эстетичность, по Вейлю, также предполагает, что в природе существует внутренне присущая ей скрытая гармония, отражающаяся в наших умах в виде простых математических законов. Именно этим объясняется то, почему природные явления удается точно предсказывать с помощью наблюдений и строгого математического анализа, поскольку наш мир гармонически упорядочен посредством нерушимых законов математики. «Математика – наука творческая, поэтому математики, утратившие желание творить, не могут в полной мере получить от математики несравненное эстетическое удовольствие и наслаждение, способствующее возрастанию активности субъекта познания»⁵. Так, педагогическая адаптация культурологического потенциала математического образования включает определение целей общего образования и разработку проблемно-ориентированного содержания математического знания. Поэтому сегодня наиболее актуальная тематика связана с мировоззренческими переориентациями в современной стратегии общественного развития. Мировоззренческие ценности – это наивысшие ценности жизни и культуры, которые в значительной мере определяют жизненную ориентацию человека во всех сферах его интеллектуальной деятельности, его культурное пространство, хотя довольно трудно точно передать свое ощущение красоты другому.

Культура немислима без научной мысли во всех сферах своего проявления, которая имеет своей целью адекватное и полное познание своего предмета исследования. Культурой математическая наука является в той

⁵ Михайлова Н.В. Культурологический потенциал математического знания и его отражение в инновационном образовании // Инновации в образовании. 2019. № 7. С. 51.

мере, в какой в ее содержании выражена познавательная способность человека, дающая возможность воспроизводить и создавать новое научное знание. Поэтому сейчас есть все основания говорить о культуротворческом потенциале математического знания, поскольку культурология – это пока формирующаяся область знания, исследующая общие закономерности возникновения, функционирования и развития культуры как единой и сложной системы. Развитие культуры – это всегда явный протест против интеллектуального застоя. Однако нельзя не признать, что современная культура развивается крайне неоднородно. Во избежание интеллектуальной катастрофы должна возникнуть новая культура, способная изменить систему ценностных представлений наших дней. Опрошение любого курса высшей математики и любые административные ограничения в доступе к ней противоречат определению математики как общекультурной ценности. Например, несмотря на субъективный характер понятия доказательности математических рассуждений, которое в конечном итоге есть их убедительность, оно носит общекультурный характер. Заметим, что в пределах одной и той же культуры философские споры о том, доказано или нет сложное математическое утверждение, среди представителей разных методологических направлений сравнительно редки.

В красоте математики тоже присутствует элемент субъективного восприятия, зависящий от аналитического или геометрического склада математического мышления. Несмотря на естественные проблемы взаимного непонимания при обсуждении принципиально новой математической конструкции или нового математического объекта, только логически обоснованная аргументация кажется спорящим наиболее убедительной и понятной. Поэтому к признакам красоты относят абстрактность, логичность, нетривиальность, структурированность и простоту. Хотя не существует единой для всех формулы красоты, можно говорить о «принципе красоты», или «принципе эстетического отбора» в математике. «Он служит надежным критерием «эстетической целесообразности»: узнавания прекрасного и отсеивания безобразного. В науке эстетический отбор заключается в зарождении, выживании и развитии наиболее целесообразных, эффективных, совершенных понятий и теорий»⁶. Даже в самом математическом знании иногда возникают философско-методологические вопросы, выходящие за рамки нетривиальных математических теорий и имеющих отношение как к мировоззренческой, так и эстетической проблематике. Кроме того, с мировоззренческой точки зрения общей методологии познания ни одна наука не закончена, но именно математика, как начало «беспредельного» знания, стала началом рассудочной способности человека.

Вряд ли надо кого-нибудь убеждать в том, что математическая истина для математика дороже, чем его собственное мнение. «Привести ум в порядок» очень важно, но нельзя забывать, что ум в отрыве от сердца не способен чувственно воспринять математические утверждения. Один из

⁶ Вечтомов Е.М. Об эстетике математики // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2012. Т. 4. № 1. С. 71.

афоризмов Блеза Паскаля гласит: «Мы постигаем истину не только разумом, но и сердцем». Поэтому практические мотивировки математического знания, субъективная окраска сложного математического материала и отсылки к современности совершенно необходимы в арсенале качественного обучения. Хотя у сердца есть немало собственных чувств, непостижимых разуму, но они способны обобщить жизненный опыт человека и прийти на помощь рассудку. По существу, речь идет об элементах духовного мира человека, которые неявно обеспечивают эффективность целостной познавательно-ориентационной деятельности человека и могут стать духовным побудителем его сознательной социально-практической деятельности. Математика, как важнейшее культурное явление нашей жизни, влияет на нашу духовную жизнь настолько, что мы сами не всегда это осознаем. Математика – наука не созерцательная, а творческая, поэтому даже математики, утратившие желание творить, не смогут в дальнейшем получить в полной мере от математики несравненное эстетическое удовольствие и наслаждение. Эстетическая привлекательность математики, к которой часто совершенно нечувствительны многие люди, считающие себя хорошо образованными, может быть вполне реальной не только для немногих избранных.

Эстетический потенциал сложных математических конструкций сближает математику с искусством, кроме того «экономия мышления» доставляет дополнительное эстетическое удовлетворение. К сожалению, наименьшей эстетической ценностью чаще обладают многие разделы элементарной математики, несмотря на их практическую ценность. Герман Вейль в своих работах пытался объединить истину с красотой, а когда ему приходилось выбирать между ними, то, опираясь на свободу выбора, выбирал красоту. В связи с этим он говорил: «Построения математического ума являются одновременно и свободными, и необходимыми. Отдельный математик свободен определять свои понятия и устанавливать свои аксиомы как ему угодно. Но вопрос – заинтересует ли он своих коллег-математиков продуктами своего воображения. Мы не можем не чувствовать, что некоторые математические структуры, развившиеся благодаря совместным усилиям многих ученых, несут печать необходимости, которая не затрагивается случайностями их исторического появления»⁷. Герман Вейль считал, что сила современной математики проявляется во взаимодействии аксиоматических и конструктивных методов математического познания. Например, даже аксиоматический подход способствует обнаружению внутренних связей разных областей математики, которые, казалось бы, лежали далеко друг от друга, что способствует объединению различных ветвей математики и унификации методов внутри этих областей.

Фундаментализация математической составляющей университетского образования включает в себя формирование общекультурных основ процесса обучения высшей математике. С одной стороны, культура не мыслима без научного, в том числе, и математического знания, а с другой стороны, наука

⁷ Вейль Г. Полвека математики. М.: Знание, 1969. С. 26.

является культурой в том смысле, что в каждом ее содержании выражена познавательная способность человека. Математика как культурный феномен характеризуется специфическим формализованным языком, логической точностью формулировок утверждений в изложении математики, а также строгостью доказательств и аргументированностью выводов математических теорий. Культурологический потенциал высшей математики способствует развитию математической культуры студентов, включая определение целей математического образования на гуманитарных и естественнонаучных специальностях. По существу, следует отметить, что культурологический подход и методологическая строгость в математике являются сторонами одной медали в сложном мире математических образов, раскрываемых в математических структурах, а еще различные философские концепции обоснования разделов математики выглядят не только антагонистичными, а в терминах системного подхода вполне соизмеримыми и даже нуждающимися друг в друге. Непреходящая эстетическая ценность математики связана еще с тем, что в организации ее структур заложена ориентация на выявление принципа красоты, что подтверждается философско-рефлексивным анализом истории развития и становления математического знания.

Определить математическую красоту очень трудно, но то же можно сказать и о красоте в любой области творческого самовыражения, что, вообще говоря, не мешает ее распознаванию. Красота волнует нас, когда она проникает к нам в душу. Мир математических формул и идей может пробуждать в нас чувственное волнение, которое не может дать окружающий нас «вещественный мир». Математик ищет красоту, но не выпячивает ее. А чтобы узнать истоки этой красоты, надо сначала попытаться узнать все ее наиболее значимые характеристики. Эстетичность математики в таком понимании можно рассматривать не как самый общий, а как самый глубокий признак. В истории развития математической мысли выделяют три типа понимания: математическое, эстетическое и художественное. Герман Вейль предполагал, что в природе существует внутренне присущая ей «скрытая гармония», отражающаяся в наших умах в виде «простых» математических законов. Именно этим, по его мнению, объясняется, почему природные явления удается предсказывать с помощью наблюдений и математического анализа, поскольку мир «гармонически упорядочен» посредством законов математики⁸. Но эстетическое понимание гармонии, как качественное выражение внутренней сущности меры вещей и явлений, сопряжено с духовными переживаниями при восприятии красоты, в которой чувство изящного – это чувство эстетического удовлетворения.

Математическая жизнь хорошо вписывается в историю цивилизации, а красота и интеллект – это неизменные атрибуты современной жизни. Главным аспектом университетской жизни всегда было интеллектуальное познание и творческое самовыражение в той или иной форме научной и педагогической работы. Для хорошо тренированного интеллекта настоящая

⁸ Еровенко В.А. Эстетическая ценность математического знания и преподавание математики // Российский гуманитарный журнал. 2016. Т. 5. № 2. С. 108–121.

математика обладает особым преимуществом в красоте. Например, согласно «формуле математической эстетики», красота математического рассуждения складывается прежде всего из наглядности и неожиданности. Эстетические ощущения, как переживания скрытой истины и простоты, связаны с эмоциональной составляющей всего образовательного процесса, которые помогают преподавателям математики в борьбе со все усложняющейся социокультурной реальностью. Нельзя также не указать на существование определенной зависимости между математикой и философско-эстетическими тенденциями конкретной социокультурной эпохи, оказывающей влияние прежде всего на философию математического образования. Однако в сложных математических формулах Герман Вейль видел универсальную причину существования физического мира и даже выдвинул смелую гипотезу о том, что совокупность физических явлений можно вывести из единственного мирового закона «высшей математической простоты». Для настоящей любви к математике нужен «ореол мудрости» и понимание хотя бы некоторых разделов математики, дающие толчок к интеллектуальной и научной деятельности. При этом следует подчеркнуть, что эстетический выбор в математике всегда индивидуален, но чем богаче интеллектуальный опыт человека в различных областях знания, тем он свободнее.

Цивилизация предполагает сотрудничество не только всех членов человеческого сообщества, хотя это понятие часто лишено реального содержания, но также и понимание трудностей эстетического восприятия результатов деятельности всех интеллектуальных сообществ настоящего и прошлого, которые, по сути, всегда находятся в контакте между собой. Возможно, поэтому многие философско-математические тексты прошлого одновременно открыты и закрыты для нас. Неслучайно Сергей Аверинцев задавался вопросом, как вообще возможно постижение далеко отстоящей от нас культуры, в частности математической культуры, поскольку события нашей духовной жизни не сопоставимы напрямую с событиями ушедших веков. «И когда сегодня мы вспоминаем Германа Вейля, то прежде всего приходит на память его колоссальная разносторонность, его умение в каждой частности видеть «математику в целом» и в «математике в целом» различать все многообразие задач и методов, тенденций и идей – с присущей этим идеям способностью то мирно взаимодействовать, дополняя и исправляя друг друга, то яростно противоборствовать и вытеснять одна другую»⁹. Культуротворческий потенциал математического знания состоит в том, что, в соответствии с его функциями, повышение общематематической культуры способствует повышению общей культуры мышления.

В рамках культурологического подхода математику и ее эстетичность может объединить культура как система образовательных ценностей, в деятельностной основе которой предполагается наличие когнитивных начал математического убеждения, формирующих методологическое сознание ученых. В таком контексте междисциплинарный характер методологии

⁹ Яглом И.М. Герман Вейль. Изд. 2-е. М.: Издательство ЛКИ, 2007. С. 41.

практического математического образования сохраняется и дополняется частными методами культурологического характера, направленными на потенциальные возможности образовательной математической области. Следует также отдавать себе отчет в том, что обучение конкретным разделам математики не берет на себя обязательство сформировать математическую культуру студентов во всей ее полноте. Но среди образных характеристик общей математической культуры, в контексте проблемноориентированного математического образования, главными для нас по-прежнему остаются духовные ценности, а все остальные пока второстепенны. Математическая культура транслирует свои научные идеалы, специфические образцы и интеллектуальные нормы исследования при организации совместной деятельности через систему университетского образования. Однако надо иметь в виду, что при решении разных задач, имеющих ярко выраженную математическую составляющую, то есть формально логическую, нередко решающую роль в процессе выработки решения может сыграть эстетическая или внелогическая компонента нашего сознания. Современная математика представляет прекрасную возможность для обучающихся воспроизводить, а также понимать и создавать красоту в математике.

Красота многих раздражает, но красоте математики не завидуют даже женщины. Красивое решение математической задачи должно удивлять своей неожиданностью, но одной только необычностью нельзя объяснить чувство изящного в высшей математике как удовлетворение потребностей ума. При формировании эстетического вкуса в когнитивном процессе изучения математики, провоцирующего интеллектуальную любознательность, особая методическая роль отводится задачам, которые ассоциируются с понятием красоты. Самостоятельно найденный оригинальный способ решения задачи или предвосхищение логически стройного доказательства теоремы уже может вызвать особое эстетическое чувство. Но в таком контексте проблема формирования эстетического вкуса при решении математических задач, развивающая интерес к математике, методологически не разработана, хотя личный опыт преподавания высшей математики подтверждает важность эстетического элемента в глубинах математики, непонимание которого приводит к равнодушию к математике. Занятия высшей математикой, главным образом, как примера строгого и точного суждения, в которой культурологические образы обеспечивают целостность и определенность, являются важнейшей областью творческой деятельности, выявляющей человеческую сущность в ее стремлении, по Вейлю, к мировой гармонии в интеллектуальной сфере сознательной жизни.

УДК 101, 9; 113 / 119

П.С. Карako
(Минск)

К.А. Тимирязев как естествоиспытатель и представитель русского космизма

Выявляется вклад К.А. Тимирязева в раскрытие влияния излучений Солнца на осуществление процессов фотосинтеза в листьях зеленых растений. Подчеркивается приоритет русского ученого во включении в систему научного знания положения о космической функции таких растений в биосфере Земли. Обращается внимание на значимость космической идеи этого биолога на становление космических воззрений у последующих представителей русского космизма (Н.А. Умов, В.И. Вернадский и т. д.). Фиксируется и практическая направленность его научных положений на решение проблем обеспечения населения России продовольствием и охраны природы.

* * *

В последние годы заметно возрастание интереса многих российских ученых к русскому космизму. В работах Б.М. Владимирского, В.Н. Демина, С.И. Шлёкина к числу представителей данного течения русской мысли стали причисляться многие литераторы, естествоиспытатели, представители ряда других областей знания и искусства. Но среди их числа нет даже упоминания имени замечательного русского ученого, пропагандиста научных знаний и общественного деятеля К.А. Тимирязева. Академик В.И. Вернадский (1863–1945) называл его «крупным ученым и яркой личностью», который «посвятил всю главную свою работу одной области ботаники – изучению хлорофилла, выяснению энергетических процессов зеленого растения. Это один из глубочайших вопросов биологии, и в этой области Тимирязев работал во всеоружии науки своего времени, достиг блестящими опытами крупных обобщений, получил точные числа, служащие основами нашего современного понимания этих явлений»¹.

В другой работе Вернадский конкретизирует главные достижения Тимирязева в области познания явлений жизни. По его заключению, они состояли в том, что русский ботаник еще «в начале XX в.» своими «блестящими опытами» раскрыл «неразрывную связь» всего живого с «космической средой». Как же удалось ботанику выявить эту связь? В чем она проявляется? Оказало ли данное открытие влияние на становление космических воззрений у последующих поколений русских ученых?

Отмеченные вопросы и определили внимание автора настоящей работы к творчеству Тимирязева, его причастности к тому течению мысли, которое получило название *русский космизм*. При этом первостепенное значение

¹ Вернадский В.И. Памяти профессора Климентя Аркадьевича Тимирязева // Вибрані праці академіка В.І. Вернадського. Київ: НБУВ, 2011. Т. 1. Кн. 2. С. 283, 284.

будет иметь краткое освещение основных вех творческой деятельности именитого ботаника, гражданина и мыслителя.

К.А. Тимирязев «обладал широкой эрудицией и огромными знаниями»

(В.И. Вернадский)

Климент Аркадьевич Тимирязев (1843–1920) – именитый ученый-ботаник, один из основоположников русской школы физиологии растений и учения о фотосинтезе. В 1865 г. с отличием окончил естественное отделение физико-математического факультета Петербургского университета. Его преподавателями в университете были А.Н. Бекетов, Д.И. Менделеев и многие другие крупные ученые России второй половины XIX в. С 1868 по 1870 г. проходил подготовку к профессорской деятельности в ряде университетов Германии и Франции. Так, в Гейдельбергском университете (Германия) он имел честь лично познакомиться и получить навыки спектрального анализа у таких видных ученых, как Р. Бунзен, Г. Гельмгольц, Г. Кирхгоф и других. Во Франции значимыми для становления Тимирязева как физиолога растений имели лекции знаменитого химика Ж. Буссенго, которые он с удовольствием прослушал. В 1871 г. Тимирязев занимает должность профессора в Московской Петровской земледельческой и лесной академии. В данной академии он осуществлял научную и педагогическую работу до 1890 г. С 1878 г. он являлся и профессором Московского университета.

С начала 90-х годов XIX в. в этом университете начал вести научную и педагогическую работу и Вернадский. Значительно позже (30-е годы XX в.) он с удовольствием отмечал ту поддержку, которую оказал ему, молодому приват-доценту, уже именитый профессор Тимирязев в обосновании и чтении курса кристаллографии и минералогии на естественном отделении физико-математического факультета. В 1911 г. Вернадский, Тимирязев и ряд других именитых ученых России в знак несогласия с притеснением студентов покинули стены Московского университета. С этого же года многие из них продолжили свою преподавательскую деятельность в Московском городском народном университете им. А.Л. Шанявского. В их ряду были Тимирязев и Вернадский.

Следующей вехой их совместной деятельности был 1917 г. 10-го июня этого года Вернадский был избран председателем Сельскохозяйственного комитета – правительственной структуры, в задачу которой входила разработка научной политики в области сельского хозяйства. В комитет вошли К.А. Тимирязев, Д.Н. Прянишников, Н.М. Тулайков и ряд других известных ученых². Комитетом были разработаны научные основы государственной политики России в области сельского хозяйства. Их содержание изложено в специальных статьях Вернадского³. Можно только сожалеть, что предложенные комитетом положения остались невыполненными.

² Вернадский В.И. Публицистические статьи / В.И. Вернадский. М.: Наука, 1995. 313 с.

³ Там же.

Взаимоотношения Вернадского с Тимирязевым продолжались и в последующие годы. Вернадский высоко ценил педагогическую деятельность старшего товарища, его научные труды, стремление связать физиологию растений с практическим земледелием, непримиримость к разного рода концепциям витализма в науке о жизни, отстаивание научной выраженности эволюционной идеи Ч. Дарвина и т. д. Он обоснованно отмечал, что Тимирязев в своих научных трудах «будил мысль, так как обладал широкой эрудицией и огромными знаниями. Помимо своей воли, он тем самым участвовал в отходе от старого его мировоззрения. Тимирязев весь был проникнут верой в науку и ее силу»⁴.

«Силу» научного знания Тимирязев оценил и выразил еще будучи студентом. Касалась она прежде всего эволюционного учения Дарвина, изложенного им в труде «Происхождение видов» (1859 г.). В 1864 г. в журнале «Отечественные записки» студентом Тимирязевым были опубликованы три статьи под общим названием «Книга Дарвина, ее критики и комментаторы». В 1865 г. данные статьи были переизданы в виде самостоятельной книги под названием «Краткий очерк теории Дарвина». В последующие годы она дополнялась автором и под названием «Чарлз Дарвин и его учение» вышла в 1883 г. При жизни ее автора она многократно переиздавалась на русском и многих других языках. В первой половине XX в. в Англии она являлась учебным пособием по курсу «Эволюционное учение». Автор данной статьи, будучи студентом биологического факультета Белорусского государственного университета (1963–1968 гг.), сдавать экзамен за курс «Дарвинизма» готовился по данной книге Тимирязева и подлиннику труда Дарвина. В своем труде Тимирязев продемонстрировал не только «широкую эрудицию и огромное знание» проблем эволюции живого, обосновываемых английским биологом, но и значимость его учения для становления научного мировоззрения людей. Впечатляет и описание Тимирязевым нравственных качеств Дарвина. Первая глава книги русского биолога называется «Дарвин как образец ученого». Ее содержание может быть примером глубокого понимания автором этики науки и ее творцов.

К.А. Тимирязев писал, что с момента появления вышеназванной книги Дарвина она является «единственной «философией биологии», остается единственным ключом для понимания общего строя органической природы, продолжает служить путеводной звездой современного биолога каждый раз, когда, отрывая свой взгляд от ближайших, узких задач своего ежедневного труда, он пожелает окинуть взором всю совокупность биологического целого»⁵. Это «бессмертное произведение» (Тимирязев) и для современного биолога остается «путеводной звездой». Тимирязев не ограничился только анализом данного произведения английского ученого. Им давалась высокая оценка и других работ классика эволюционного учения: «Изменение домашних животных и культурных растений» (1868), «Происхождение человека и половой подбор» (1871) и др. Русский ботаник не просто

⁴ Вернадский В.И. Памяти профессора Климента Аркадьевича Тимирязева. С. 283.

⁵ Тимирязев К.А. Избранные сочинения: в 4 т. М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 4. С. 236.

пересказывал основные положения идей Дарвина. Он обосновывал их объективность, приводил собственные примеры, подтверждающие, да и «расширяющие» положения Дарвина. Здесь можно назвать представление Тимирязева о целесообразной организации живых систем, соотношении необходимого и случайного в эволюции, раскрытие содержания понятия «*социальный инстинкт*»⁶ и многих других. Причем свои суждения по содержанию учения Дарвина он выражает языком, доступным для восприятия учащимися, студентами и всеми теми, кто интересуется проблемами живого и его эволюции. Данную сторону работ Тимирязева высоко ценил именитый русский, советский биолог, академик, президент АН СССР, Герой Соц. Труда В.Л. Комаров (1869–1945). В «Предисловии» к труду Тимирязева «Чарльз Дарвин и его учение» он писал, что «изложение Тимирязева, отличаясь железной логикой и ясностью, ничего подобного (отход от материализма. – П.К.) не допускает и должно быть рекомендовано всем и каждому. Запоминается оно надолго и дает сильный толчок к диалектическому воззрению на природу»⁷.

К словам Комарова можно добавить и то, что труды Тимирязева, касающиеся оценки идей Дарвина, способствовали распространению и утверждению дарвинизма не только в России, но и у европейской научной общественности. В ее среде русский биолог имел большой авторитет. Он был знаком и общался со многими выдающимися европейскими учеными второй половины XIX в. Являлся членом Лондонского Королевского Общества, почетным доктором Кембриджского и ряда других европейских университетов. В июле 1877 г. был принят в доме Дарвина. Эта встреча и беседа с английским биологом по актуальным проблемам ботаники и науки вообще произвела на Тимирязева неизгладимое впечатление.

Становлению «диалектического воззрения на природу» многих поколений людей способствовала и книга Тимирязева «Жизнь растений» (1878). При жизни ее автора она переиздавалась 9 раз. По признанию Вернадского, данная книга «является одной из классических книг нашей литературы, и тысячи людей получили из нее и из других общедоступных сочинений Тимирязева не только поучение и знание, но и стимул, определивший их жизненную деятельность»⁸. Данное сочинение не потеряло своего научного и образовательного статуса и в наш дни. К ряду «доступных сочинений» русского ученого следует отнести и его лекции под названием «Исторический метод в биологии» (1892, 1922). Автор настоящей статьи использовал положения этой работы Тимирязева в процессе преподавания философии студентам биологического факультета Белорусского государственного университета. Научный, методический и образовательный потенциал этих лекций именитого биолога сохраняется и в настоящее время.

В современной научной и учебной литературе не получает освещения и

⁶ Там же. С. 212.

⁷ Комаров В.Л. Предисловие // Тимирязев К.А. Избранные сочинения: в 4 т. М.: Сельхозгиз, 1949. Т. 4. С. 12–13.

⁸ Вернадский В.И. Памяти профессора Климента Аркадьевича Тимирязева. С. 284.

роль Тимирязева в становлении идей космизма в русской мысли. Данная сторона его творчества остается неизвестной для нынешних студентов и молодых ученых. Между тем он стоял у истоков русского космизма, его естественнонаучной ветви, является одним из первых ее основателей. Вот почему логическим продолжением размышлений автора статьи о содержании творчества Тимирязева будет раскрытие его представлений о роли «космической среды» (Вернадский) в явлениях жизни.

«Космическая роль растения»

Космические воззрения ботаника Тимирязева сформировались на основе обобщения результатов экспериментальных исследований влияния излучений Солнца на листья зеленых растений. Их результаты и выводы из них были выражены в содержании лекции под названием «Космическая роль растения», прочитанной русским ученым в Королевском Обществе Англии 30 апреля 1903 г. В этом же году под таким названием она была и опубликована на английском языке в одном из научных журналов Англии. В 1904 г. в сокращенном виде – на русском языке в журнале «Научное слово». Полный текст лекции – в книге Тимирязева «Солнце, жизнь и хлорофилл» (1923). Какие же суждения он высказал в своей лекции? Как ему удалось выявить космическую функцию растений?

Прежде всего в лекции Тимирязев отметил, что он более 30 лет занимался исследованием влияния солнечного света на зеленый лист растений. Еще в 1868 г. им была определена конкретная задача такого исследования во всей ее широте в следующих положениях: «Изучить химические и физические условия этого явления, определить составные части солнечного луча, действующие посредственно или непосредственно в этом процессе, проследить их участь в растении до их уничтожения, т. е. до их превращения во внутреннюю работу, определить соотношение между действующей силой и произведенной работой – вот та светлая, хотя, может быть, отдаленная задача, к осуществлению которой должны быть направлены все силы ботаников»⁹. В России он был единственным ботаником, который занялся решением поставленных задач.

Успех их осуществления был обеспечен освоением ботаником метода спектроскопии, который со второй половины XIX в. стал применяться в естествознании. Уже в 1869 г. на Первом Московском съезде естествоиспытателей им была представлена работа по спектральному анализу явлений фотосинтеза. В данном исследовании «сочетались точные химические приемы разложения с точной спектральной характеристикой полученных продуктов»¹⁰ при воздействии солнечных лучей на зеленый лист растения. Это исследование было осуществлено в лаборатории Р. Бунзена (Гейдельбергский университет). По заключению Тимирязева, спектральный анализ солнечного света, воздействующего на зеленый лист, и тех веществ, которые образовались в нем под этим влиянием, «был единственный верный

⁹ Тимирязев К.А. Солнце, жизнь и хлорофилл М.-Л.: Гос. изд-во, 1923. С. 156.

¹⁰ Тимирязев К.А. Наука и демократия. Сборник статей 1904–1919. М.: Соцэкгиз, 1963. С. 498.

путь»¹¹, позволивший выявить космическую функцию растений. Им отмечалось и то, что он «был первым ботаником, заговорившим о нем (спектральном анализе. – П.К.), применившим его в физиологии растений»¹².

Уже с первых этапов постижения «первым ботаником» явлений фотосинтеза (образование органических веществ в клетках листьев растений под влиянием солнечных лучей), им выражалась уверенность, что раскрыть это явление «может только спектроскоп». Им был усовершенствован спектроскоп Бунзена и адаптирован для исследования составных частей солнечного луча и синтезированных под их воздействием в листьях растений органических веществ. Именно метод спектроскопии позволил «установить связь между Солнцем и деятельностью зеленого растения, а это доказывало, что именно лучи, поглощаемые зеленым веществом растения – хлорофиллом, затрачиваются на разложение в нем углекислоты воздуха, результатом чего является образование того органического вещества, которое служит единственным источником пищи для всего растительного и животного мира»¹³.

К.А. Тимирязевым были приложены значительные усилия по выявлению условий формирования молекул хлорофилла в листьях растений. Им выдвигалось положение, что предшественником хлорофилла является растительный пигмент – протофиллин, формирующийся в серии темновых реакций в листьях растений, а на свету данный пигмент превращается в хлорофилл.

Но самым принципиальным положением, обоснованным русским ботаником, была идея о космической функции хлорофилла и листьев зеленых растений. Их установить стало возможным благодаря спектроскопу. Именно он позволил выявить космическую связь между Солнцем и зеленым растением. В свою очередь «связь между солнцем и листом приводит нас к самому широкому, самому обобщаемому представлению о растении. В ней раскрывается перед нами *космическая* роль растения. Зеленый лист, или, вернее микроскопическое зеленое зерно хлорофилла, является фокусом, точкой в мировом пространстве, в которую с одного конца притекает энергия Солнца, а с другого берут начала все проявления жизни на Земле. Растение – посредник между небом и Землей. Оно истинный Прометей, похитивший огонь с неба»¹⁴.

Существенной стороной исследований Тимирязевым космической функции зеленых растений было и выявление той части солнечных лучей, которые непосредственно поглощаются хлорофиллом листьев. Ими оказались красные лучи солнечного спектра. Русским ученым были приложены значительные усилия к определению их роли в процессах фотосинтеза. Против данного открытия резко выступал немецкий физиолог растений В. Пфеффер (1845–1920). Последний утверждал, что хлорофиллом

¹¹ Там же.

¹² Там же. С. 262.

¹³ Тимирязев К.А. Наука и демократия. С. 262–263.

¹⁴ Тимирязев К.А. Сочинения: в 10 т. М.: Сельхозгиз, 1938. Т. 5. С. 407.

поглощаются желтые лучи Солнца. Однако исследования Тимирязева были настолько убедительны, что его немецкий оппонент был вынужден признать ошибочность своих возражений. Но, не ссылаясь на положения Тимирязева, он в конце концов стал считать красные лучи солнечного спектра ведущими в жизни растений. В работе¹⁵ Тимирязев весьма подробно осветил отношение Пфеффера к его открытию.

По убеждению Тимирязева, только красные лучи Солнца обладают той энергией, которая достаточна для разложения углекислого газа (СО₂), поглощаемого листьями растений из окружающего их воздуха, на углерод (С) и свободный кислород (О₂). Первый используется в последующих синтезах сложных органических веществ в растении. Для осуществления всех этих процессов необходима и вода, которая всасывается корневой системой растений и по их стеблям поступает в листья. Все происходящее в растениях биолог выразил следующим химическим уравнением:

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{лучи Солнца и теплота} = \text{глюкоза, крахмал, клетчатка и др. вещества} + \text{O}_2$

Отмеченные органические соединения являются пищей для микроорганизмов, животного мира, в том числе и для человека, а свободный кислород необходим для дыхания. По заключению Тимирязева, «его деятельность (листа. – П.К.) снабжает необходимым веществом и необходимой силой весь органический мир, не исключая человека»¹⁶.

В данном суждении выражена не только планетарная, но и космоземная функция зеленых растений. Ведь исходным фактором химических и биологических процессов в листьях растений выступают лучи Солнца (космический фактор). Их воздействие на молекулы хлорофилла листьев есть физический процесс. Спектральный анализ (метод физики) раскрывает его сущность и роль в порождении химических и биологических синтезов в клетках листьев.

В одной из наших книг отмечалось, что исследование Тимирязевым явления фотосинтеза позволило раскрыть место и значимость физических процессов в нем. Далее автор книги писал: «То обстоятельство, что тела живой и неживой природы состоят из одних и тех же элементов, подчиняются общим для всей природы физическим и химическим законам, являются одним из весомых естественнонаучных доказательств материального единства мира. Физические, химические и биологические процессы выступают как проявление единого материального движения»¹⁷. Последнее, как показал Тимирязев, можно и необходимо изучать и едиными научными методами. Отсюда становится неудивительным и тот факт, что исследования Тимирязевым космической функции зеленых растений первыми оценили физики.

При его жизни коллега по Московскому университету, физик-космист

¹⁵ Тимирязев К.А. Солнце, жизнь и хлорофилл.

¹⁶ Тимирязев К.А. Сочинения: в 10 т. М.: Сельхозгиз, 1938. Т. 4. С. 163.

¹⁷ Карако П.С. Революция в современной биологии и ее социальные аспекты. Минск: Изд-во БГУ, 1982. С. 100.

Н.А. Умов (1846–1915) отметил значимость исследований русского биолога. В специальном «Адресе Московского Общества испытателей природы», направленном К.А. Тимирязеву в связи с его 70-летием (1913), Умов писал: «Вы впервые увидели свет: все восхождение Ваше было в свете. Эта чудесная стихия, эмблема высочайших идеалов человека, была Вашей родной стихией. Вы увлекли ее в свою лабораторию и здесь изучали те условия, которые претворяют ее в явления жизни. Ваша строгая и точная мысль свела эти условия на законы физического мира. Вы исследовали акты жизни впервые примененными Вами в физиологии растений приемами спектроскопии и установленным Вами особым методом газового анализа»¹⁸.

Оценка Умовым космической идеи Тимирязева убедила последнего в значимости избранного им метода исследования явлений фотосинтеза. Тимирязев писал, что он с «благодарностью вспоминал отзыв уважаемого ученого»¹⁹ о его труде. При этом он вновь отметил значимость спектрального анализа в осуществленных им исследованиях. Именно «спектроскоп разъяснил природу космической связи между Солнцем и жизнью на нашей планете при посредстве хлорофилла»²⁰.

Следует отметить, что Тимирязев неоднократно отмечал роль физики и ее методов в раскрытии связи между растительным миром Земли и излучениями Солнца. В своей лекции (1903) он весьма четко выразил свое понимание роли физики в его исследованиях: «Мы в праве считать, – говорил он, – что наши современные представления о космической природе процесса, совершающегося в зеленом растении, является плодом блестящих завоеваний современной физики»²¹. Отсюда становится понятным и то, что космизм Тимирязева был воспринят физиком Н.А. Умовым, а несколько позже крупным естествоиспытателем и мыслителем В.И. Вернадским. На основе представлений своего предшественника, космиста Тимирязева Вернадским был сделан вывод, что «космическая среда... неразрывно связана с определенным строением земной оболочки – с чем-то целым и ограниченным – с биосферой, генетически с жизнью связанной и ею в значительной степени создаваемой»²². Для Вернадского биосфера есть космоземная оболочка планеты Земля. Более обстоятельно содержание его космизма отражено нами в одной из работ²³.

При оценке творчества русского биолога-космиста Вернадский отмечал не только его вклад в науку, но и то, что Тимирязев «постоянно стремился связать науку с жизнью». Он был одним из первых русских ученых, проводивших «опыты над жизнью растений в связи с задачами практического земледелия и всю жизнь выдвигал значение научного

¹⁸ Умов Н.А. Собрание сочинений: в 7 т. М., 1916. Т. 3. С. 475.

¹⁹ Тимирязев К.А. Наука и демократия. С. 265.

²⁰ Там же.

²¹ Тимирязев К.А. Солнце, жизнь и хлорофилл. С. 190.

²² Вернадский В.И. О науке. С. 260.

²³ Карако П.С. Предпосылки и сущность космических воззрений В.И. Вернадского // Веснік Магілеўскага дзяржаўнага ўніверсітэта ім. А.А. Куляшова. Сер. А: Гуманітарныя навукі (гісторыя, філасофія, філалогія). 2018. № 1. С. 13–22.

изучения этих практических проблем»²⁴.

«Растение – центральный предмет деятельности земледельца»

Действительно, уже с первых лет исследования явлений фотосинтеза Тимирязев подчеркивал значимость знаний о данном явлении для практических нужд человека. В лекции, прочитанной в Петровской земледельческой и лесной академии (1878) по теме «Основные задачи физиологии растений», он весьма четко выразил предназначение этой области знания: «Цель стремлений физиологии растений заключается в том, чтобы изучить и объяснить жизненные явления растительного организма, и не только изучить и объяснить их, но путем этого изучения и объяснения вполне подчинить их разумной воле человека, так чтобы он мог по произволу видоизменять, прекращать или вызывать эти явления»²⁵. Далее он подчеркивает, что физиолог должен быть «деятелем, управляющим природой», особенно растительным миром. Прежде всего он должен показать сельскому хозяину и лесоводу, как «подчинить растительный организм своей власти, направить его деятельность так, чтобы он давал возможно большее количество продуктов возможно лучшего качества»²⁶. Он имел в виду пищевые продукты, их количество и качество.

Обращение Тимирязева к вопросам обеспечения населения России продуктами питания было связано с периодически повторяющимся голодом, да и нехваткой продуктов питания и в обычные годы. В лекции под названием «Наука и земледелие» (1905) им подчеркивалось, что в 50 губерниях России потребление сельским населением хлеба на 17 % меньше нормы. Из данного факта им делается вывод: «Тот, кто кормит Россию, сам недоедает. И недоедает потому, что старая кормилица-земля отказывается его по-прежнему кормить»²⁷. Что же следует предпринять земледельцу, чтобы земля в должной мере могла обеспечить его хлебом?

Ответ на поставленный вопрос дает Тимирязев. В лекции «Физиология растений как основа рационального земледелия» (1897) им вносится конкретное предложение для сельского хозяина. «Не подлежит сомнению, – говорит он, – что растение составляет центральный предмет деятельности земледельца, а отсюда следует, что и все его знания должны быть приурочены к этому предмету»²⁸. Для получения необходимого урожая земледелец, по совету Тимирязева, должен обеспечить необходимое для жизнедеятельности культурных растений состояние и плодородие почвы, на которой они возделываются, наличие в ней должного уровня влаги. Необходимым для жизни растений фактором является и состав окружающего его воздуха. Но самым существенным фактором жизнедеятельности растений является солнечный свет: «От количества получаемой солнечной энергии зависит количество образующегося вещества»²⁹ в нем.

²⁴ Вернадский В.И. Памяти профессора Климента Аркадьевича Тимирязева. С. 284.

²⁵ Тимирязев К.А. Сочинения: в 10 т. М.: Сельхозгиз, 1938. Т. 5. С. 143.

²⁶ Там же. С. 143–144.

²⁷ Тимирязев К.А. Сочинения: в 10 т. М.: Сельхозгиз, 1937. Т. 3. С. 17.

²⁸ Там же. С. 51.

²⁹ Там же. С. 88.

Исследованиями Тимирязева было установлено, что возделываемые земледельцами растения утилизируют только 1–2 % всей солнечной энергии, падающей на их листья. Этим числом поглощаемой энергии определяется и урожайность возделываемых растений. Но человек стремится повысить их урожайность, которая зависит от величины утилизации энергии Солнца. «Когда человек, – писал он, – когда-нибудь успеет увеличить производительность самых интенсивных своих культур раз в пять, то, вероятно, будет в праве сказать, что получил все физически возможное, все, что дает ему Солнце»³⁰. Однако осуществить такую возможность человек не сможет, так как есть предел светового насыщения процесса фотосинтеза. Хотя его интенсивность пропорциональна утилизируемой листом солнечной энергии, но, достигнув определенной величины, она не меняется. Земледельцам ученый рекомендует повышать «культуру поля». По его заключению, «культура поля всегда шла об руку с культурой человека»³¹.

На заключительных страницах цитируемого труда, особенно в лекции «Точно ли человечеству грозит гибель» (1899), он вновь обращается к проблеме голода. Но им выражается уверенность, что человечеству «удастся своевременно отвлечь» его наступление. «Еще задолго до наступления» данной опасности «люди научатся непосредственно утилизировать солнечный луч, не отравляя воздух дымом своих фабрик, и тем покроют возрастающие в такой быстрой прогрессии потребности цивилизации»³².

Будучи оптимистом в отношении предотвращения голода, Тимирязев выражает и свое беспокойство в отношении усиливающегося загрязнения воздушного пространства нашей планеты. Данный процесс он называл «всеобщим бедствием» для всего человечества. «Задохнуться же в отравленной атмосфере будут все одинаково», – говорил он. Но, по его убеждению, и «тогда, конечно найдутся меры борьбы со злом и средства для его предупреждения»³³. Однако и современное человечество не задействует имеющиеся у него «средства» для борьбы с этим «злом», которое более 100 лет тому назад определил русский биолог-космист Тимирязев.

Наследие Тимирязева в современной науке и культуре

Обоснование Тимирязевым космической функции зеленых растений стало одной из предпосылок становления космических идей у Вернадского и его учения о биосфере и ноосфере. У последующих представителей естественнонаучной ветви русского космизма (Л.С. Берг, В.Н. Сукачев, Н.Г. Холодный и др.) констатация факта влияния излучений Солнца на зеленые растения являлась исходной посылкой их космизма. Его содержание в трудах отмеченных и других учеников и последователей Вернадского раскрывается в специальных работах автора настоящего издания.

Научные положения, обоснованные Тимирязевым, особенно о хлорофилле как той структуре клеток листьев зеленых растений, которая

³⁰ Там же. С. 86.

³¹ Там же. С. 88.

³² Там же. С. 360.

³³ Там же. С. 361.

«связывает» Космос со всем органическим миром планеты Земля, определили интерес многих поколений отечественных ученых (биологов, физиков, химиков) к исследованию данной структуры. В этом плане заслуживают внимания исследования последователя Тимирязева, академика АН БССР Т.Н. Годнева (1893–1982). Им и его многочисленными учениками на биологическом факультете Белорусского государственного университета и в учреждениях АН БССР были выявлены основные стадии образования хлорофилла, его структуры и функции в зеленых листьях. Основательно было обосновано «представление о протохлорофиллиде как предшественнике хлорофилла в нормальном биосинтезе»³⁴. Этот «предшественник» удалось не только выявить, но и проследить его превращение в темновых реакциях в хлорофилл. Фундаментальные исследования Годневым процессов биосинтеза хлорофилла получили признание научной общественности. Процитированный нами его труд Президиумом АН СССР был отмечен премией имени К.А. Тимирязева (1967).

В трудах ученика и последователя Т.Н. Годнева, белорусского ученого в области биохимии и биофизики фотосинтеза, члена-корреспондента АН СССР А.А. Шлыка (1928–1984) была продемонстрирована высокая эффективность использования метода меченых атомов, хроматографии и других исследовательских методов в постижении сущности процессов метаболизма хлорофилла в зеленых растениях. Благодаря этим методам ему удалось раскрыть основные закономерности обновления хлорофилла в процессах его функционирования в клетках зеленых листьев и обосновать другие научные положения. Их содержание раскрывается в его труде «Метаболизм хлорофилла в зеленом растении» (Минск, 1965). Под его руководством автор настоящей статьи, еще будучи студентом биологического факультета БГУ, в своей дипломной работе установил тот факт, что синтез предшественника хлорофилла протохлорофиллида осуществляется на основе белка. При ингибировании образования последнего не происходит и синтез протохлорофиллида. Из данного факта был сделан вывод, что «для биосинтеза протохлорофиллида даже в сформированных хлоропластах им требуется достаточный уровень белкового синтеза, снижение которого ведет к снижению и накоплению пигмента»³⁵, т.е. протохлорофиллида.

Отмеченные достижения в познании структуры и функций хлорофилла не означают того, что механизмы фотосинтеза полностью раскрыты. Нет. Они остаются предметом внимания многих представителей научного знания. Их исследованиями показано и то, что «растение аккумулирует не только световую, но и тепловую энергию»³⁶.

Роль последней особенно велика в тех фитоценозах, где освещенность

³⁴ Годнев Т.Н. Хлорофилл. Его строение и образование в растении. Минск: Изд-во АН БССР, 1963. С. 269.

³⁵ Шлык А.А. Ингибирование метаболизма протохлорофиллида в зеленых листьях хлорамфениколом / А.А. Шлык, П.С. Карако [и др.] // Доклады АН СССР, 1969. Т. 188. № 3. С. 721.

³⁶ Комиссаров Г.Г. Фотосинтез: физико-химический подход // Химическая физика. 2003. № 1. С. 50.

листьев понижена. В таких фитоценозах тепловая энергия позволяет компенсировать пониженный уровень световой энергии и тем самым поддерживать определенную эффективность фотосинтеза в них. Само же явление фотосинтеза считается глобальным и уникальным биологическим процессом. Причем «вся уникальность фотосинтеза как процесса преобразования солнечной энергии в химическую заключается в его световой стадии»³⁷. Тем самым происходит подтверждение идеи Тимирязева о роли излучений Солнца в явлениях фотосинтеза. Последние включают в себя две стадии: световую и темновую. На первой под влиянием солнечного луча происходит разложение воды на молекулы водорода и свободный кислород. На темновой осуществляется взаимодействие водорода с углекислым газом, которое приводит к образованию различного рода органических соединений. Как видим, идея русского ботаника не только конкретизируется, но и уточняется.

В современных исследованиях конкретно раскрывается и глобальная выраженность фотосинтеза. Так, С.Л. Шварцев подчеркивает, что уже с момента своего появления «фотосинтез коренным образом изменил геохимическую ситуацию на Земле: появление O_2 и простых углеводов обеспечило серьезную трансформацию разных геохимических сред, созданных эволюцией системы вода – порода – газ в сторону их усложнения и окисления. Усложнение началось с водного раствора, в котором появились органические соединения и кислород, открывших эру окислительных процессов. Но наиболее важным было именно появление механизма созидания принципиально иных органических соединений»³⁸.

Далее автор процитированного положения отмечает последствия от проникновения продуктов фотосинтеза в природные воды, горные породы, газы, живые организмы и мертвую органику. В результате всего этого «создается дополнительный механизм эволюции каждой системы, включая и самую первую: под влиянием органического вещества формируются новые минералы, горные породы, газы и т. д.»³⁹. Тем самым обеспечивается усложнение и эволюция не только отмеченных структурных компонентов биосферы, но и ее самой как целостной системы. Так космический фактор (излучение Солнца) проявляется в явлениях жизни и эволюции природы Земли.

Труды и мысли Тимирязева оказали влияние и на воззрения представителей художественной литературы. Здесь нельзя не отметить использование суждений русского биолога-космиста именитым советским писателем Л.М. Леоновым (1899–1994). В его романе «Русский лес» (1953) словами главного персонажа – Ивана Матвеевича Вихрова, профессора лесохозяйственного института – передаются студентам уже цитировавшиеся нами суждения Тимирязева о значимости положений физиологии растений

³⁷ Там же.

³⁸ Шварцев С.Л. Основы теории добавочного усложнения в биосфере Земли // Вестник РАН. 2019. № 8. С. 804.

³⁹ Там же. С. 808.

для земледельцев и лесоводов. У Леонова они выражаются в научной и образно-художественной форме: «По слову Тимирязева, цели лесовода и сельского хозяина одинаковы, потому что оба стремятся получить от растения возможно больше продуктов, земледелец собирает свой урожай ежегодно, а лесовод почти не знает того творческого удовлетворения, каким должно увенчаться его длительное рабочее усилие. Ваш урожай будет зреть долго, юные товарищи мои, редкий из вас застанет жатву... Но однажды взволнованно, с непокрытой головой, вы пойдете по шумящим, почти дворцовым залам в Каменной степи, где малахитовые стены – деревья, а крыша – слепительные, рожденные ими облака»⁴⁰.

В процитированных суждениях писателя-космиста подчеркивается не только значимость идей русского ботаника, но и планетная роль зеленых растений. В данном случае – леса. На последующих страницах этого романа, да и других его произведений, особенно «Пирамида» (1994), четко фиксируется космизм его мировоззрения. В одной из наших книг раскрывается содержание космизма писателя и делается вывод о его причастности к литературно-художественной ветви русского космизма⁴¹. Космизм писателя развивался и под влиянием научных и космических идей В.В. Докучаева, Д.И. Менделеева, К.А. Тимирязева и других русских естествоиспытателей. Они были творцами не только научного знания, но и русской культуры.

В.И. Вернадский при оценке творчества Тимирязева писал и о том, что он «был в России одним из первых, проводивших в жизнь оправданное временем сознание, что наука может помочь в разрешении практических задач только тогда, когда она сама явится решателем постановки своих проблем»⁴². Но все это будет возможным при утверждении демократических основ жизни общества, свободы научного творчества, автономии университетов и т.д. Все отмеченное выражено в труде Тимирязева «Наука и демократия». Заинтересованному читателю мы рекомендуем внимательно прочесть данный труд. Даже В.И. Ленин «был в восторге, читая» эту книгу⁴³.

Материалистическое содержание научных воззрений, многолетнее служение русской науке и культуре, демократическое содержание убеждений и действий основателя русской школы физиологии растений и учения о фотосинтезе не могло не привести его к тому, что он был одним из первых русских ученых, сознательно принявших Октябрьскую революцию и ставших проводником ее идеалов. Он принял активное участие в работе Наркомпроса РСФСР, организации Социалистической (позже Коммунистической) академии общественных наук. Был и активным ее членом. В 1920 г. стал депутатом Моссовета.

После его ухода из жизни советская власть уделила русскому биологу должное внимание. Имя Тимирязева присвоено Московской

⁴⁰ Леонов Л.М. Русский лес. М.: Худож. лит-ра, 1974. С. 294.

⁴¹ Карако П.С. Природа в художественной литературе. Минск: Экоперспектива, 2009. С. 163-164.

⁴² Вернадский В.И. Памяти профессора Климентя Аркадьевича Тимирязева. С. 284.

⁴³ Тимирязев К.А. Наука и демократия. С. 7.

сельскохозяйственной академии, Институту физиологии растений АН СССР (ныне РАН), Биологическому музею в Москве. Его именем названы улицы во многих городах бывшего СССР. Такая улица есть и в Минске. Президиумом АН СССР была утверждена премия имени Тимирязева за лучшие работы в области физиологии растений.

К.А. Тимирязева с полным правом следует считать основоположником естественнонаучной ветви в русском космизме. Им впервые было убедительно раскрыто влияние космических факторов (солнечного света и тепла) на осуществление процессов фотосинтеза в зеленых листьях растений. Установлена и та конкретная структура клеток листьев, в которой происходит данное явление. Именно молекулы хлорофилла являются тем «фокусом», где космическое и земное сливаются в одно целое. Сформулированная ученым идея о космической функции зеленых растений оказала влияние на формирование космических воззрений у последующих представителей русской науки (Умов, Вернадский, Сукачев и т. д.). Исследование современными представителями естествознания развития структуры и функций хлорофилла, явления фотосинтеза, его глобальной выраженности проходит под влиянием идей Тимирязева. Продемонстрированные биологом-космистом возможности использования знаний и методов физики и химии в постижении явлений жизни стимулирует научный поиск и представителей этих областей знания на раскрытие космической роли растений и использование полученного знания в решении современных глобальных проблем. Обо всем этом следует говорить учащимся, студентам, магистрантам и аспирантам в учебной и воспитательной работе с ними.

В.Н. Князев
(Москва)
О.Е. Кадеева
(Владивосток)

О СТАТУСЕ И ПЕРСПЕКТИВАХ РЕЛЯЦИОННОЙ КОНЦЕПЦИИ Ю.С. ВЛАДИМИРОВА В ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ

Статья посвящена обоснованию статуса и перспектив развития реляционной концепции Ю.С. Владимирова с позиций современной философии физики. В рамках нынешних поисков ответа на вопрос, возможно ли ожидать в ближайшие годы новой революции в фундаментальной физике, авторы статьи считают сам факт становления и развития реляционного миропонимания принципиально значимым дополнением к сформировавшимся в XX веке теоретико-полевым и физико-геометрическим идеям и образам теоретической физики. На основе обоснования трех взаимно дополнительных парадигм в современной фундаментальной теоретической физике авторы статьи представляют аргументы в отношении трактовки этих парадигм в виде методологических конструктов в лоне философии физики. Реляционный подход, активно развиваемый в начале XXI века, формирует реляционное миропонимание как способ описания отношений между событиями материального мира. Есть принципиальная надежда, что реляционная парадигма не только дополнит две другие, но в ряде вопросов будет на самых авангардных эвристических позициях. Это создает новые возможности в процессе познания и интерпретации физической реальности.

Ключевые слова: фундаментальная физика, реляционная парадигма, теоретико-полевая парадигма, геометрический подход.

* * *

Физика, будучи фундаментальной основой всего естествознания, играет важнейшую роль в становлении научного мировоззрения. Современная физика чрезвычайно многолика, имеет огромное количество идей, гипотез, концепций, теорий и парадигм. Мировоззренчески наиболее значимыми из них являются концепции, теории и парадигмы фундаментальной теоретической физики. Базовыми теориями вот уже более столетия являются теории квантовой и релятивистской физики. На основе этих теорий возникли три особенные формы миропонимания, выраженные во взаимно дополнительных трех фундаментальных парадигмах. Таковыми являются дуалистические теоретико-полевая, геометрическая и реляционная парадигмы, обоснованию их наличия и самой необходимости их вычленения посвящены публикации научной школы Ю.С. Владимирова¹.

Общепризнано, что первая из них является доминирующей в физике XX–XXI веков. Теоретико-полевое миропонимание связано прежде всего с развитием квантовой физики, включая квантовую теорию поля. Оно в

¹ Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. М.: ЛЕНАНД, 2017; Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Кн. 1: Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: УРСС, 2021.

большей степени превалировало в течение всего прошлого столетия: большинство и нынешних физиков работают именно в этой парадигме, стремясь создать теорию суперструн и далее М-теорию. В целом концепция глобально-космической эволюции основывается прежде всего на теоретико-полевой парадигме. Очень важным является инфляционный этап так называемого «Большого взрыва», который охватывает период от 10^{-43} с до 10^{-35} с от его начала.

Геометрическая парадигма связана с развитием релятивистской физики и ее обобщениями и развивалась вполне успешно, хотя и сохранялись трудности совместимости квантовых и релятивистских принципов. Главную доминанту геометрической парадигмы составляют принципы и представления теории относительности. Общая теория относительности строится на базе дуалистической метафизической парадигмы, объединяя пространство-время и гравитационные поля в четырехмерное искривленное риманово пространство-время, оставляя частицы в образе самостоятельной категории. Развитие релятивистских представлений порождало стремление геометризовать всю фундаментальную теоретическую физику, например, в варианте геометродинамики Дж.А. Уилера, основные характеристики которой удивительно парадоксально выражены в следующем: «Настоящая хорошо установленная исконно единая классическая теория (геометродинамика. – В.К.) позволяет описывать с помощью пустого искривленного пространства 1) гравитацию без гравитации, 2) электромагнетизм без электромагнетизма, 3) заряд без заряда, массу без массы»².

Следует также отметить, что любая дуалистическая парадигма представляется промежуточной между редукционистской триалистической парадигмой (признаются три исходные независимые друг от друга категории – частицы, поля и пространство-время) и возможной будущей холистической монистической парадигмой. Холизм основывается на восприятии мира через понимание того, что целое доминирует, предшествуя своим частям. Редукционизм же указывает на то, что целое расщепляется на весьма автономные части, трактуемые, по сути, как первичные. Здесь необходимо подчеркнуть, что представление о холизме всей природы и физической реальности в частности есть некий метафизический постулат, ибо современная наука еще не знает, что такое Вселенная как целое.

Отталкиваясь от понимания научной парадигмы Т. Куном, мы исходим из представления о возможности и необходимости одновременного существования в современной физике разнообразных научных парадигм. Фундаментальная теоретическая физика XX века совершенно не может быть сведена к одной «единственно правильной» парадигме как базовой «дисциплинарной матрице»! Встречающиеся и ныне попытки развития представлений об универсальной научной парадигме не могут быть приняты всеми физиками, ибо у многих из них существенно разные научные

² Уилер Дж.А. Гравитация, нейтрино и Вселенная. М.: Изд-во иностр. литературы, 1962. С. 229.

убеждения и ценности, сформированные в многообразных научных школах и традициях, в основе которых лежат не только различные математические методы, принципы и личностные интересы физиков, но многое определяется самой спецификой объектности изучаемой реальности. Подобный плюрализм продиктован принципиальной сложностью и многообразием закономерностей в микро-, макро- и мегамирах. Но даже в фундаментальной теоретической физике начала XXI века следует достаточно определенно выделить три взаимно дополнительных физико-теоретических парадигмы.

Если в теоретико-полевой и геометрической парадигмах пространство-время задается, по сути, априори (что напоминает субстанциональную концепцию реальности), то развитие идей реляционного миропонимания основывается на реляционной трактовке пространственно-временных отношений. Кроме этого, в реляционной парадигме описание взаимодействий осуществляется в аспекте концепции дальнего действия, реализуя, по существу, альтернативный подход, выражающий принципы и идеи теории прямого межчастичного взаимодействия (action at a distance) Фоккера – Фейнмана, основательное исследование которой содержится в книге Владимиров Ю.С. и Турыгина А.Ю. «Теория прямого межчастичного взаимодействия»³.

Все три парадигмы современной фундаментальной физики могут рассматриваться так, что каждая из них принципиально дополняет две другие. Но это не снимает их известную самостоятельность, ибо, например, в реляционной парадигме трактовка пространства-времени связана с их выводимостью из более первичных отношений и описание взаимодействий происходит в рамках концепции дальнего действия. Требуется дальнейшего осмысления и тот факт, что согласно реляционной парадигме более фундаментальным является электромагнитное взаимодействие, а гравитационное выступает производным от него.

Трудно не согласиться с мыслью Ю.С. Владимиров, связанной с тем, что несмотря на то, что каждая из этих парадигм по-своему специфична, но у физиков есть стремление к возможному их совместимому пониманию: «История теоретической физики XX века показала, что, во-первых, основные достижения в физике были достигнуты в рамках различных метафизических парадигм, во-вторых, между их горячими сторонниками действительно происходили острые дискуссии, и в третьих, следует признать, что физики в целом стремились не отвергать, а как-то совмещать достижения, добытые в рамках разных физических парадигм. Этим они существенно отличаются от глубоко верующих представителей традиционных религиозных конфессий»⁴.

Аргументируя свою позицию, Владимиров выдвинул идею использовать физические структуры на двух множествах элементов для объяснения модели становления пространственно-временных отношений. Он

³ Владимиров Ю.С., Турыгин А.Ю. Теория прямого межчастичного взаимодействия. М.: Энергоатомиздат, 1986.

⁴ Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. М.: ЛЕНАНД, 2017. С. 222.

связал теорию бинарных физических структур с S-матричной формулировкой квантовой теории, которая также опирается на два множества возможных состояний микросистем: начальные и конечные. Это, в свою очередь, позволило вывести умозаключения на применение теории бинарных систем комплексных отношений к описанию закономерностей квантовой теории и вообще физики микромира. На основе этого Владимиров нацелил свое исследование в область построения макроскопической теории классического пространства-времени. Однако если теория физических структур Ю.И. Кулакова строилась на основе вещественных парных отношений, то концепция Ю.С. Владимирова представляет собой математический аппарат теории физических структур в образе универсальной алгебраической теории комплексных отношений между элементами произвольной природы. В современной теоретической физике в рамках многомерных представлений рассматривается пространственно-временное многообразие, так называемое расслоенное пространство-время, состоящее из базы и слоя, где само четырехмерное координатное пространство-время составляет базу, а слой – пространство скоростей или импульсное пространство. Эпистемологический смысл концепта пространство-время в нашей интерпретации был раскрыт ранее⁵. Сам концепт пространство-время, на наш взгляд, включает в себя смыслы «пространства-времени Минковского» (СТО), «пространства-времени с римановой кривизной» (ОТО) и n-мерные расслоенные пространства. В современной физике имеется в виду именно эта множественность.

В концепции Владимирова основными понятиями выступают состояния частиц (микрообъектов), которые он вводит, по сути, как трансцендентные по отношению к явно наблюдаемому. Такой характер трансцендентности в бинарной геометрофизике не носит поверхностный характер, а лежит в основе всего исследования. При этом пространство-время рассматривается не как первичный элемент, а как результат взаимоотношений между множествами элементарных объектов.

Что же предлагает реляционное миропонимание? В основе реляционного миропонимания (как особого физического мировоззрения) лежит современная интерпретация реляционной парадигмы. Мы солидарны с Владимировым, который приложил немало интеллектуальных усилий для разработки своей концепции и выражения сущности реляционной парадигмы в современной фундаментальной теоретической физике. Он пишет: «Анализ показывает, что последовательная реляционная парадигма опирается на три неразрывно связанные друг с другом составляющие:

- 1) реляционный подход к природе пространства-времени;
- 2) описание взаимодействий в рамках концепции дальнего действия (взамен концепции ближнего действия);
- 3) обусловленность локальных свойств материи глобальными свойствами

⁵ Князев В.Н., Кадеева О.Е. Эпистемологическая природа концепта «пространство-время» // Философия и культура. 2018. № 1. С. 13–21.

всего окружающего мира (принцип Маха)»⁶.

В отношении первой составляющей речь идет о трактовке природы пространственно-временных отношений как конструируемых из многообразия первичных отношений между протообъектами. В самом деле, в рамках этого подхода в качестве основных понятий выступают состояния частиц (протообъектов), которые являются, по сути дела, трансцендентными. Этот тип трансцендентности имеет в бинарной геометрофизике явное проявление, то есть пространство-время здесь не является первичным, оно возникает в результате отношений между множествами элементарных объектов так, что суть их собственного существования носит вневременной и внепространственный характер⁷. Еще одним чрезвычайно значимым обстоятельством является то, что в отличие от теоретико-полевой парадигмы (основанной на концепции близкодействия) реляционное миропонимание реализует по существу альтернативный подход, выражающий принципы и идеи теории прямого межчастичного взаимодействия (action at a distance) Фоккера – Фейнмана и основанный на своеобразной концепции дальнего действия. Здесь следует сказать, что господствовавшая в XX веке теоретико-полевая парадигма провозглашала вроде бы окончательную победу концепции близкодействия над ранее существовавшими представлениями о дальнем действии. При этом сторонники взгляда на значимость дальнего действия в физике XX века явно рассматривались как маргиналы в физической науке. Но все же авторитет теории Фоккера – Фейнмана, воззрения Я.И. Френкеля, Ф. Хойла, Дж. Нарликара, Г.В. Рязанова и других не только существовали в науке, но и получили активное развитие за последние три десятка лет.

Существенным образом подход Владимиров к реляционному миропониманию подводит к следующему восприятию реальности. Во-первых, в данном подходе естественным образом реализуется принцип Маха, связывающий массы отдельных частиц со свойствами Вселенной в целом. Во-вторых, полученный в реляционном подходе вывод о вторичном характере гравитации можно соотносить с пятимерной (унарной) геометрической моделью Калуцы. В-третьих, проявляется зависимость понимания соотношения гравитации и электромагнетизма от используемой метафизической парадигмы.

О значимости принципа Маха⁸ свидетельствует разработка реляционного описания физических взаимодействий на базе теории бинарных систем комплексных отношений – бинарной геометрофизики. Данная концепция базируется на бинарных структурах, выражающих собой

⁶ Владимиров Ю.С. От геометрофизики к метафизике: Развитие реляционной, геометрической и теоретико-полевой парадигм в России в конце XX – начале XXI века. Состояние и перспективы. М.: ЛЕНАНД, 2019. С. 155–156.

⁷ Это выражает суть так называемой гипотезы о макроскопической природе пространства-времени, истоки которой коренятся в идеях Е. Дж. Циммермана и Дж. Чу: Zimmerman E.J. The macroscopic Nature of Space-Time // American Journal of Physics. 1962. Vol.30. No 2. P.97; Chew G.F. The Dubious Role of the Space-Time Continuum in Microscopic Physics // Science Progress. 1963. Vol. 51. No 204. P. 529.

⁸ Князев В.Н. Особенности эпистемологии Маха и реляционное миропонимание // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2019. №3. (23). С. 97–102.

своеобразные бинарные геометрии; сами эти геометрии полагаются как фундамент физики и понимания физического пространства-времени. В основание этой концепции положены первичные элементы, фундаментальные объекты (проточастицы), находящиеся в отношениях друг к другу. «Отношения – вот то ключевое понятие, которое и у Лейбница, и у Маха заменяет идею абсолютного пространства и времени. Данное понятие послужило в качестве исходного основания при обозначении реляционного (англ. relation, лат. relativus – относительный) подхода»⁹. В группе понятий «взаимодействие», «связь» и «отношение» именно последнее выступает наиболее общим и абстрактным. Отношение есть то, что как-то объединяет вещи, свойства или стороны реальности или, напротив, разъединяет их (отношение изолированности, обособленности). Сами же понятия пространства и времени входят в структуру физической теории благодаря хроногеометрической модели, представляющей собой концептуальное геометрическое пространство.

Понятие пространства-времени, согласно разрабатываемой Владимировым концепции, имеет несколько условный характер, зависящий от принимаемой метафизической парадигмы. В теоретико-полевой метафизической парадигме пространство-время – это фон, на котором происходят события. В геометрической метафизической парадигме все видимые тела и сущности – это проявления неких свойств или особенностей (метрики, кривизны) пространства (пространства-времени). Реляционная парадигма не использует пространство-время как что-то самостоятельно существующее, а фиксирует его в виде системы отношений между телами и событиями с их участием, которые в совокупности называются пространством-временем.

Со взглядами последних соседствуют представления о макроскопической природе пространства-времени. Ныне идеи дальнего действия и прямого межчастичного взаимодействия рассматриваются как вполне возможные теоретико-физические подходы к анализу физической реальности. Тем более что эти идеи напрямую связаны с набирающей силу реляционной парадигмой в рамках фундаментальной теоретической физики. Следует обратить внимание на то, что при этом подходе речь идет о реляционном понимании не только пространственно-временных характеристик, но и соответствующего представления взаимодействия: скажем, «на микроуровне, – пишет А.В. Соловьев, – материальные объекты (элементарные частицы) существуют вне пространства и времени, но, тем не менее, способны взаимодействовать друг с другом (устанавливать «отношения» между собой). И только на макроуровне, как статистический итог огромного количества таких взаимодействий, возникает классическое пространство-время»¹⁰. Более того, в рамках реляционной парадигмы

⁹ Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. М.: ЛЕНАНД, 2017. С. 96.

¹⁰ Соловьев А.В. Проблемы описания физических взаимодействий в реляционной парадигме // Метафизика. 2018, №1. С.18.

электромагнитные взаимодействия теоретически моделируются раньше, чем другие фундаментальные взаимодействия. Скажем, гравитационные взаимодействия конструируются как вторичные по отношению к электромагнитным. В этой связи Ю.С. Владимиров подчеркивает: «Особый интерес представляет взгляд на природу гравитации со стороны реляционной парадигмы, где гравитационное взаимодействие выступает в виде своеобразного квадрата электромагнитных взаимодействий. Другими словами, гравитация оказывается вторичным видом взаимодействий»¹¹.

Мы видим, что согласно реляционной парадигме в фундаментальной теоретической физике статус электромагнитных взаимодействий самый первичный и сопряжен с порождением свойств классического пространства-времени. Это создает новые возможности в процессе познания и интерпретации физической реальности. Ныне стоит задача наиболее строгого обоснования четырехмерности классического пространства-времени, выведения пространственно-временных отношений из характеристик электромагнитных взаимодействий. Наиболее остро ощущается необходимость обобщения реляционного подхода на описание физики микромира, а дальнейший этап – реализация реляционного подхода в описании электрослабых и сильных взаимодействий на основе «бинарных систем комплексных отношений более высокого ранга»¹².

Таким образом, на основе изложенных концептуальных положений физики и их философского осмысления можем констатировать, что наш мир бесконечен и непрерывен в своих возможностях, процессах, видах, законах. Достижения ученых в познании мира, в том числе и те, которые характеризуются физическими и космологическими теориями, представляют собой лишь определенный результат познавательных практик. Природа на самом деле в своем существовании и действиях намного сложнее, чем нам кажется в свете достижений современного состояния науки. Поэтому ученые всех философских и научных направлений должны адекватно и объективно относиться к получаемым данным при исследовании структуры самоорганизующейся Вселенной и, как следствие, в процессе ее описания.

¹¹ Владимиров Ю.С. Метафизика и фундаментальная физика. Кн. 2: Три дуалистические парадигмы XX века. М.: ЛЕНАНД, 2017. С. 226.

¹² Владимиров Ю.С. Реляционная картина мира. Кн. 1. Реляционная концепция геометрии и классической физики. М.: УРСС, 2021. С. 195.

Н.Н. Мальцева
(Белгород)
В.Е. Пеньков
(Белгород)

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛЬНОГО ОПИСАНИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Рассматриваются возможности теоретического и эмпирического моделирования происхождения жизни на Земле. При этом данный процесс представляется как качественный скачок от химической к биологической форме движения материи. Обосновывается, почему в рамках современных методологических подходов невозможно однозначно теоретически описать происхождение жизни из неживой материи, и намечаются пути преодоления этой проблемы на основе создания модели на более общих естественнонаучных основаниях, в рамках которых и химическая, и биологическая формы движения материи описывались бы с единых методологических позиций.

* * *

Проблема происхождения жизни на Земле является, наряду с проблемами происхождения Вселенной и человека, одной из самых волнующих современных естествоиспытателей. Ее рассматривают как качественный переход от химической формы движения материи к биологической. Ввиду того, что этот процесс произошел миллиарды лет назад и об условиях того периода в эволюции нашей планеты мы можем говорить только с определенной долей вероятности, у нас практически нет возможности воспроизвести этот переход. Даже если мы воспроизведем живую материю из неживой в лабораторных условиях, мы не сможем однозначно утверждать, что именно так и было в истории Земли. Единственное, что можно констатировать, то, что таким образом могло случиться в далеком прошлом. Многие креационисты возражают против такого подхода, утверждая, что он не является строго научным. Однако, ввиду нелинейности мира, говорить об однозначности научных предсказаний в нелинейных системах в принципе не приходится.

Более того, поскольку наука имеет дело не с объективной реальностью, а с моделями, которые лишь в некотором приближении описывают эту реальность, возможны ситуации, когда одни и те же явления объясняются разными моделями и обе дают непротиворечивый результат. Бывает и обратная ситуация, когда моделирование дает абсурдный вывод, не соответствующий реальности. Чаще всего, по мнению Р. Пайерлса, это бывает, когда «на присущие этой модели ограничения закрывают глаза»¹.

Модель представляет собой «опытный образец или информационно-знаковый аналог того или иного изучаемого объекта, выступающего в качестве оригинала»². Можно моделировать не только объекты, но и

¹ Пайерлс Р. Построение физических моделей // Успехи физических наук. Том 140. Вып. 2. 1983. С.315.

² Лебедев С.А. Философия науки: краткая энциклопедия (основные направления, концепции, категории). М.: Академический проект, 2008. С. 445.

процессы. Моделировать можно как эмпирическую, так и теоретическую реальность. Под эмпирической реальностью С.А. Лебедев понимает такую реальность, которая «создается рассудком и представляет собой описание (модель) чувственных данных с помощью эмпирических понятий и их последующее обобщение в виде эмпирических фактов и эмпирических законов», а под теоретической – которая создается разумом и «представляет собой идеализированную модель эмпирической реальности или продукт чистого конструирования мышлением своего предмета»³. При моделировании ранних процессов в истории эволюции земли, как правило, используется моделирование теоретической реальности, поскольку воспроизвести данный процесс в полном объеме не представляется возможным.

По одной из классификаций выделяются следующие типы моделей: 1) гипотеза (такое могло бы быть); 2) феноменологическая модель (ведем себя так, как если бы); 3) приближение (что-то считаем очень малым или очень большим); 4) упрощение (опустим для ясности некоторые детали); 5) эвристическая модель (количественного подтверждения нет, но модель способствует более глубокому проникновению в суть дела); 6) аналогия (учтем только некоторые особенности); 7) мысленный эксперимент (главное состоит в опровержении возможности)⁴.

А.Н. Горбань, Р.Г. Хлебопрос добавляют к этой классификации восьмой тип моделей – демонстрация возможности (главное – показать внутреннюю непротиворечивость модели). Это тоже один из видов мысленного эксперимента, но «если в случае типа 7 (опровержение возможности) проводился эксперимент с более или менее реальными объектами (луч света, например), то для типа 8 это не обязательно, хотя, конечно, желательно. Главное здесь – демонстрация того, что предполагаемое явление не противоречит основным принципам и внутренне непротиворечиво»⁵.

При любом моделировании, по мнению А.Н. Горбань, Р.Г. Хлебопроса, необходимо учитывать следующее⁶.

1. Модель никогда не бывает полностью идентична реальному объекту.
2. При построении любой модели обычно не учитываются какие-нибудь уже известные стороны реальности.
3. При построении и использовании модели всегда так или иначе применяются умозаключения по аналогии.
4. При построении модели всегда мысленно «проигрывается» существование идеальных объектов в возможном мире. То есть осуществляется мысленный эксперимент и демонстрация возможности.

Необходимо также подчеркнуть, что при накоплении эмпирического

³ Там же. С. 518–519.

⁴ Пайерлс Р. Построение физических моделей // Успехи физических наук. Т. 140. Вып. 2. 1983. С. 315–332.

⁵ Горбань А.Н. Демон Дарвина. Идея оптимальности и естественный отбор / А.Н. Горбань, Р.Г. Хлебопрос. М.: Наука, 1988. С. 33–34.

⁶ Там же. С. 35.

материала модели и методологические установки могут меняться, однако при этом старые установки не опровергаются, а лишь устанавливаются границы их применимости (принцип соответствия). Н.В. Даниелян отмечает, что «возникновение нового типа рациональности и нового образа науки не следует понимать упрощенно в том смысле, что каждый новый этап приводит к полному исчезновению представлений и методологических установок предшествующего этапа. Напротив, между ними существует преемственность. Неклассическая наука вовсе не уничтожила классическую рациональность, а только ограничила сферу ее действия»⁷.

Одно и то же явление мы можем описывать разными моделями, правда, они должны сопоставляться с принципом соответствия. В некоторых случаях это позволяет упростить математику, а в других – более глубоко изучить рассматриваемое явление. Как замечает Р. Пайерлс, «разные модели служат совершенно различным целям, и соответственно с этим меняется их природа»⁸. Здесь уже работает принцип дополнительности, сформулированный Н. Бором.

Особый интерес представляет моделирование качественных скачков, таких как происхождение жизни – это качественный скачок от химической формы движения материи к биологической.

Согласно законам диалектики появление новых качественных состояний происходит благодаря действию закона перехода количественных изменений в качественные. Суть дела заключается в следующем. Если в системе происходят какие-либо количественные изменения, то рано или поздно они вызовут ее качественное преобразование, которое приведет к принципиально новому качественному состоянию. Так, например, количественное усложнение химических соединений на определенном этапе порождает биологическую форму движения материи. В синергетике эта идея несколько конкретизируется – переход в новое качественное состояние происходит в точке бифуркации при поглощении системой новой информации. Когда информация вписывается в систему, происходит изменение ее структуры и система переходит в новое качественное состояние.

Рассмотрим модель перехода самоорганизующейся системы в новое качественное состояние. Представим себе систему как состоящую из отдельных блоков информации, взаимосвязанных между собой определенным образом. Если в систему вводится новый блок информации, в первый момент он оказывается «инородным телом» и не вписан в соответствующую структуру. Система теряет устойчивость и, говоря, синергетическим языком, переходит в точку бифуркации. Дальнейшая судьба системы зависит от того, впишется новый блок информации в ее структуру или нет. В первом случае система теряет устойчивость, во втором – переходит в новое качественное состояние. Используя эту модель, процесс

⁷ Даниелян Н.В. Философские основания научной рациональности: дисс. ... канд. филос. наук / М., 2002. С. 5.

⁸ Пайерлс Р. Построение физических моделей // Успехи физических наук. Т. 140. Вып. 2. 1983. С. 315.

появления жизни из химических соединений можно описать следующим образом. Допустим, в начальный момент существуют две химические системы (рис. 1), которые могут, взаимодействуя между собой, образовывать определенные взаимосвязи.

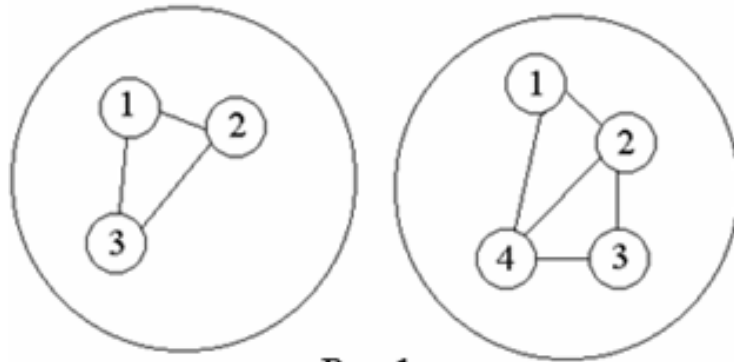


Рис.1.

После взаимодействия образуется одна более сложная система, причем вариантов образования такой системы несколько (рис. 2а, 2б). Образовавшиеся две сложные формы не вытекают одна из другой, а образуются в результате качественного скачка из более простых форм. Образовавшаяся при этом более сложная система может обладать принципиально иными качествами, не сводимыми к сумме качеств составляющих ее подсистем. Понятно, что переходных форм между системами быть не может.

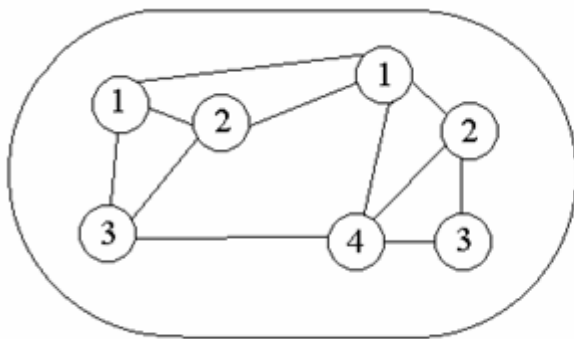


Рис.2а

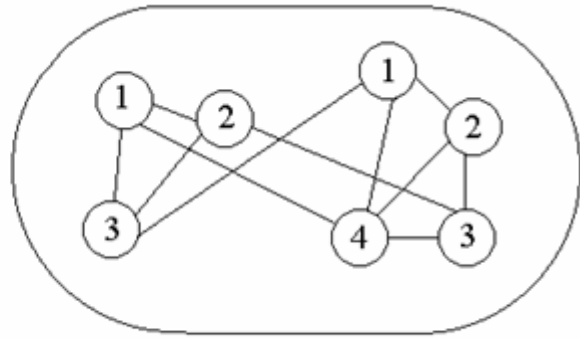


Рис.2б

Предположим, что на рис. 1 у нас имеется две сложных химических системы, которые в результате взаимодействия на короткое время образовали некую неустойчивую структуру (рис. 3). Затем в течение небольшого времени она распалась на две устойчивые системы: одну сложную (обладающую свойствами живых систем), а другую простую (рис. 4).

Тогда переходные формы от системы, изображенной на рис. 1, к сложной системе на рис. 4 принципиально отсутствуют.

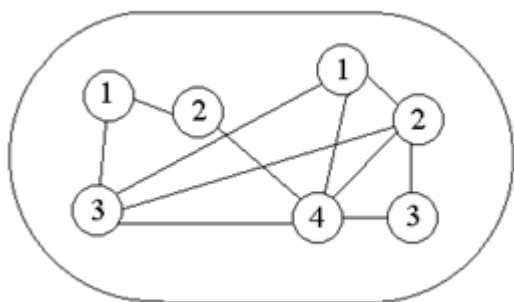


Рис.3.

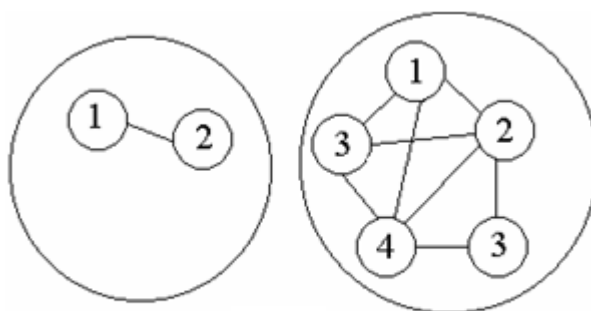


Рис.4.

Данная модель вполне корректно объясняет, как может произойти качественный скачок. Однако здесь остается много неясного. Во-первых, многообразие путей образования различных систем делает прогностические возможности описанной модели практически равными нулю. Единственное, что мы можем сказать, что новое качество возникает в результате образования новой структуры. Огромное число эмпирических примеров (например, графит и алмаз) дают право для такого утверждения. Но оно является мало продуктивным. Во-вторых, сам механизм появления нового качества остается «за кадром».

Отсюда возникают сложности теоретического объяснения происхождения жизни биохимическим путем, что дает повод креационистам утверждать невозможность естественного появления жизни и искать тому сверхестественные объяснения. Действительно, описать этот процесс достаточно сложно. Вышеописанная модель хорошо работает только на философском уровне, практически ничего не объясняя. А недостаток экспериментальных данных в этой области делает эту проблему еще более сложной.

Однако имеется возможность, по крайней мере, логично объяснить на основе методологических подходов к описанию качественных скачков, почему невозможно объяснить происхождение жизни из химической формы движения материи и наметить пути решения этой проблемы.

Мы предлагаем использовать оригинальный подход, суть которого заключается в следующем. Любой скачок, связанный с качественным преобразованием материи, можно описать с помощью двух состояний и переходного процесса от одного состояния к другому. Причем два состояния, как правило, описываются двумя различными моделями, а процесс перехода рассматривается в рамках третьей модели. Например, описанная выше модель не объясняет ни химическую, ни биологическую формы движения материи, а описывает только процесс перехода без объяснения его причин и возможности в рамках начального состояния. То есть для описания качественного перехода системы из одного состояния в другое необходимо использовать три различные модели, причем они могут быть даже не связаны между собой и уж, тем более, не следовать одна из другой. Но если у нас есть более общие закономерности, то с их помощью можно описать процесс качественного скачка теоретически и получить конкретную модель перехода из одного состояния в другое с объяснением механизма зарождения причин и

условий такового.

Например, появление Вселенной представляется как переход вакуума из неизвестного нам состояния в четырехмерную пространственно-временную структуру с известными нам свойствами. Причем первое состояние вакуума в принципе не доступно экспериментальному наблюдению. Поэтому проблема происхождения Вселенной, по всей видимости, не может быть решена окончательно – всегда будут существовать несколько различных моделей, которые будут принимать за постулат различные начальные состояния вакуума.

А вот происхождение жизни мы можем описать более полно. По крайней мере, у нас имеются экспериментальные наблюдения начального (химическая форма движения материи) и конечного (биологическая форма движения материи) состояний. Что касается перехода, здесь также возможны альтернативы, поскольку экспериментальных данных мы не имеем, а теория допускает несколько вариантов развития событий. То есть необходимо найти какие-то наиболее общие закономерности, которые присущи и химической, и биологической формам движения материи, и на их основе построить модель, в которой бы был описан механизм перехода и причины его зарождения в начальном состоянии. Сегодня эта проблема находится в стадии разработки.

Таким образом, на основе методологии описания качественных скачков объясняется, почему в рамках современных подходов невозможно однозначно объяснить происхождение жизни из неживой материи, показываются причины этого и намечаются пути преодоления этой проблемы на основе создания модели на более общих естественнонаучных основаниях, в рамках которых и химическая, и биологическая формы движения материи описывались бы с единых методологических позиций.

В.А. Мейдер
(Волгоград)

БЛАГОТВОРНОЕ ВЛИЯНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

В статье рассматривается содержание понятия «благо» в творчестве античных философов, преломление этого понятия в математическом знании, а также проявления красоты в самой науке и её эстетических принципов в предметах реального мира. Она нацеливает на перенос акцентов с накопленных математических знаний на формирование духовных ценностей личности, на пробуждение устойчивого интереса к количественным отношениям и пространственно-подобным формам действительного и возможного мира.

Мы никогда не стали бы разумными, если бы исключили число из человеческой природы.

Платон

Разум человека владеет тремя ключами, открывающими всё: цифрой, буквой, нотой.

В. Гюго

* * *

Введение

В «Обращении» Всероссийской конференции «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков» (Дубна, 2000) отмечалось, что «математическая образованность есть благо, на которое имеет право любой человек, и обязанность общества... предоставить каждой личности воспользоваться этим правом». Идея о том, что математическое знание есть благо, прошла сквозь века. Это свидетельствует как о *качестве* этого знания (ибо утверждает ценность), так и о готовности общественного сознания понять и усвоить его как ценность. Именно на это нацеливает нас суждение «Учим и воспитываем математикой». Вместе с тем мы считаем, следуя за А.В. Волошиновым, что «сегодня... стала пронзительно очевидной необходимость скорейшего возрождения утраченного триединства Истины, Красоты и Добра, ибо Истина, не освещённая гуманистическими идеалами Добра, ведёт мир к самоуничтожению, а Истина, не освещённая светом Красоты, вырождается в схоластику. Красота, потерявшая путеводный луч Истины, погружается в сумерки декаданса, а Красота, лишённая ореола Добра, из доброго ангела превращается в злого демона. Добро без Истины и Красоты общечеловеческих ценностей есть лишь эфемерный призрак, мёртвоорожденное дитя непонятого моралиста»¹.

Перед нами стоит задача передать как можно большему кругу читателей ощущение значимости математики как блага. Популяризация математики – это перевод добытых человеком (и для человека!) знаний на такой язык, который доступен не только специалистам в этой области.

¹ Волошинов А.В. Математика и искусство. М.: Просвещение, 1992. С. 6–7.

Думается, что именно в такой форме общественная познавательная миссия математики достигает своей высшей реализации. Тема популяризации науки и сегодня весьма актуальна. Она как бы оправдывает своё существование в глазах общества, поддерживает взаимопонимание между учёными-математиками и представителями других наук, нацеливает молодёжь на соответствующий вид жизни и деятельности. А если это так, то популяризация математического знания есть вопрос жизни и смерти науки. Государство заинтересовано в популяризации науки, осуществляет её поддержку, что сравнимо с заинтересованностью государства в здоровом образе жизни граждан.

К сожалению, мы знаем, что есть учёные, которые считают популяризацию науки несколько принижающим их достоинство, ибо требует от них некоторого упрощения научных достижений. «И всё же мне представляется, – пишет А.В. Марков, – что, спасая свою репутацию, такие учёные жертвуют чем-то большим»². И далее мы читаем: «...Популяризаторская деятельность для учёных в современном мире (и в России особенно) – это не благотворительность, а общественный долг и необходимое средство самосохранения»³. Безусловно, прав был А.Б. Мигдал, рассуждавший о долге ученых рассказывать о красоте своей науки.

Какой смысл мы вкладываем в понятие «**благо**»?

Мы исходим из того, что благо – это способность удовлетворять повседневные жизненные потребности человека, приносить ему пользу, доставлять удовольствие. **Благо – это добро и ценность**. Благом может быть предмет, состояние окружающей среды, информация и т.п. Благо задаёт человеку вектор поведения, определяет пути познания, выбор профессии и деятельности...

Понятие «благо» мы рассматриваем в свете математического знания как важнейшего компонента духовной культуры. А понятие «математическое благо» мы будем понимать как совокупность векторов (философско-мировоззренческих, гуманистических, логических, этических, эстетических и других), направленных от науки на человек с целью обогащения его сокровищами духовной культуры. Человек зачастую не осознаёт, насколько его жизнь связана с математикой, какое благо она несёт ему, как формирует его личностные качества.

Античные философы о благе

Содержание понятия «благо» всесторонне осмысливалось философами Древней Греции, причём в соотношении с истиной, знанием, красотой, математикой. Именно это представляет для нас интерес и служит основанием для перехода от Прошлого к Настоящему.

«Идею» блага Платон (427–347 до н.э.) считал наивысшей среди всех своих «идей», ибо она даёт возможность быть познаваемыми предметами мира и всему тому, что в нём направлено к благой цели. Читая его диалоги,

² Марков А.В. Популяризация науки – необходимое условие выживания человечества // В защиту науки. Бюллетень, № 10. 2012. С. 38.

³ Там же. С. 39.

трудно найти однозначное определение понятию «благо», хотя оно и центральное в его трактатах и несёт множество сущностных характеристик. Так, в его диалоге «Протагор» мы читаем: «Благо – это то, что полезно людям», приносит удовольствие и делает приятным; благо, «если человек живёт, наслаждаясь прекрасным»; оно «причина правильного образа действий...»⁴.

Значимые характеристики блага мы находим и в трактате «Законы»: «Первое же и главенствующее из божественных благ – это разумение; второе – сопутствующее разуму здоровое состояние души; на их смешении с мужеством возникает третье благо – справедливость; четвёртое благо – мужество»⁵. Этому расположению предшествовало: «Меньшие блага – это те, во главе которых стоит здоровье, затем идёт красота, на третьем месте – сила в беге и в остальных движениях, на четвёртом – богатство, но не слепое, а здоровое, спутник разумности»⁶. И далее весьма важное и для нашего времени в деле обучения и воспитания молодёжи: «...Учение, не отделяющее приятное от справедливого, благого и прекрасного, имеет по крайней мере то преимущество, что убеждает каждого человека желать благочестивой и справедливой жизни»⁷. Прекрасное есть причина блага.

В трактате «Послезаконие» Платон через диалог своих героев раскрывает нам мудрость и то знание, которое её формирует – это число. И если живое существо не знакомо с тем, что такое «два», «три», «нечет» или «чёт», то оно не сможет дать себе отчёт в том, что «приобретено только путём ощущений и памяти»⁸. И далее: «...Тот, кто не умеет правильно считать, никогда не станет мудрым. А у кого нет мудрости, этой самой значительной части добродетели, тот не может стать вполне благим, а значит, и блаженным»⁹. Самое главное, по мнению древнегреческого мыслителя, это то, «что число – виновник всех благ, а это самое главное»¹⁰. Всякое беспорядочное, безобразное, неритмическое лишено какого бы то ни было числа. Не познав числа, человек никогда «не сможет обрести истинного мнения о справедливом, прекрасном, благом...»¹¹. Платон считает, что из множества наук одна является главной. Это «наука о самих числах, но не о тех, что имеют предметное выражение, а вообще о зарождении понятий «чёт» и «нечет» и о том значении, которое они имеют по отношению к природе вещей»¹². И далее мы видим «связку» наук: арифметика, геометрия, стереометрия, астрономия. Математика пробуждает ум, придаёт ему гибкость и живость. Английский математик, логик и философ А. Уайтхед (1861–1947) отмечал: «Когда Платон в своей лекции связал математику с

⁴ Платон. Сочинения: в 4 т. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та; «Изд-во Олега Абышко», 2006–2007. Т. 1. С. 226–247.

⁵ Там же. Т.3. Ч.2. С.99–100.

⁶ Там же. С. 99.

⁷ Там же. С. 139.

⁸ Там же. С. 522–523.

⁹ Там же. С. 523.

¹⁰ Там же.

¹¹ Там же.

¹² Там же. С. 538–539.

понятием добра, он защищал – сознательно или бессознательно – традиционные способы мышления, распространённые среди всех народов. Новизна же заключалась в методе абстракции, который греческий гений постепенно усиливал. Математика, как она изучалась в платоновской Академии, представляла собой абстракцию геометрических и числовых характеристик от конкретных фактов афинской жизни»¹³.

В диалоге «Государство» Платон также осмысливает понятие «благо», связывая его с познанием и знанием: «Знание по своей природе направлено на бытие с целью постичь, каково оно»¹⁴. Идея блага – самый важный предмет научного рассмотрения. Он анализирует диалектику понятий благо, познание, истина, Солнце, зрение, свет: «Отношение между познанием, истиной и благом – то же, что в мире видимого между светом, зрением и Солнцем»¹⁵. Эту «связку» можно понимать и так: «Как зрение даёт возможность увидеть свет, идущий от Солнца, так познание блага помогает открыть истину». А для того, чтобы знание было истинным и определённым, оно должно опираться на математику. Для него идея блага – самое важное знание, ибо благо делает пригодным и полезным справедливость, выступает причиной знания. Начало познания связывалось с введением пайдейи – курса обучения, предназначенного для подготовки юношества к активному участию в жизни полиса. Пайдейя (как идеал воспитания) строилась на множестве дисциплин, начиная с арифметики через астрономию и музыку к диалектике и логике.

Учение Платона о благе нацелено на правителя идеальным государством, который в своих действиях будет руководствоваться наивысшим из благ – разумением. А увидев благо само по себе, он возьмёт его за образец, будет трудиться над гражданским устройством, воспитывать людей, подобных себе. От воспитания зависит определённый результат: «либо благо, либо его противоположность»¹⁶. Правильное обучение и воспитание пробуждает в человеке хорошие природные задатки, «а у кого они уже были, благодаря такому воспитанию они становятся ещё лучше...»¹⁷. Дело же основателей государства – «заставлять лучшие натуры учиться тому познанию, которое мы раньше назвали самым высоким, то есть умению видеть благо и совершать к нему восхождение»¹⁸. Тот, кто любит благо, будет счастлив.

По мнению Платона, правители, стражи, ремесленники, купцы и торговцы должны изучать квадривиум (арифметику, геометрию, астрономию и музыку) для усвоения «войскового строя», для понимания законов Вселенной и «стройных созвучий». Знание геометрии необходимо «при устройстве лагерей, при стягивании и развёртывании войск и разных других

¹³ Уайтхед А. Избранные работы по философии. М.: Прогресс, 1990. С. 335.

¹⁴ Платон. Сочинения: в 4 т. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та; «Изд-во олега Абышко», 2006–2007. Т. 3. Ч. 1. С. 304.

¹⁵ Там же. С. 631–632.

¹⁶ Там же. С. 231.

¹⁷ Там же. С. 229.

¹⁸ Там же. Т.3. Ч.1. С. 355–356.

военных построениях как во время сражения, так и в походах...»¹⁹.

Проблему воспитания (а через воспитание идёт и обучение) Платон связывает с математикой и философией. Именно математикой испытываются «лучшие умы», которым предстоит однажды стать философами. И далее весьма актуальное: «Когда воспитателями в государстве станут подлинные философы, будет ли их несколько или хотя бы один, нынешними почестями они пренебрегут, считая их низменными и ничего не стоящими, и будут высоко ценить порядочность и ту честь, что с нею связана, но самым великим и необходимым будут считать справедливость; служа ей и умножая её, устроят они своё государство»²⁰.

Особая роль в становлении научного знания и науки как системы объективных знаний о мире, в раскрытии специфики математического знания, истории и методологии науки принадлежит лучшему ученику Платона – Аристотелю (384–322 до н.э.). Он был первым из античных философов, которые разрабатывали исходные принципы научного метода, Логика стала для него основным методом искания истины. По мнению философа, «знать» – это: 1) доходить до начал или первых причин бытия; 2) останавливаться перед ними, созерцая их; 3) пребывать в покое, достигнув конечной цели истины – блага. Познание есть дело прекрасное и достойное. Трактат «Никомахова этика» он начинает словами: «Всякое искусство и всякое учение, а равным образом поступок... и сознательный выбор... стремятся к определённом благу. Поэтому удачно определяли благо как то, к чему всё стремится»²¹. Его учение о благе индивида не существует отдельно от учения о благе государства.

Высшим благом для него является конечная цель, которая избирается «сама по себе и никогда как средство»²². Совершенной же целью является счастье – «это нечто общее для многих, ведь благодаря своего рода обучению и усердию... оно может принадлежать всем, кто не увечен для добродетели»²³. Наука о государстве также связывается с высшим благом, потому что эта наука «больше всего уделяет внимания... тому, чтобы создать граждан определённого качества, т.е. добродетельных и совершающих прекрасные поступки»²⁴. В трактате «Политика» Аристотель писал, что «благо при всех обстоятельствах зависит от соблюдения двух условий: одно из них – правильное установление задачи и конечной цели всякого рода деятельности, вторая – отыскание всякого рода средств, ведущих к конечной цели»²⁵.

Следуя за Платоном, Аристотель математическое знание рассматривал как благо для человека. Оно направляет его на мышление. Но оно и прекрасно, ибо отражает в своих понятиях и теориях гармонию мира,

¹⁹ Там же. С. 324, 326.

²⁰ Там же. С. 385.

²¹ Аристотель. Сочинения: в 4 т. М.: Мысль, 1975–1984. Т. 4. С. 54.

²² Там же. С. 62.

²³ Там же. С. 68.

²⁴ Там же. С. 69.

²⁵ Там же. С. 612.

симметричность, порядок. Он подчёркивал единство прекрасного и доброго, эстетического и этического. А прекрасное потому есть добро, потому что оно благо. Правда, благое и прекрасное у него не одно и то же: благое в деянии, в движении, а прекрасное – в недвижимом. Прекрасное понимал в двух смыслах: как нравственное и как структурную гармонию. В трактате «Большая этика» Аристотель пояснял, что добродетельный человек должен быть «прекрасным и хорошим». Хорошее выражается в идейности и принципиальности. От хорошего человека не идёт «никакого ущерба». «Хорош и прекрасен тот, – писал он, – для кого всё хорошее хорошо, и его не портят такие вещи, как, например, богатство, власть»²⁶.

«Метафизику» он начинает с суждения: «Все люди от природы стремятся к знанию»²⁷. И далее: «...Заблуждаются те, кто утверждает, что математика ничего не говорит о прекрасном или благом. На самом же деле она говорит прежде о нём и выявляет его. ... А важнейшие виды прекрасного – это слаженность, соразмерность и определённость, математика больше всего и выявляет именно их»²⁸. Для него математика – высшая интеллектуальная степень красоты и гармонии. А наличие в математике соревновательности (агона) сближало науку с театром и спортом.

Понимание красоты восходит к философско-математической школе Пифагора (V век до н.э.). Выдвинув идею числа и гармонии в качестве основополагающих элементов мироздания, пифагорейцы тем самым разработали математический подход к красоте, заложили основы музыкальной гармонии. Числа, гармония и музыка стали для них главными элементами воспитания. Как писал Аристотель, пифагорейцы, «занявшись математикой, первые развили её и, овладев ею, стали считать её началами всего существующего». Из всех начал числа от природы есть первое, ибо в них «много сходного, что существует и возникает»: одно свойство чисел есть справедливость, другое – душа и ум, третье – удача, благо и богатство соотносились с числом пять, дружба – с числом четыре, Вселенная – с числом десять и т.д. В школе Пифагора мы обнаруживаем в математическом знании ценностные суждения не только эстетического, но и нравственного порядка («совершенные числа», «дружественные числа»). С пифагорейцами связано осознание того, что математика способна моделировать Природу, создавать картину мира, что мироздание можно выразить на языке арифметики и геометрии. И, пожалуй, с того отдалённого от нас времени мы можем считать, что геометрия становится наукой о фундаментальных свойствах мира, она «есть прообраз красоты мира» (И. Кеплер).

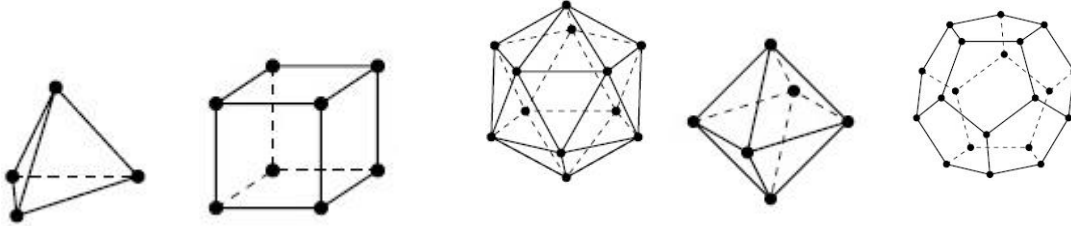
Многие философско-мировоззренческие идеи пифагорейцев воспринял и развивал Платон. Так, в трактате «Тимей» он строит космологию, задав четыре начала: огонь, землю, воду и воздух, приведя их в соответствие с правильными многогранниками: *тетраэдром, гексаэдром (кубом),*

²⁶ Там же. Т.4. С. 360.

²⁷ Там же. Т.1. С. 65.

²⁸ Там же. Т.1. С. 326–327.

октаэдром и икосаэдром. Был известен и пятый – додекаэдр. В таком порядке они представлены на рисунке. Тетраэдр олицетворял огонь, гексаэдр – землю, октаэдр – воздух, икосаэдр – воду, додекаэдр – Вселенную.



По мнению философа, «нет видимых тел более прекрасных, чем эти, притом каждое из них прекрасно в своём роде»²⁹. Что касается пятого правильного многогранника (додекаэдра), то его «бог определил для Вселенной и прибегнул к нему, когда разрисовывал и украшал»³⁰. Додекаэдр ограничен двенадцатью правильными пятиугольниками, а Вселенная имеет двенадцать знаков зодиака. В природе правильных многогранников всего пять.

Правильные многогранники обладают удивительными свойствами, а Евклид (III в. до н.э.) в 13 книге своих «Начал» сформулировал следствие: «При делении в крайнем и среднем отношении (так называемое «золотое сечение». – В.М.) стороны куба больший отрезок будет стороной додекаэдра».

В 1750 г. Л. Эйлер (1707–1783) сформулировал теорему относительно выпуклых многогранников: «Сумма числа граней и вершин равна числу ребер, увеличенных на два», т.е. $G+V = P+2$. Эта теорема заложила фундамент новому разделу математики – топологии.

Космологическую идею Платона по-новому реализовал И. Кеплер (1571–1630) в работе «Тайна мира» (1595), построив модель Солнечной системы, в основании которой лежали эти правильные многогранники, и тем самым публично защитил гелиоцентрическую систему мира Н. Коперника (1473–1543). В работе «О шестиугольных снежинках» он выразил идею о том, что в структуре природных тел повторяются пропорциональные соотношения S этим он связывал природную красоту, достойную вниманию математиков. В конце XX века эта идея была реализована во фракталах (о чём подробнее в дальнейшем).

В наше время правильные многогранники нашли преломление в гипотезе относительно икосаэдро-додекаэдровой структуры Земли. Она заключается в том, что в земной коре как бы проступают проекции вписанных в земной шар икосаэдра и додекаэдра. Определённые «узлы» в этой модели дают «выход» на полезные ископаемые, максимумы и

²⁹ Платон. Сочинения: в 4 т. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та; Изд-во Олега Абышко, 2006–2007. Т. 3. Ч. 1. С. 538.

³⁰ Там же. С. 540.

минимумы атмосферного давления, гигантские завихрения Мирового океана и другие явления и загадки Природы.

Жизнь украшается математикой

В последние 2–3 десятилетия всё большее число специалистов в области истории и методологии математики в своих статьях и выступлениях на конференциях отмечают гуманитарную направленность математики, ибо она занимается изучением человеческой деятельности, не отчуждая её от субъекта деятельности (А.А. Марков); настаивают на том, что преподаватели математики должны ориентировать студентов на гуманитарные тенденции науки (Н.К. Непейвода); отмечают её особенности, заставляют «внимательно присматриваться к её родству с гуманитарными знаниями (А.А. Бейлинсон). Правда, если в основание деления наук положить не объект изучения, а степень воздействия на человека, на методику и методологию наук, то можно сказать, что каждая из них имеет право называться гуманитарной.

Пожалуй, истоки гуманитарного потенциала математического знания нацеливают нас на Фалеса (около 625–547 до н.э.), который ввёл идею доказательства, хотя и очевидных, истин. Можно сказать, что он совершил революцию в мышлении, осуществив доказательство нескольких геометрических предложений: «В равнобедренном треугольнике углы, противолежащие равным сторонам, равны»; «Стороны угла, пересекаемые рядом параллельных прямых, рассекаются ими на пропорциональные отрезки»; «Угол, опирающийся на диаметр, прямой» и другие. Через свои доказательства он выразил силу человеческого разума, определённый стиль математического мышления, связал математику с юриспруденцией. Легко понять, что процедура доказательства (особенно доказательство «от противного», то есть через приведения к противоречию) была одним из проявлений социальной активности человека, выражала его мировоззренческие и методологические установки, а также ответственность за достоверность получаемых математических знаний, переход от индивидуального знания к коллективному.

Гуманитарная составляющая математического знания была чётко выражена в 1918 году в преамбуле к программе дисциплины «Математика». В частности, было указано, что курс математики строится не столько в интересах будущих специалистов по математике, технике и естествознанию, сколько в целях пополнения гуманитарного знания, которое может дать математика. Гуманитарный потенциал науки усиливается её связями с философией, литературой, поэзией, музыкой, скульптурой... Общепризнанным является суждение «не обучение математике, а обучение математикой», «не учащийся для математики, а математика для него».

Представляют интерес идеи, выраженные В.А. Успенским (1930–2018) в работе «Математическое и гуманитарное: преодоление барьера». Уже в самом начале он замечал, что «никто не знает, сохранят ли грядущие века и тысячелетия сегодняшнее деление наук на естественные и гуманитарные, ибо уже и сегодня безоговорочное отнесение математики к естественным наукам

вызывает серьёзные возражения»³¹. В качестве примера он приводит открытие в 1932 году математиком и логиком К. Гёделем (1906–1978) теоремы о неполноте формализованных (формальных) систем. Такой системой может выступать арифметика натуральных чисел. Научный и методологический смысл теоремы состоит в том, что понятие истинности математических суждений нельзя исчерпывающим образом выразить через понятие доказуемости в формализованной математике. Выяснилось, что понятие доказуемости не совпадает с понятием истинности: существуют истинные математические суждения, но они формально недоказуемы. Это значит, что в любой достаточно содержательной математической теории (каковой может служить арифметика натуральных чисел) истинных высказываний больше, чем доказуемых в ней средствами этой теории. Для реализации доказательства теории можно пополнить новыми аксиомами, но опять-таки в ней обнаружится истинное, но недоказуемое высказывание. Этот процесс возможно продолжить сколько угодно далее.

Логико-математическая теорема К. Гёделя выводит нас на философско-гносеологические выводы. Причём усматривается некоторая аналогия с выводами Ф. Энгельса (1820–1895), хотя, безусловно, в них речь идёт о различных предметных областях. Энгельс писал, что мир представляет единую систему, но «познание этой системы предполагает познание всей природы и истории, чего люди никогда не достигают»³². И в другом месте он разъяснял, что если бы человечеством была построена окончательно завершённая «система всех мировых связей, то развитие прервалось бы... А это было бы абсурдом и бессмыслицей»³³.

Возвращаемся к сущностным аргументам В.А. Успенского о «родстве и сопряжённости» математики с гуманитарными науками. «Особенно благородная цель, – замечал он, – уничтожить ... барьер внутри отдельной личности, то есть превратить гуманитария отчасти в математика, а математика – отчасти в гуманитария»³⁴. Их стили мышления находятся во взаимном дополнении. В одном лице можно сочетать математический и гуманитарный подходы к окружающему миру. Математика – наука демократическая, а мы бы ещё добавили – и интернациональная, ибо не имеет чётких национальных границ, служит истине и всем народам.

Об этом свидетельствует хотя бы такой исторический факт. Его приводит известный российский математик В.И. Арнольд (1937–2010) в статье «Математическая дуэль вокруг Бурбаки». Состоялась она в марте 2001 года в Институте А. Пуанкаре. По окончании дискуссии с Арнольдом французский математик Ж.-П. Серр произнес: «Теперь мы ещё раз убедились, какая это замечательная наука – математика. Люди со столь противоположными мнениями, как мы двое, могут в ней сотрудничать, уважать друг друга, знать и использовать результаты друг друга, сохраняя

³¹ Успенский В.А. Математическое и гуманитарное: преодоление барьера. М.: МЦНМО, 2011. С. 3.

³² Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. М.: Госполитиздат, 1955. Т.20. С. 630.

³³ Там же. С. 36.

³⁴ Успенский В.А. Математическое и гуманитарное: преодоление барьера. М.: МЦНМО, 2011. С. 3.

при этом свои противоположные мнения... И, смотрите – мы оба остались живы...»³⁵. Безусловно, культура человеческих отношений является важнейшим фактором жизни людей. Она определяет не только судьбы отдельных граждан той или иной страны, но и ближайшие перспективы жизнедеятельности на планете Земля.

Противоположное просто невозможно. Опять-таки исторический факт. В 1938 году в Дании (в замке Хельсингёр) проходил Международный конгресс антропологов, где известный физик Н. Бор (1885–1962) выступил с докладом «Философия естествознания и культура народов». Тогда же и прозвучали его слова: «Всякой человеческой культуре, замкнутой в себе, свойственно националистическое самодовольство». Призывно звучат слова А. Пуанкаре (1854–1912) в разделе «Последние мысли» в книге «О науке»: «Давайте же сблизимся в стремлении к общему идеалу, научимся понимать друг друга, а тем самым и ценить».

В 1623 году Г. Галилей в книге «Пробирных дел мастер» выразил своё суждение о Вселенной: «понять её может лишь тот, кто научится понимать её язык, ибо она написана на языке математики, а знаки её фигуры – треугольники, круги и другие геометрические объекты».

Дальнейшее развитие математического знания нам показывает, что архитектура природы гораздо богаче, чем мы её представляем на каждом этапе цивилизации. Создаётся впечатление, что природа «скрывает» от человека свои красоты и формы, «ждёт соответствующего уровня математической культуры. И математика достигает его.

В 1975 году немецкий физик и философ Б. Мандельброт (1924–2010) вводит понятие фрактал и представляет читателю свою книгу «Фрактальная геометрия природы». Понятие «фрактал» образовано от латинского «fractus» (ломаный, дроблёный). Простым примером фрактальной линии является траектория движения броуновской частицы. Фрактальные формы окружают человека всюду с далёкого прошлого: снежинки, облака, горы, морской берег, молнии, морские раковины, листья растений, кораллы и множество других предметов и явлений. Рождение фрактальной геометрии свидетельствовало о новом достижении в математическом знании, о революции в математике, и по силе оно равно созданию в науке дифференциального и интегрального исчисления. Здесь следует заметить, что в XIX веке изломанные фрактальные функции, не имеющие производной ни в одной своей точке, математики не включали в область науки по эстетическим соображениям. Так, известный французский математик Ш. Эрмит (1829–1901) писал, что «с ужасом отворачивается» от таких функций. По этому же пути следовали и великие немецкие математики К. Гаусс (1777–1855) и К. Вейерштрасс (1815–1897).

В дальнейшем математика показала человеку, что «патологические некрасивые функции» являются великолепным математическим аппаратом и гораздо лучше подходят для описания природных объектов. «Благодаря

³⁵ Арнольд В.И. Математическая дуэль вокруг Бурбаки // Вестник Российской академии наук, 2002. Т. 72. № 3. С. 245.

фрактальной геометрии, – писал Б. Мандельброт, – мы узнаём о том, что некоторые из наиболее сухих и холодных разделов математики скрывают за внешней суровостью целый мир чистой, пластичной красоты, доселе неведомой»³⁶.

Фрактал имеет дробную размерность. Если в геометрии Евклида линия одномерна, а плоскость двумерна, то во фрактальной геометрии линия обладает дробной размерностью между 1 и 2, а поверхность между 2 и 3 (некая «вспенённая» поверхность).

3. Оперирование абстракциями и идеализациями в математическом познании (а без этого математика просто невозможна!) настолько входит «в кровь и плоть» человека, что он оказывается как бы между двумя реальностями: реальностью чувственно воспринимаемых вещей, их свойств, отношений и «реальностью» математических абстракций и идеализаций. И именно с этой второй реальностью имеет дело познающий математическую науку. Постоянный «разговор» на языке математики оставляет особый отпечаток на личности человека, на его мышлении. Он «математизирует» явления и предметы действительности, подмечает количественные отношения и пространственные формы, иными словами, видит мир сквозь «математические очки». Отличаются стилем мышления не только специалисты-математики, но и студенты-математики от собратьев с других факультетов. Знаменитый хирург и педагог, имеющий физико-математическое образование, Н.И. Пирогов (1810–1881) писал о различии в действиях и мыслях двух специалистов: прошедших «школу гуманитарных наук» и школу «реализма». А поэт А.А. Блок (1880–1921) в письме матери от 15 июля 1912 года выразил даже предпочтение языка формул языку драматического повествования: «Впервые услышав этот язык со сцены, я поразился: простота доведена до размеров пугающих, жизнь души переведена на язык математических формул, а эти формулы, в свою очередь, написаны условными знаками, напоминающими зигзаги молний на очень чёрной туче»³⁷.

Но это «внешнее» проявление математического мышления. Сущностью же математического мышления (и его конкретно-исторической формы – стиля математического мышления) является жёсткая детерминация, отличающаяся мощным логическим и математическим аппаратом. Величие человека заключается в его способности мыслить. Для нас представляет интерес статья «О воспитательном эффекте уроков математики» учёного и педагога А.Я. Хинчина (1894–1959), который выразил ряд векторов, направленных от математики к человеку: полноценность аргументации, убедительная доказательность общих математических утверждений, критическое отношение к заключениям, формирование математического стиля мышления, для которого характерными являются: а) доведённое до предела доминирование логической схемы рассуждения; б) лаконизм; в)

³⁶ Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2009. С. 17.

³⁷ Блок А.И. Собрание сочинений: в 8 т. М.-Л.: Художественная литература, 1963. Т. VIII: Письма. С. 398.

чёткая расчленённость хода рассуждения, г) точная символика³⁸. Он указал и моральные векторы, идущие к человеку от математики: честность, правдивость, мужество, патриотизм. «Теоретическая честность, – писал он, – ставшая для математика непреложным законом его научного мышления и профессиональной (в частности, педагогической) деятельности, довлеет над ним во всех его жизненных функциях – от абстрактных рассуждений до практического поведения»³⁹.

Математика как «цветок лотоса»

Мы с наслаждением познаём математику, писал Аристотель. «Она восхищает нас как цветок лотоса». А вот суждения современных учёных, подтверждающих истину древнегреческого философа: «Математика есть прообраз красоты мира» (И. Кеплер); «математика – один из видов искусства» (Н. Винер); математика «обладает не только истиной, но также величайшей красотой, какой обладает искусство ваяния» (Б. Рассел); «думать, что математика затрагивает лишь интеллект, означало бы забыть о красоте математики, элегантности геометрии, которые прекрасны в самом полном смысле этого слова» (А. Пуанкаре); «нужно в первую очередь руководствоваться соображениями математической красоты» (А. Эйнштейн); «красота есть первое требование: в мире нет места для некрасивой математики» (Г. Харди); «есть в математике нечто, вызывающее человеческий восторг» (Ф. Хаусдорф); «математика – россыпь алмазов, скрытых в недрах реального мира» (М. Клайн) и т.п.

В этой части мы делаем попытку конкретно представить красоту математики, показать её эвристические возможности. Красота математики (и в математике) – это одна из характерных особенностей науки. Причём мы должны увидеть, как внешнюю её красоту (действующую на органы чувств и радующую глаз), так и внутреннюю (направленную на интеллект человека и структуру знания). Но ведь очень редко чувства и разум находятся вне единства.

Английский физик-теоретик, один из основателей квантовой механики П. Дирак (1902–1984) посещал Россию несколько раз. В 1956 году он выступил перед студентами-физиками МГУ, а по окончании своей лекции на доске оставил своё суждение, которое и сегодня сохраняется под стеклом: «Physical law should have mathematical beauty» («Физический закон должен обладать математической красотой»). Когда П. Дирак на лекциях рассказывал о своих работах, то слушателям казалось, что он не столько объясняет существующий мир, а, как творец, создаёт свой собственный, красивый, математически строгий. Лишь в конце он возвращался к реальности.

В «Воспоминаниях» П. Дирак писал, что «самое важное – записать уравнение в красивом виде, и тогда успех обеспечен»⁴⁰. По его мнению, красивыми являются теория относительности, квантовая механика, теория

³⁸ Хинчин А.Я. Педагогические статьи. М.: Изд-во АПН РСФСР, 1963. С. 131–143.

³⁹ Там же. С. 150.

⁴⁰ Дирак П.А. Воспоминания о необычной эпохе: сб. ст. М.: Наука, 1990. С. 14.

функций комплексного переменного, проективная геометрия. Его знакомство с физиком Э. Шрёдингером (1887–1961) состоялось на почве ценностей математической красоты: «Для нас была символом веры математическая красота всех уравнений, описывающих фундаментальные законы Природы»⁴¹. Вспоминая А. Эйнштейна (1879–1955), замечал, что «главной его целью был поиск красивой теории, такой, которую должна была выбрать Природа. Нужно обладать подлинным духом гения, чтобы из одних лишь абстрактных размышлений составить представление о том, какой должна быть Природа»⁴². Сам же А. Эйнштейн знаменитое уравнение $E=mc^2$, соединяющее энергию, массу и скорость света, называл не только ключом к пониманию Вселенной, но и красивой.

Математическое знание показывает человеку форму, порядок, пропорциональность, симметричность, последовательность, периодичность, т.е. всё то, что является синонимом слова «красота». И принцип красоты в математике можно рассматривать ведущим принципом в системе гуманитарного воспитания. Исследования в области физиологии и психологии показывают, что ощущение математической красоты имеет много общего с ощущениями человека, полученными им от восприятия музыки, поэзии, живописи... Шотландский философ и просветитель Ф. Хатчесон (1694–1716) в работе «Исследования о происхождении наших идей красоты и добродетели» назвал три признака красоты теорем: 1. Красота есть единство в многообразии; 2. Красота заключается во всеобщности научных истин; 3. Научная красота – это обретение неочевидной истины⁴³. А американский математик и логик Г. Биркгофф (1911–1996) писал: «...В книге «Эстетическая мера» мой отец разработал количественный подход к эстетическому качеству M на основе формулы $M=O/C$, в которой числитель O толковался как мера «порядка», а знаменатель C – как мера «сложности», или усилий понимания»⁴⁴.

Многие авторы научно-популярных работ по математике эстетическое науки выражают непосредственно в названии: «Геометрическая рапсодия», «Три жемчужины теории чисел». «Живые числа», «Прелюдия в математике», «Этюды о симметрии», «Трилогия о математике», «Математические новеллы», «Удовольствие от X » и т.п. Красота математической теории есть не что иное, как красота её теорем и методов их доказательства. С далёкого прошлого в математику вошли такие понятия, в которых явно выражен эстетический аспект: «среднее гармоническое». «гармонический ряд», «гармонический анализ», «гармоническая пропорция» («золотое сечение»), «гармоническая функция», «гармоническая четвёрка точек», «совершенные числа», «математические (волшебные) квадраты» и другие. К математическим объектам совершенно неприменимы такие понятия, как

⁴¹ Там же. С. 34.

⁴² Там же. С. 57.

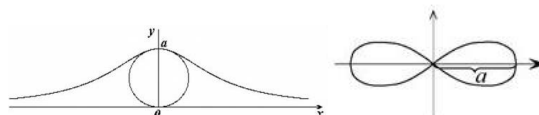
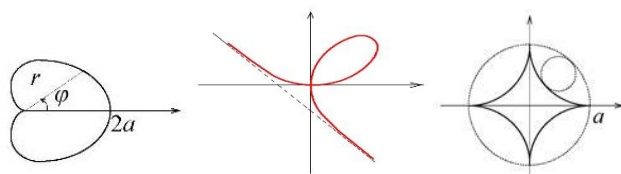
⁴³ Хатчесон Ф. Исследование о происхождении наших идей красоты и добродетели. В двух трактатах // Хатчесон Ф., Юм Д., Смит А. Эстетика. М.: Искусство, 1973. С. 72–77.

⁴⁴ Биркгофф Г. Математика и психология. М.: Советское радио, 1977. С. 74.

«трагическое», «комическое», «низменное», «безобразное» и т.п.

В XVII веке французский математик и философ Р. Декарт (1596–1650) предложил изображать уравнения кривых второго порядка графически в прямоугольной системе координат. Математические соотношения воплотились в изящные геометрические формы. Появились романтические названия некоторых из них: «кардиоида» (подобная сердцу), «локон Аньези», «астроида» (звёздообразная), «лемниската» (украшенная лентами), «Архимедова спираль», «Кассини овал», «конхоида Никомеда» (сходная с раковиной), «Декартов лист» (правда, сам Декарт, открывший эту кривую 3-го порядка, назвал ее более поэтично: «лепесток жасмина») и другие.

Некоторые из них в рисунке ниже.



Локон Аньези

Лемниската

Кардиоида Декартов лист Астроида

Теорию чисел Д. Гильберт (1862–1943) называл «зданием редкой красоты и гармонии». В ней ярко проявилась не только внешняя и внутренняя красота соотношений между натуральными числами, но и «игра ума». Мы покажем это конкретными примерами, которые будут не только интересны читателю, но и мотивируют самостоятельные поиски в мире математической красоты.

1. В записной книжке Л. Эйлера содержалась теорема: «Всякое простое число вида $8n+3$ может быть представлено суммой трёх квадратов нечётных чисел», где n есть 1, 2, 3, ... Например, $43=9+9+25$.
2. В запись квадратов чисел 32043 и 99066 входят все 10 цифр по одному разу: $32043^2 = 1026753849$; $99066^2 = 9814072356$.
3. Сумма кубов последовательных натуральных чисел равна квадрату суммы их первых степеней: $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 = (1 + 2 + 3 + \dots + n)^2$.
4. Любую степень целого числа можно представить в виде суммы последовательных нечётных чисел, а количество слагаемых при этом равно основанию степени: $3^4 = 25 + 27 + 29$; $4^5 = 253 + 255 + 257 + 259$.
5. Особой красотой обладают так называемые автоморфные числа – это числа, которые вновь появляются в конце своего квадрата: $5^2 = 25$; $25^2 = 626$; $76^2 = 5776$. Известны трёхзначные автоморфные числа – 376 и 625; четырёхзначное – 9376; пятизначное – 90625 и другие более высокого порядка.
6. Десятичная запись куба числа 32 начинается самым этим числом, а запись его пятой степени оканчивается этим числом: $32^3 = 32768$, $32^5 = 33554432$.
7. К образцам прекрасного в теории чисел относится основная теорема арифметики: «Каждое число разложимо на простые множители и притом единственным образом»: $28 = 7 \times 2 \times 2$.

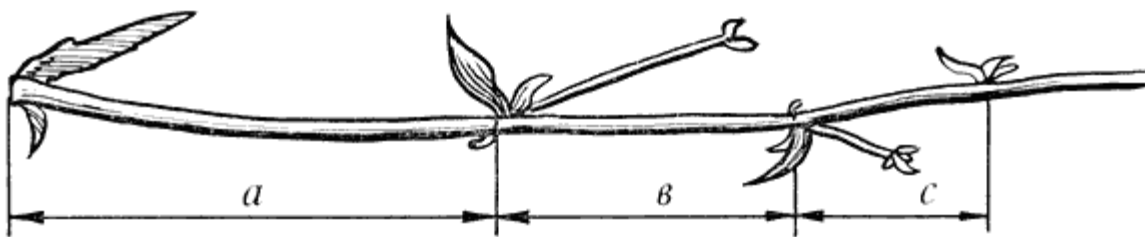
8. Красивым является утверждение (теорема) древнегреческого астронома и математика, автора трактата «Альмагест» К. Птолемея (конец I – начало II века н.э.): «Вокруг четырёхугольника можно описать окружность тогда и только тогда, когда произведение его диагоналей равно сумме произведений его противоположных сторон». При доказательстве этой теоремы мы увидим единство геометрии, алгебры и тригонометрии, т.е. единство в многообразии как критерий красоты в геометрии.

В 1748 г. Л. Эйлер опубликовал в книге «Введение в анализ бесконечных малых» формулу, которую Ж. Лагранж (1736–1813) назвал одним из самых прекрасных открытий XVIII в.: $e^{ix} = \cos x + i \sin x$. В ней соединены показательная и тригонометрическая функции. Если в этом равенстве принять $x = \pi$, то мы будем иметь $e^{i\pi} = \cos \pi + i \sin \pi$ или $e^{i\pi} = -1$. И окончательно $e^{i\pi} + 1 = 0$. Поистине единство в многообразии: пять величин, представляющих арифметику, алгебру, геометрию и анализ. И если чудеса существуют, то эта формула одна из чудес, ибо создаёт впечатление о самостоятельной жизни и собственном разуме.

Нам известно суждение И. Кеплера о том, что геометрия владеет двумя сокровищами: одно из них – теорема Пифагора (её можно назвать «мерой золота»), а другое – деление отрезка в крайнем и среднем отношениях (которое «больше напоминает драгоценный камень»). Теорема Пифагора нам известна со школьной скамьи, а вот образование пропорции, которую Леонардо да Винчи (1452–1519) назвал «золотым сечением», мы покажем.

Разделим отрезок $AB = a$ точкой C на два неравных отрезка: больший x и меньший $(a-x)$. Тогда отношение целого отрезка к его большей части будет равно отношению большей части к меньшей, т.е. $a : x = x : (a-x)$. Эта пропорция, известная ещё пифагорейцам, и была названа «золотым сечением». При $a = 1$ она легко приводится к квадратному уравнению $x^2 + x - 1 = 0$ и положительному корню x , приближённо равному 0,618 от целого. Меньший отрезок составит 0,382.

«Золотое сечение» есть высшее проявление структурного и функционального совершенства целого и его частей, которое реализуется в искусстве, архитектуре, скульптуре, биологии... В 1528 году вышла в свет книга немецкого живописца и графика А. Дюрера (1471–1528) «О человеческой пропорции», в которой показывалось совершенство человеческого тела и его частей. Мы имеем удивительный факт: математическая формула обретает обаятельный образ, а телесная красота подтверждается абстрактной формулой. На рисунке представлено изображение растения – цикорий. Легко видно, что расстояние между лепестками соответствует «золотому сечению».



Цикорий

В первой части статьи мы ввели понятие «фрактал», что показывает развитие математического знания и появление новых возможностей в описании красоты Природы. Авторы книги «Красота фракталов» отмечают: «Возможно, наиболее убедительный аргумент в пользу изучения фракталов – это их бросающаяся в глаза красота»⁴⁵. В основе организации природных фрактальных структурах лежит принцип динамической симметрии (самоподобия), принцип единства в многообразии. Во фрактале каждый фрагмент фигуры повторяется при уменьшении масштаба. Сам автор фрактальной геометрии Б. Мандельброт пояснял: «Если каждое из частей некоторой формы геометрически подобна целому, то и форма, и порождающий её каскад называются самоподобными»⁴⁶. Рисунки ниже нам показывают (листок папоротника, дерево, кочан капусты, трахея и бронхи человека, алгебраический фрактал), что математика выявляет глубинные свойства красоты Природы и Человека.



Это совсем другой уровень структурной сложности. Мы видим, что графическое изображение фракталов вызывает у человека интеллектуальные и эстетические впечатления. А как отмечал Б. Мандельброт, с одной стороны, «всякое графическое представление математических концепций является формой искусства», а с другой – «фрактальное искусство возникает из попытки постичь законы Природы» средствами математики⁴⁷. Путь логики и чувства, разума и сердца слились во фракталах. А в общем математические картины мира позволяют нам предположить нечто фантастическое: Природа «знакома» с математическим знанием. Они действуют по одним и тем же законам.

Заключение

Математическое знание интернационально, служит благу человечества, несёт в себе признаки интеллектуального и эстетического родства, непосредственно участвует в создании истинных духовных ценностей. От

⁴⁵ Пайтген Х.О., Рихтер П.Х. Красота фракталов. М.: Мир, 1993. С. 10.

⁴⁶ Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2009. С. 17.

⁴⁷ Там же. С. 42-43.

него идёт свет, созидающий личность. Усвоение этого знания – это всегда открытие, удивление, восхищение. Думается, что занятие математикой и её преподавание украшают жизнь человека.

Математику следует преподавать как искусство во имя блага и красоты самой науки. Воспитание (а следовательно, и обучение) через искусство есть необходимое условие гармонического развития личности. Отсюда следует одна из задач педагога-математика – взаимопроникновение рационального и эстетического в методику преподавания учебной дисциплины. Через математику педагог приобретает возможность приблизить учащуюся молодёжь к вершинам творения человеческого разума. Само обучение математике должно восприниматься педагогом как целостный гуманитарно-мировоззренческий процесс в пространстве математической культуры.

Вместе с тем в этом процессе должно участвовать всё окружение молодого человека. Английский математик, логик, философ и общественный деятель Б. Рассел (1872–1970) в «Автобиографии» так обосновывал свой интерес к математике: «В возрасте одиннадцати лет я начал изучать Евклида под руководством своего брата. Это было одним из великих событий моей жизни, ослепительным, как первая любовь. До того я и не подозревал, что в мире есть что-либо столь восхитительное. С этого момента... математика была моим главным интересом и главным источником счастья»⁴⁸. На вопрос: «Как осуществлять преподавание математики?» он отвечал: «Одна из главных целей, которой служит математика при правильном её преподавании, это пробуждение веры учащегося в разум, его уверенности в истинности того, что было доказано, а также – в истинности доказательства»⁴⁹. А если говорить словами великого естествоиспытателя Ч. Дарвина (1809–1882), у людей, усвоивших принципы математики, одним органом чувств больше, чем у простых смертных. А чудо математического знания состоит в том, что человек учится познавать истину, обретая при этом интеллектуальную свободу.

⁴⁸ Рассел Б. Изучение математики // Историко-математические исследования. Вып. 16 (51). 2018. С. 378.

⁴⁹ Там же. С. 368.

Н.В. Михайлова
(Минск)

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЛОСОФСКОЙ ПРОБЛЕМЫ ОБОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ТЕХНИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Специфика философии математики определяется тем, что, как часть философии науки, она занимается методологическими вопросами обоснования математики. Несмотря на все усилия, предпринятые математиками и философами XX века, проблема обоснования современной математики все еще далека от своего окончательного решения. Это определяет актуальность исследования сущности проблемы обоснования и необходимость использования принципиально новых концептуальных и методологических подходов к концепции обоснования математики. В статье акцентированное внимание уделено методологическому анализу актуальной философской проблемы обоснования математического анализа как основной дисциплины математического познания.

* * *

Теории современного математического анализа включают в себя проблемы и задачи вещественного, комплексного и функционального анализа, сложность которых реально отражается в содержательных контрпримерах в математическом анализе, используемых в проблемном обучении математике. Математический анализ непрерывно обогащается новыми фактами, поэтому математик и философ, академик Н.Н. Лузин считал, что задача преподавания математического анализа является труднейшей задачей науки и педагогики. Математический анализ – это общеобразовательная математическая дисциплина в классических и технических университетах, объектом изучения которой является та часть высшей математики, которая связана с основополагающими понятиями, действительного числа, функции, производной и интеграла. Преподавание математики для математиков и инженеров – методологически разные вещи, но «массовым образом преподается то, что студентам-нематематикам непонятно и в общем, не может быть понято (а математикам понятно и может быть понято)¹. При общей трактовке математического анализа к нему относят также функциональный анализ, комплексный анализ и даже нестандартный анализ. Методологический прагматизм математического анализа задает в совокупности неявное проблемное поле исследований по концептуальному обоснованию высшей математики, которую в образовательных целях сузим к обоснованию отдельных аспектов математического анализа.

Но мы все еще привязаны к духовному прошлому и все еще

¹ Лифшиц Б.А. Математический анализ в техническом университете // Компьютерные инструменты в образовании. 2015. № 3. С. 32

обращаемся к великим мыслителям античности. Например, онтологические корни математического анализа восходят к атомистическим идеям античных исследователей. Следует также отметить роль методологии математики, которая стала формироваться с возникновением научного познания. Предметом методологии математики является изучение методов, средств и приемов, с помощью которых приобретает, а также обосновывается новое знание в математической науке. При философском анализе истории обоснования математического анализа можно указать на методологические трудности, которые были связаны с противоречиями абстрактных теорий, оперировавших логико-математическими представлениями о бесконечных множествах. Заметим, что математический анализ в узком смысле – это традиционное дифференциальное и интегральное исчисление, изучаемое во всех курсах высшей математики для инженерных и естественнонаучных специальностей, а математический анализ в широком смысле можно описать как совокупность математических дисциплин, представляющих развитие идей и методов дифференциального и интегрального исчисления. Заметим, что, вопреки широко распространенному мнению, «жесткая» формализация доказательства все же не является синонимом надежности и строгости математических рассуждений даже с философской точки зрения обоснования математического анализа для студентов технического университета. Но почему в проблеме обоснования такое пристальное внимание уделяется обоснованию именно математического анализа?

Авторитетный философ математики В.Я. Перминов очень убедительно объясняет: «В 30-х годах прошлого века П. Бернайс сформулировал некоторый критерий успешной или состоявшейся программы обоснования математики, который сводится к тому, что любая такая программа должна быть способной обосновать математический анализ. Смысл критерия ясен. Математический анализ – центральная дисциплина современной математики, являющаяся идейным истоком большинства существующих математических теорий и основой большей части приложений математики»². По поводу актуальности обоснования математического анализа заметим, что усвоение разделов и направлений математического анализа для многих студентов сопряжено с определенными когнитивными трудностями, обусловленными современным опытом преподавания математики в школе без доказательств и тем более без соответствующего понимаемого обоснования. Заметим, что идеи математического анализа охватывают всю современную математику, начиная от абстрактных областей и до многих прикладных разделов, ориентированных на приложения математики. Но пока ни одна из известных программ обоснования теорий современной математики не удовлетворяет «критерию успешности Бернайса». Следует подчеркнуть, даже история становления математического анализа показывает, когда математический анализ стал мощным инструментом познания, то до конца XIX века работающие математики, удовлетворенные успехом этой математической

² Перминов В.Я. Проблема обоснования математики у А.Н. Колмогорова // Труды вторых Колмогоровских чтений. Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2004. С. 20.

науки, перестали уделять должное внимание философско-методологическому анализу обоснования математического познания, считая при этом математический анализ «самостоятельной философией».

Математический анализ в широком смысле – это хорошо развитые сейчас области современного математического знания, например такие, как вещественный, комплексный и функциональный анализ, обоснование которых непосредственно связано с вечной «проблемой бесконечного». В общеметодологическом плане обоснование необходимо для того, чтобы найти средства, гарантирующие надежность сверхсложных современных математических рассуждений и их доказательств. В таком контексте при исследовании проблемы обоснования современной математики следует ориентироваться на реальные и наиболее перспективные направления развития самой математики. Поэтому проблему обоснования современного математического анализа целесообразно обсуждать прежде всего с точки зрения методологического подхода, а именно в плане общих принципов математического познания, сочетающих разные стороны математической деятельности и различные формы рефлексии в философии математики, развитые философами, логиками и математиками. Методологический кризис в обосновании нового математического знания обусловлен ориентацией исследователей этой проблемы на постмодернистские теории в философии и социокультурные проблемы преподавания математики, а не на сущность изучаемого предмета. Но на протяжении уже долгого времени развитие методологии преподавания математического анализа сосредоточено вокруг проблемы ее логических основ последовательности изложения предметного содержания, в котором с учетом общих закономерностей восхождения от абстрактного к конкретному выделяются разные пространства.

На всех исторических этапах системная интерпретация аргументации математического знания при разных методологических подходах выступает в философском единстве, а один из них, в контексте проблемы обоснования математики, в определенный период даже становился главенствующим. Заметим, что многие математики в начале прошлого столетия «были убеждены в том, что работами Кантора, Дедекинда и Вейерштрасса проблема обоснования анализа решена окончательно и бесповоротно, что проблемы иррационального числа, например, больше не существует ... работы Вейля во всяком случае показывают, что вопрос этот еще спорный, что над проблемами числа и континуума еще много придется поработать»³. Трудности обоснования математического анализа связаны с совместимостью разных стратегий обоснования, поскольку наиболее известные направления обоснования ориентированы на различные задачи и цели математического исследования. Синтез известных направлений обоснования математики, который оказывается системно-методологической функцией, то есть либо системной организации теорий математики, либо их эффективного применения, что оборачивается задачей интеграции математики как науки. В

³ Яновская С. Предисловие к русскому переводу // Вейль Г. О философии математики. 2-е изд. М.: Ком. Книга, 2005. С. 4–5.

этих условиях задание «жесткой» целевой функции обоснования математики нелогично, хотя критерий системной целостности дает определенность новой цели познания, так как он еще требует учета специфических особенностей различных направлений обоснования математического анализа.

Поэтому при обосновании многочисленных теорий математического анализа следует исходить не только из разных конкретных практических математических примеров, а еще из обоснования логико-гносеологического статуса математической теории в целом. Логико-гносеологический подход к проблеме обоснования связан со снятием неоправданных запретов на исходные принципы и логику редукции программ обоснования, выдвинутых в начале прошлого века, через рационализацию их гносеологических допущений. С гносеологической точки зрения причина кризиса теоретико-множественного обоснования математики заключается в следующих причинах. Во-первых, в некоторой абсолютизации возможной применимости методологических принципов теоретико-множественного мышления в математическом познании, а во-вторых, в крайней степени абстрагирования, на которой, по сути, основаны принципы теоретико-множественного способа мышления. Слабой стороной математического анализа XVIII века было отсутствие логического обоснования ее важнейших частей. Например, аппарат анализа бесконечно малых был развит без достаточной философско-методологической проработки его строгого логического обоснования, хотя он востребован при исследовании свойств мировоззренчески обоснованных различных классов функций и их новых комбинаций.

Теории математического анализа часто характеризуются тем, что в теоретической и практической математической деятельности приходится анализировать различные сложные функциональные зависимости, поэтому математический анализ, изучающий такого рода зависимости, представляет сейчас наиболее важный раздел современной математики. С точки зрения математического познания проблемно ориентированное обоснование математического анализа включает в себя несколько аспектов: во-первых, доведение математических теорий до принятого современного уровня строгости; во-вторых, полноценная аргументация существования новых математических объектов; в-третьих, учет саморазвития математических теорий при решении конкретных задач и избавления их от возможных противоречий⁴. Отметим, например, что математический анализ практически и теоретически реально опирается на теорию действительных чисел, изучение которых привело высшую математику к рассмотрению различных бесконечных множеств. Кроме того, с помощью понятия предела наконец получили объяснение такие важнейшие понятия математического анализа, как сходимости, производная, интеграл, непрерывность, сумма ряда и многое другое. Заметим, что уже при становлении теорий математического анализа стало проявляться внутренне присущее ему специфическое противоречие между способностью получать практически важные прикладные результаты

⁴ Михайлова Н.В. Проблемно-ориентированное обоснование современного математического анализа // Математические структуры и моделирование. 2017. № 4. С. 53–59.

и философскими трудностями объяснения или обоснования новых понятий и применяемых методов в разделах прикладной математики.

Иногда складывалось впечатление, что онтологический и логико-гносеологический подходы к обоснованию математики переплетаются, хотя в современной математике отдельные онтологические и гносеологические основания, необходимые для целостного обоснования, вообще говоря, не совместимы. Поэтому для анализа сущности обоснования необходимо уточнение отличия гносеологии от онтологии, состоящего в том, что онтология математики пытается ответить на вопрос, какие математические объекты допустимо рассматривать в математических рассуждениях, а гносеология математики – ответить на вопрос о том, как они появились, а также какие именно действия и операции с ними допустимы. Поэтому методология математического познания не может быть концептуально свободной от соответствующего онтологического и гносеологического содержания. Онтологический аспект специфики математики проявляется в том, что в ее абстрактных структурах содержатся базисные интуиции математического познания, которые затем синтезируются в составе математических теорий и структур математики, а самоочевидность исходных математических представлений – это признак онтологической значимости этих представлений. С критически-рефлексивной точки зрения философии математического образования, проблема обоснования, например, такого фундаментального раздела современной математики, как математический анализ и его направления – функционального анализа состоит в нахождении необходимых условий его признания прежде всего в математическом сообществе, а затем, естественно, и в образовательной среде.

Но среди методологических проблем математического образования главным остается вопрос качества обоснования теорий, вопрос о том, как можно точно определить такое качество. Но прежде чем попытаться решить проблему повышения качества обоснования математического анализа в техническом университете, необходимо осмыслить само «качество» как философскую категорию. «Если в качестве области, подлежащей обоснованию, мы выберем раздел математики, то внешнее рассмотрение может быть начато с определения областей его приложения в естествознании, технике и других сферах»⁵. Такой подход к обоснованию с точки зрения образования отражает тот исторический факт, что естественнонаучные и технические науки никогда не оспаривали роль математики. Математическое доказательство считается надежным, если в нем отсутствуют контрпримеры, обилием которых славятся утверждения и теоремы математического анализа, и называется строгим, если оно не содержит в себе неявных математических предпосылок, вообще говоря, не оговоренных ранее, то есть строгость характеризует математический анализ его с формальной стороны, а также с точки зрения корректности определений и полноты посылок. Тогда проблема обоснования теорий математического

⁵ Арепьев Е.И., Мороз В.В. К вопросу о возможности унификации процедуры обоснования научных областей: поиск сущностных оснований математики // Вестник Челябинского гос. ун-та. 2018. № 11. С. 66.

анализа, например, востребованной теории обобщенных функций, сводится к анализу следующих двух вопросов: обоснованию строгости новой математической теории и законченности математических доказательств, а также к обоснованию непротиворечивости математических теорий, гарантирующих надежность содержательных теорий, которые составляют фундамент математического знания.

При раскрытии концептуальных различий отдельных программ обоснования в философии математики, в известной мере абстрагируясь от указанных формальных структур, приходится иногда переносить акценты на концептуальный и методологический инструментарий. Это придает особый статус вопросам теории познания, поскольку в логико-гносеологическом плане обоснование математики – это те фундаментальные принципы и идеи, которые направляют общий ход научного поиска. Понятие обоснованности является более широким по объему, так как оно охватывает не только доказательные, но и правдоподобные или вероятностные математические рассуждения. Поэтому необходимость проблемно ориентированного синтеза в обосновании обусловлена: во-первых, утратой целостности структуры обоснования; во-вторых, появлением новых когнитивных форм математики; в-третьих, экспликацией единства математического знания. Можно даже утверждать, что в общеметодологическом плане системно-методологическое обоснование необходимо для того, чтобы найти средства, гарантирующие надежность как классических, так и связанных с ними сравнительно новых современных математических теорий и доказательств.

Целью обучения математическому анализу в любом техническом университете является формирование у студентов умения осмысливать сущность математических понятий и утверждений, а также понимать логику рассуждений и использование полученных математических знаний для поиска решения прикладных задач. В математическом анализе главную методологическую роль с точки зрения его обоснования играет понятие предела. «Теория пределов является одной из самых трудных для усвоения студентами и организации изучения разделов анализа. Это связано с тем, что эта теория обладает высокой степенью абстракции, новизной понятия, символики и приемов рассуждения»⁶. Важнейший вопрос касается методологии понятия «предельный переход» как способа существования математических объектов, получаемых с его помощью. В частности, на рубеже XIX–XX веков уже возникает концептуально новый способ методологического анализа, базирующийся на основе системного подхода к математическому знанию, отличающийся от предыдущих тем, что упор в нем делается на явные методы конструирования новых теоретических систем. Аргументировать необходимость системной методологии или системно-методологического подхода к проблеме обоснования математики можно следующим образом. Основу системной методологии в обосновании математических теорий составляют особые факторы, с помощью которых

⁶ Браславская Н.Б., Прохорова А.В. Операция предельного перехода и ее роль в развитии интеллекта студентов технических вузов // Дидактика математики: проблемы и исследования. 2008. № 29. С. 23.

выявляются связи общей структуры построения системы как целого и системы как взаимоотношения составляющих ее элементов.

В связи с этим нельзя не отметить, что теоремы Гёделя о неполноте привели в 30-е годы прошлого века к первому методологическому кризису, а начиная со второй половины XX века в современной математике произошли еще два кризиса, столь же непредсказуемые, как и кризис, вызванный гёделевскими результатами. Например, новые методологические проблемы математического анализа связаны с проблемой переусложненности. Одна из них состоит в том, что доказательства стали настолько длинными и сложными, что никто не берет на себя смелость однозначно подтвердить или оспорить их правильность, а вторая связана с обоснованностью применения компьютеров в новых «необозримых» математических доказательствах. В философской и математической, а тем более в педагогической литературе эти проблемы пока еще детально даже не обсуждались. Такое положение дел в современной математической образовательной практике настоятельно требует специального методологического анализа. Во-первых, несмотря на устойчивость математических теорем, математика оказалась не такой строгой наукой. Во-вторых, методологически значимым для современной математики является вопрос о правомерности применения компьютерных методов, используемых для доказательства. В-третьих, обозримость математических доказательств с необходимостью связывается с их проверяемостью и убедительностью, то есть возможностью их мысленной репрезентации и в проблеме схватывании структуры доказательства целиком.

Преподавание математического анализа для математиков и будущих инженеров с внедрением компьютерных технологий должно методически отличаться. В частности, «необходимо менять методику чтения лекций по математическому анализу, делая акцент не на углубленном изучении методов вычислений интегралов и детальном доказательстве теорем и фактов, а на практически ориентированном обосновании появления идеи интегрального исчисления в математическом анализе на основе моделирования реальных процессов»⁷. Кроме того, не все в порядке с «логической стройностью» и обоснованностью математического знания в предназначенных для студентов-нематематиков из технических университетов учебниках и учебных пособий по высшей математике. Сказанное особенно актуально, в том числе и с точки зрения методологии преподавания математического анализа, для студентов технического университета. Раздел математического анализа, в силу своей методологической глубины, эксплицирует основные понятия курса высшей математики для студентов технических университетов. Методологическая составляющая системно-методологического подхода к обоснованию теорий математического анализа состоит в когнитивном исследовании методологии математического познания, соотношения между методами познания и в определении сферы их эффективной применимости. Можно предположить, что философская составляющая обоснования теорий математического

⁷ Гавриков А.И. Применение основной идеи интегрального исчисления на лекциях по математическому анализу в техническом вузе // Экономические и социально-гуманитарные исследования. 2016. № 3. С. 6.

анализа как эволюционирующих систем специального вида тоже требует системного подхода для их вполне адекватного анализа.

При философском анализе обоснования направлений развития математического анализа всегда возникает постоянная методологическая необходимость подтверждения надежности математических теорий на новых более высоких уровнях строгости. Концептуальное развитие обоснования теорий математического анализа на основе методологического анализа связано с таким пониманием доминирующего статуса математических моделей реальности, которое снимает в рамках математических критериев неоправданные ограничения на реализацию программы обоснования. Аргументация целостности концепции обоснования теорий математического анализа должна также вскрывать внутренние закономерности и процессы, обуславливающие ее качественное своеобразие. С точки зрения сущности обоснования современной математики, именно системно-методологический подход представляет собой философски развернутый процесс восхождения от теоретического к практически реализуемому обоснованию. Для решения этой педагогической задачи необходимо рассмотреть философские аспекты различия между системными понятиями целого и целостности. С одной стороны, целое – это совокупность «сильно» взаимодействующих частей, в котором смысл понятия «часть» определяется также присущим системе взаимодействием. С другой стороны, системы, обладающие свойством целостности, рассматриваются как единый объект, а взаимосвязи частей бывают настолько сильны, что они не всегда могут рассматриваться как локализованные взаимодействия, с учетом того, что критическое мышление расширяет любые границы познания, тем самым позволяя выйти за пределы опыта непосредственных математических ощущений.

Следует признать, что проблема обоснования математического анализа и проблема развития математического знания в определенном смысле обособлены, как и соотношение оснований математики и философско-мировоззренческого осмысления ее обоснования. Основная трудность обоснования математического анализа заключена в отсутствии однозначного восприятия самого понятия «обоснование», что предполагает также когнитивный релятивизм в обосновании, поскольку с образовательной точки зрения проблема обоснования математики фактически обособлена от проблемы развития математического знания. Практически сущность методологического анализа актуальной философской проблемы обоснования результативных направлений в современных теориях математического и функционального анализа состоит в нахождении аргументов столь же значимых для других, как и для математиков. Кроме того, по существу, «методологическое противоречие» заключается в том, что основания математического знания принимаются как выверенные и очевидные. Поэтому при преподавании математического анализа студентам-инженерам целесообразно помнить еще и о различии правильного рассуждения и его обоснованности в том онтодидактическом смысле, что рассуждение может быть правильным и даже доказательным по формальным признакам, но

необоснованным по содержанию. Уместно также заметить, что даже любой перечень новых методов математического доказательства, включая использование современных компьютерных технологий, и принципов построения математических объектов всегда остается и должен оставаться неполным, так как сформированные методы и принципы в силу развития математического знания подлежат пересмотру и уточнению.

При становлении новых направлений математического анализа стало проявляться внутренне присущее им некоторое специфическое противоречие между способностью получать конкретные практически важные результаты и философскими трудностями аргументации или обоснования их новых понятий и применяемых методов. Объектом философско-методологического интереса в осознании когнитивных трудностей математического познания остается различие между критически-рефлексивным мышлением и процессом понимания теорий в университетском курсе математического анализа. Проведенный в таком контексте анализ сущности методологической проблемы обоснования математического анализа, с помощью специального проблемно ориентированного подхода, по сути, практически способствует видоизменению традиционных общих образовательных взглядов на системное обоснование высшей математики. Это связано также с тем, что математический анализ как центральная дисциплина математического образования студентов технического университета в настоящее время превратился в разветвленную систему разных по содержанию прикладных математических направлений и специальных дисциплин.

В заключение можно сказать, что методологический сдвиг в решении проблемы обоснования современного математического анализа зависит не только от достижений в математической логике и анализе аксиоматических систем, а также от понимания общих проблем философии математики и от расширения допустимых когнитивно-методологических подходов к обоснованию математических теорий. Многообразие направлений, которые можно использовать в обосновании, выдвигает новую философскую проблему синтеза, что ставит системную методологию познания, по существу, в проблемно ориентированную философскую ситуацию.

М.Ю. Морозов
(Москва)

ФРАКТАЛЬНОСТЬ В СВЕТЕ ТРЕХ КРИЗИСОВ ОСНОВАНИЙ МАТЕМАТИКИ

В статье раскрывается мысль, что концепция фрактальности несет в себе в концентрированном виде проблемы, которые не были решены в результате исторического развития математики. Рассматривается вопрос о необходимости поиска единого основания для математической науки; в качестве такого основания предлагается диалектическая философская традиция. Обосновывается мысль о совпадении логики фрактальности с диалектикой и теорией познания математики, понятой как прикладная диалектическая логика. В результате прохождения через кризисные этапы фундаментальные проблемы математики не «снимаются», а элиминируются из научного дискурса, однако сохраняют свое негативное действие в определениях фрагментарности в современной науке, широко использующей математический аппарат. Решение этих проблем представляется возможным через понимание математики как частичной науки, движущейся к своему понятию, которое выступает конечным результатом, что выводит математику за свою собственную границу.

Ключевые слова: фрактальность, математика, кризис оснований, диалектика, непрерывное и дискретное, логика, теория познания.

* * *

Фрагментарность современного мира стала общей чертой в его многообразных определениях. Фрагментарность коллективов и индивидов¹, атомизированность общества, разрывы коммуникативных, экономических, причинно-следственных и прочих связей, что выражаются емкой категорией *die Verkehrsformen*, клиповость мышления² – лишь малая толика того, как фрагментарность проявляет себя на эмпирическом уровне. Развернувшееся наступление новых вирусных инфекций, которое заперло в своих квартирах многие миллионы людей, оторвав их не только от общества, но и от семьи и от самих себя, – пиковое и наиболее явное изображение такой фрагментарной логики. Рассыпающийся на фрагменты мир в сознании и вне его должен быть осмыслен и тем самым собран, связан – ведь целостность является как основанием, так и целью деятельного «функционирования» человека, а равно и атрибутом его³. Г.В. Лобастов с полным правом поэтому пишет о том, что личность удерживает собой смысловой каркас бытия⁴. Вопрос об общем основании многообразных явлений должен быть поставлен теоретическим сознанием – но фрагментарность представлена и в нем, ведь «нельзя жить в обществе и быть свободным от него».

¹ Бурик М.Л. Человек и экономика в виртуализированном мире. Киев: Аграр Медіа Груп, 2016. 268 с.

² Гиренок Ф.И. Клиповое сознание. М.: Проспект, 2021. 256 с.

³ Это показано Э.В. Ильенковым на всех структурных уровнях бытия, от психологии до космологии.

⁴ Лобастов Г.В. Философско-педагогические этюды. М.: Микрон-Принт, 2003. С. 8.

Фрагментарность в сфере теории узаконена сегодня принципом плюрализма. Плюрализм этот заявляет равнозначность и желательность самых многообразных мнений, ведь принято считать, что «эвристический потенциал» гораздо выше в системе с большим разнообразием. Творите, мол, теоретики, самые разные концепты и модели, придумывайте «полезные фикции», а уж насколько они полезны – решит конкурентная борьба. Чья «фикция» адекватнее схватывает объективную реальность – тот и прав. Остается добавить – все как в живой природе, ведь и человек, по существу, животное, хоть и высокоразвитое.

Это, однако, только половина истины. Ее абстрактная, говоря словами Гегеля, сторона. А абстрактная половинка – односторонняя, ущербная, убогая – истинной, по Гегелю, быть никак не может. Заслоняет она собой всю полноту и богатство «картины мира» из-за того, что чрезмерно распухает (*überschwengliches*, как писал И. Дицген). Истина же всегда конкретна, «едина в многообразии». Истинно ли, что человек – «животное», т.е. биологическое существо? Да, разумеется, это ближайшая предпосылка его существования, снятая, однако, в форме движения культуры и культурой. Хотя, стоит добавить для поклонников «нелинейного» взгляда на историю, на некоторых этапах развития этой культуры биологическое (животное) существование человека становится не только предпосылкой, но и вполне себе целью. Вот только по своей сущности человек – отнюдь не биологическое существо, а всецело, исключительно социальное, общественное. Эту-то сущность не умеет (не хочет? не должна?) схватить современная гуманитарная наука. И не только гуманитарная! Потому-то и природа несет на себе печать тех определений, которые наиболее явно выступают наружу под давлением господствующего принципа наличного человеческого бытия. Это не в природе вовсе господствует исключительно «конкурентная борьба», а в человеческом обществе. А присмотреться к природе внимательнее – так окажется, что наравне с конкуренцией не менее выгодной эволюционной стратегией является и партнерство, и альтруизм⁵. Природа, как отмечал⁶ еще Д. Лукач, есть, помимо прочего, гносеологическая категория, и взгляд на нее зависит поэтому от той теоретико-познавательной позиции, которая принята в обществе⁷.

Потому ссылка на «природность» конкурентной борьбы идей ничего оправдать и доказать не может: она исходит из того же основания, откуда и идеи, а именно – из человеческой предметно-практической деятельности. И от характера этой деятельности, от принципа, движущего эту деятельность, зависит и характер, принцип, который утверждают сами идеи. Плюрализм

⁵ Фридман В.С. Как социобиология сама себя отрицает [Электронный ресурс]. URL: <http://spinoza.in/theory/kak-sotsiobiologiya-sama-sebya-otritsaet.html>

⁶ Лукач Д. История и классовое сознание. Исследования по марксистской диалектике. М.: Логос-Альтера, 2003. 416 с.

⁷ Та же участь постигает и математику. Ю.И. Манин отмечает влияние принципа наличного бытия и в ней: «Язык категорий (частично заменивший язык теории множеств. – М.М.) воплощает «социологический» подход к математическому объекту: группа или пространство рассматривается не как множество с внутренне присущей ему структурой, но как член сообщества себе подобных» См.: Манин Ю.И. Лекции по алгебраической геометрии. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 113.

же, который на поверхности выступает либеральным демократизмом, оказывается лишь схемой для утверждения стихии, в которой конкурентная борьба есть форма проявления всеобщей необходимости. Проявления ее «природным» образом⁸ – через случайность, анархию; речь, конечно, идет о стихии рынка. И стихия эта тут же оборачивается своим-иным, – тоталитарным диктатом. В сфере теории это видно очень хорошо: смеешь претендовать на единство основания своей теории? Упоминаешь истину как достойную познания цель? Недоволен разногласием высказываемых мнений и тем, что их уравнивают с научным знанием? Подобная позиция, при всей толерантности научного сообщества, не встречает сегодня сочувствия. Но проблемы, вынуждающие к поиску единого основания для науки в целом, и особенно для такой важной науки, как математика, не исчезают только лишь от того, что их не считают за проблемы.

Раскол математики – знаменитый кризис оснований, разразившийся в конце XIX века, – сказался на судьбе этой науки особенно сильно и явно. А.В. Титов весьма справедливо отмечает: «В настоящее время математика сталкивается с новыми для нее проблемами, как в фундаментальной области, так и в области ее приложений. С одной стороны, границы математики и ее приложений невероятно расширились, с другой – зачастую теряется связь между различными ее разделами, то есть математика утрачивает свое единство, ускользает основа, на которой достигается общность ее "частей" и интересов. Ставится вопрос о разработке новых оснований математики. Возникают даже мнения о необходимости «новой математики». В то же время объективным является осознание ограниченности возможностей математики в тех или иных областях ее приложений. Это приводит к возникновению ряда несвязанных, а порой и слабо обоснованных методов решения прикладных задач»⁹. Постмодернист, задающий тон современному теоретическому самосознанию, торжествовал бы от этих слов. Утрачивается единство? Прекрасно! Ведь «Единое не есть», – подсказывает А. Бадью вслед за Лаканом и Делезом. Ускользает основа? Просто замечательно! Необходимо создать новую математику – такую, какую потребуется, лишь бы избежать «репрессивности истины». А иногда – в наивном заблуждении – и в форме поисков этой самой истины. Например, в стремлении как можно точнее «подражать природе», выразить ее на языке геометрии.

В часто цитируемом отрывке из «Фрактальной геометрии природы» Б. Мандельброт риторически вопрошает: почему геометрию считали холодной и сухой? И делает свое знаменитое «открытие»: потому что горы – не конусы, а береговые линии – не линии вовсе! В самом деле, «книга природы написана на языке математики», но не всякой математики, а именно его – Мандельброта – фрактальной геометрии. Неискушенный читатель с готовностью доверяется красноречивому автору и охотно начинает верить в то, что у природы «на самом деле фрактальное лицо». Вот только это

⁸ Ведь на стадии разумного субъекта она проявляет себя в форме свободы.

⁹ Титов А.В. Диалектика развития математики и математической логики // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, обществе. 2019. № 1. С. 53.

«открытие» для людей, знакомых с основаниями математики, новым назвать никак нельзя: «В природе нет тел, имеющих правильно геометрические формы. Огораживая участки земли, изготавливая гладкие доски, различные сосуды, выкапывая рвы, сооружая здания, укрепления и т.п., т.е. изготавливая предметы достаточно правильной (приблизительно правильной) формы, люди сопоставляли их и находили в них общее – форму, отвлеченную от качественных особенностей сравниваемых тел»¹⁰. В.Н. Молодший за десять лет до Мандельброта демонстрирует понимание куда более глубокое, исследуя геометрические понятия как формы деятельности общественного человека, развитие которых обусловлено развитием этой деятельности, предметно-преобразовательной практики, развитием потребностей человека в определенном историческом обществе. Это не удивительно, ведь еще за сто лет до выхода «Очерков по философским вопросам математики» Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге» очерчивает принципиальные моменты возникновения математических понятий; именно на его позицию и опирается Молодший.

Пример с фрактальной геометрией здесь вовсе не случаен и выступает далеко не в роли «мальчика для битья». Напротив, мы считаем, что понятие фрактальности есть ключевое для понимания всей глубины кризиса оснований современной математики; понятие это, как мы покажем ниже, сосредоточило в себе все нерешенные проблемы различных периодов развития этой науки. Говорить об этом сегодня приходится тем громче, чем меньше кризис оснований осознается как кризис – это типичное проявление отношения современного общества к кризисам (не только научным) в математике выражается ярче прочих. М. Клайн в книге с говорящим названием «Математика. Утрата определенности»¹¹ пишет отнюдь не с сочувствием, что с момента разделения математики на чистую и прикладную внимание к противоречиям в фундаменте этой науки сильно поугасло. В большинстве разделов прикладной математики они вовсе не играют большой роли, провоцируя вполне прагматическое отношение и вызывая коллективные иллюзии, получившие название конвенционализма, а в математике фундаментальной – в математической логике и теории категорий – выработаны способы эти парадоксы обойти, ускользнуть от них. Кризис все еще не пройден, но он затух, – пишет Клайн. Значит, можно закрыть глаза на «ухищрения каверзных педантов»¹² от математики и спокойно заниматься созданием «полезных фикций»?

Вообще нет! Затухание кризиса – как в экономике, так и в научном познании – явление весьма обманчивое. Механизм такого «затухания» на деле оказывается «механизмом» оттягиваемой резинки: чем дольше и сильнее ее оттягивать, тем большее будет потом удар, ведь никакой материал не прочен абсолютно. А именно на абсолютную прочность и надеются

¹⁰ Молодший В. Н. Очерки по философским вопросам математики. М.: Просвещение, 1969. С. 18.

¹¹ Клайн М. Математика. Утрата определенности. М.: Мир, 1984. 434 с.

¹² Так, Дж. Робинсон недвусмысленно отозвалась о советских экономистах, развивавших трудовую теорию стоимости Маркса. См.: Robinson J. Doktrinen der Wirtschaftswissenschaft: eine Auseinandersetzung mit ihren Grundgedanken und Ideologien. München: C. H. Beck, 1965. P. 85.

сторонники не замечать проблемные ситуации вовсе: но прочность эта уже сегодня трещит по швам. Неумение осмыслить науку в своем основании и тем более отрицание всякого основания и приводит к ограниченности возможностей, к отрыву теории от практики, к требованию создать новую математику и т. п. Это только в рассудочной логике теория никак с практикой не связана; разумная же логика ставит вопрос о поиске точки тождества противоположностей.

Об окончательно совершившемся раздвоении логики на математическую и диалектическую прекрасно пишет И. Лемешко, указывая также общественно-исторические причины такого разрыва¹³. Важно, что основной проблемой, следующей из игнорирования математиками логики диалектической, является подмена изучения всеобщего позицией изучения особенного. Именно этот подход в «решении» проблем парадоксов теории множеств предлагал Цермело: рассматривать только те множества, которые к классическим парадоксам не ведут. Тем самым нарушалось изначальное намерение Г. Кантора, который «стремился развить теорию множеств во всей общности, как теорию, относящуюся к любым множествам; названная ограничительная тенденция была для него совершенно чуждой»¹⁴. Развить же теорию во всей общности, как блестяще показал еще И. Кант, невозможно без того, чтобы не наткнуться на антиномии. Совсем иное дело – как их трактовать. Клайн в восьмой главе своей книги наглядно показывает, что основной упор математиков начала XIX на логическую совместимость (непротиворечивость) используемых утверждений, а не на их истинность и привел к появлению работ Кантора.

Нам представляется, что доказывать стремление науки к познанию именно всеобщих закономерностей здесь не требуется. Вопрос о единых основаниях математики стоит давно. Причем дело здесь идет далеко не только о наборе аксиом, которые позволят связать в единое целое наличное состояние математики, а и о принципах, основаниях, позволяющих осмыслить весь процесс развития математического знания в его противоречивости. И Титов, и Лемешко таким принципом предлагают взять принцип гегелевской Логики с его важнейшей особенностью – совпадением логического и исторического. А.Ф. Лосев в фундаментальном труде «Хаос и структура»¹⁵ приводит великолепный анализ диалектических оснований математики, который может и должен быть использован в осмыслении поставленной задачи. Однако, оставаясь в строго философском поле рассмотрения проблем развития математического учения, Лосев слишком мало обращает внимание на «изучение фактов» – реальное историческое развитие, т.е. на собственно историческую сторону реального развития математики как деятельности общественного человека. Построение общей

¹³ Лемешко И. О логике критики оснований математики // Наш Ильенков: Учиться мыслить смолоду / под ред. В.Д. Пихоровича. М.: ЛЕНАНД, 2016. С. 64.

¹⁴ Молодший В.Н. Очерки по философским вопросам математики. М. Просвещение, 1969. С. 236.

¹⁵ Лосев А.Ф. Хаос и структура / сост. А.А. Тахо-Годи и В.П. Троицкого, общ. ред. А.А. Тахо-Годи и В.П. Троицкого. М.: Мысль, 1997. 831 с.

теории такого развития должно иметь объективные основания, укорененные в самой практической жизни индивидов; таким основанием, по нашему мнению, являются упомянутые выше связи – формы общения (*die Verkehrsformen*).

Что понимать под формой общения – вопрос сам по себе нетривиальный¹⁶ и требует отдельного обсуждения. Можно признать, что без специального пояснения связь проблем оснований математики и форм «общественного общения»¹⁷ может или показаться внешней, надуманной, или не улавливаться вовсе. Краткое пояснение заключается в гипотезе, что разрабатываемая нами концепция фрактальности совпадает по существу с диалектикой и теорией познания математики как теоретической науки. Гегель называл последние «прикладными логиками» в отличие от единственной чистой Логики, которая не погружена в эмпирический материал. Примерами таких прикладных логик, в которых авторы прямо руководствовались принципом совпадения диалектики, логики и теории познания своего предмета, являются на сегодняшний день «Капитал» К. Маркса, психологическая теория Л.С. Выготского – А.Р. Лурии – А.Н. Леонтьева и «Диалектика эстетического процесса» А.С. Канарского.

Фрактальность, как показано нами ранее¹⁸, является движением разрывности форм общения и мерой такого разрыва. Теоретическая математика тем самым получает принципиальное разрешение проблемы, которая более других мучает представителей данной науки: как математические абстракции оказываются настолько эффективно связаны с миром? Как не имеющая, будто бы, ничего общего с объективной реальностью, «невозможная» геометрия «предсказывает» квантовые и космологические события? Ответ становится возможным, если проследить генезис математики в тесной связи с формами общения (вернее, их разрывом и деформацией) вплоть до понятия математики (т.е. понимания сути дела). В известном анекдотическом противопоставлении математиков философам первые отличаются от вторых тем, что «знают, о чем говорят и чем занимаются, и могут это доказать». В реальности же понятия математики и ее предмета у математиков нет: «Ход развития математического знания выводит ее за пределы рассудочной логики. Это может означать, что математика как понятие, являясь продуктом саморефлексии духа, сама в процессе саморазвития составляет свой конечный продукт, то есть понятие математики составляет конечный результат развития математики. Предмет же математики следует определить, так как рассматривать ее как науку о

¹⁶ Загорский М. Категория «*die Verkehrsformen*» и практический материализм Текст: электронный // Журнал «Пропаганда»: Интернет портал. URL: <http://propaganda-journal.net/10451.html> (дата обращения: 10.07.2021).

¹⁷ С такой неизбежной тавтологией переводится на славянские языки категория *die Verkehrsformen* во избежание путаницы ее с вербальной коммуникацией. См.: Семек М.Я. Две модели межсубъектности. Текст: электронный // Журнал «Пропаганда»: Интернет портал. URL: http://propaganda-journal.net/bibl/Siemek_Dve_modeli_mezhsubiektnosti.html (дата обращения: 10.07.2021).

¹⁸ В статье «Противоречие непрерывности и дискретности как существенное определение фрактального», которая планируется к публикации в № 5 (2021) журнала «Проблемы современного образования» (Москва).

числах в привычном понимании этого слова уже нельзя»¹⁹. Понятие математикой себя как результата развития самой этой науки позволяет осмыслить ее в тотальности целостной науки о человеке – определить напряженные связи с общественной потребностью, которые, пусть и фрагментарно, уже осознаются и сейчас. Речь о математической статистике и теории вероятностей, о математике как основе программирования и многом другом; но прежде всего – о математике как науке о формальной стороне деятельности, о форме общения в собственном виде.

Это нетрудно понять, во-первых, потому что наука о содержательной стороне общения целостного человека – теоретическая эстетика – уже разработана А.С. Канарским. Эстетика понята им как логика противоречивого движения чувственного процесса человека. Сторона, связанная с проблемами самих форм общения, остается пока еще неразработанной: проблема превращенной и чистой формы, проблема целостности таких форм, проблема производства самой формы общения. Здесь же следует вспомнить активную роль, какую форме придавал Аристотель: материя есть лишь возможность формы. «Для возникновения движения, – пишет В.Ф. Асмус, – нет необходимости, чтобы высшая «форма» оказывала на движение предметов активное непосредственное воздействие. Достаточно, чтобы высшая «форма» просто существовала сама по себе, и «материя», уже в силу одного этого существования, необходимо должна была испытывать стремление к реализации «формы» и потребность в этом»²⁰. Конечно, Аристотель здесь пишет о высшей форме – Боге. Однако любое истинное понятие, как чистая форма вещи, выступает и идеалом этой вещи (как конкретное тождество *Ideelle* и *Ideale*), а значит, вызывает стремление к реализации этой формы.

Во-вторых, принцип математики – «одно», по Гегелю, – подразумевает внешнюю бытию сторону, границу, которая безразлична самому бытию: ««Одно» и пустота суть для-себя-бытие, наивысшее качественное внутри-себя-бытие, опустившееся до полной внешности; непосредственность или бытие «одного», ввиду того, что оно отрицание всякого инобытия, положено так, чтобы не быть уже определяемым и изменчивым; для его абсолютной неподатливости всякое определение, многообразие, всякая связь остается, следовательно, всецело внешним соотношением»²¹. Это внешнее соотношение, неизменчивость предметов является предпосылкой для математики вообще: именно поэтому проблема движения составляет для математики такую трудную проблему. Изменчивость по своей природе может быть схвачена здесь лишь формально; и рассудочная логика, на которую и может только опираться математика по самой своей природе,

¹⁹ Титов А.В. Диалектика развития математики и математической логики // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, обществе. 2019. № 1. С. 54.

²⁰ Асмус В.Ф. Метафизика Аристотеля // Аристотель. Сочинения в четырех томах. Т. 1. ред. В.Ф. Асмус. М.: Мысль, 1976. С. 25.

²¹ Гегель Г.В.Ф. Наука логики. Том 1. М.: Книга по требованию, 2016. С. 234.

производит разрыв любой формы – например, формы тождества²². Там, где математика выходит на ограниченность рассудочной логики, она видит свою собственную ограниченность как отдельной науки.

«Одно» порождает из себя «Многое», а вместе с ним – противоречие непрерывности и дискретности, которые, по Гегелю, являются первыми определениями количества. Но это же противоречие единого (или Одного, das Eins) и многого – самая сердцевина противоречия фрактала, которая и обнажается в анализе функции Вейерштрасса. Непрерывна эта функция только потому, что она вся состоит из разрывов. Причем, как будет показано в следующих публикациях, логика фрактальности тесно связана с классификацией точек разрыва в математике. Разрыв здесь – перерыв постепенности, изменение характера (направления, интенсивности, качества) движения, поэтому каждая «точка» (по существу – бифуркация) как бы торчит «иголками» во все стороны, не позволяя получить производную. Получается парадокс: ни одной точки нет, т. е. мы должны бы наблюдать чистое Ничто, однако график функции имеет вполне определенную форму. Это фрактальная форма в чистом виде – и неспроста фрактал возникает из проблемы определения границы между берегом и морем или трактуется как граница между двумя состояниями системы: это есть предельное в своей чистоте формальное выражение диалектического характера границы, которая есть и не-есть одновременно.

Фрактал определяют как множество. Но множество, согласно канторовой теории, есть «совокупность элементов», однако из внимательного анализа функции Вейерштрасса видно, что никаких «элементов» в ней нет. Это характернейший для фрактала момент: он есть «чистое» множество, не включающее в себя «одни»²³; или же он есть Единое, но не переходящее во Многое. Поэтому начало теории фрактального должно выступать в форме непрерывности, которая несет в себе противоречие Единого и Многого в снятом виде. Непрерывность в диалектической логике есть «простое, равное себе соотношение с собой, не прерываемое никакой границей и никаким исключением, но она не непосредственное единство, а единство для-себя-сущих «одних»»²⁴. Но так как фрактал и есть, с одной стороны, сама граница, а с другой – либо Одно, либо Многое, т. е. исключение их единства, тождества, то он есть движение от непрерывности (как формы тождества) к разрыву. Это особенно важно подчеркнуть, потому что фрактал высвечивает внешность принципов Единого и Многого друг другу, что характерно для количественных категорий, которые имеют своим принципом «одно». Г. Гегель отмечает этот момент: «Уже ранее было показано, что число – неподходящая форма для выражения понятийных определений, но менее всего подходит она для выражения определений самого понятия; число, поскольку оно имеет принципом «одно», обращает считаемое в совершенно

²² См. указанную выше статью «Противоречие непрерывности и дискретности как существенное определение фрактального».

²³ При этом он не есть чистое Ничто, пустое множество.

²⁴ Гегель Г.В.Ф. Наука логики: Том 1. М.: Книга по требованию, 2016. С. 259.

обособленные и совершенно безразличные друг к другу [предметы]]²⁵. Это обезразличивание является необходимо вырастающим из самой практики человека по освоению количественной стороны объективной реальности и должно быть подробно рассмотрено в исследовании проблемы измерения.

Можно сказать, что фрактал и есть предел возможностей формального (математического) языка в схватывании действительности в ее противоречивом единстве. Здесь фиксируется еще один парадокс: фрактал есть математическое понятие, которое показывает ограниченность математики как науки, как бы «прорывает» ее предметное поле и выходит за него²⁶, поскольку не фрактал уже имеет своим принципом «одно», как прочие категории сферы количества, а, напротив, Одно и Многое имеют своим принципом фрактальность: «Границы суть принципы того, что они ограничивают, подобному тому, как единица, например, как сотая, есть граница, но также и элемент целой сотни»²⁷. Единое, «вырастающее» на фрактальном основании, есть абстрактная тотальность. Многое, «вырастающее» на том же основании, есть чистая множественность. Фрактальность разрывает живую связь диалектического тождества (органической тотальности).

Разрыв этой живой связи – необходимая черта рассудка, его цель и работа. Однако рассудочность есть лишь момент в движении мышления; разрыв этот тогда только не обесмысливает познание, когда удерживается в рамках целого. Таким целым выступает образ материи как субстанции, существенной стороной которого является сторона количественная, которая и схватывается противоречием непрерывного и дискретного. В.А. Босенко, с опорой на гегелевскую логику и положения Энгельса о превращении материи, осмысливает всеобщее движение как тождество дискретного и непрерывного: «В этом плане по отношению к материи можно сказать, что она без скачков потому, что состоит сплошь из скачков (Энгельс), что она есть сплошное превращение, сплошной скачок, сплошное становление (как бы не успевающее стать чем-либо определенным и моментально превращающееся в другое). Разумеется, что под «тождеством» непрерывности и прерывности вовсе не подразумевается какое-то уравнивание того и другого и т. п. Речь идет об ином. Возрастающая интенсивность превращения форм, осуществляемая через прерыв, скачок, начинает ясно демонстрировать, что движение в любой данный момент есть превращение, своего рода сплошной непрерывный прерыв, т.е. как бы прерыв в непрерывной форме»²⁸. Это тождество, взаимопереход прерывности и непрерывности есть способ существования материи как таковой, который с формальной стороны и схватывается категорией фрактального; но лишь с

²⁵ Гегель Г.В.Ф. Наука логики: Том 3. М.: Книга по требованию, 2016. С. 48.

²⁶ То же фиксирует Э.В. Ильенков для категории субстанции в философии: Ильенков Э.В. Субстанция. Текст: электронный // Caute: Интернет портал. URL: <http://caute.ru/ilyenkov/texts/enc/substantia.html> (дата обращения 11.07.2021).

²⁷ Гегель Г.В.Ф. Наука логики. Т. 1. М.: Книга по требованию, 2016. С. 190.

²⁸ Босенко В.А. Всеобщая теория развития. Киев, 2001. С. 132.

формальной стороны, и это необходимо строго учитывать.

О выходе математики за свои пределы пишет и Титов: «Эволюцию математики как раскрытие внутреннего содержания и формальной логики, приводящее к появлению ее новых типов, можно рассматривать как процесс выхода имеющих форм за собственные границы, характеризуемый в диалектике Гегеля как «снятие» (Aufheben). Это такое развитие, при котором старая форма не исчезает, но сохраняется включением в новую, которая помимо нее включает в себя и ее отрицание, объединяя их в новом единстве как моменты этого единства»²⁹. Пример такого развития он видит в возникновении неевклидовых геометрий, которые стали возможны при отказе от пятого постулата.

Фрактальность в этом отношении гораздо радикальнее: она «деконструирует», как мы видим, не только пятый постулат, а вообще все постулаты Евклида. Точка, по Аристотелю, – единичная сущность с положением в пространстве; единица – сущность без положения в пространстве. Фрактальность разрушает обе³⁰: «Концепция фрактала игнорирует «защитный пояс» классических геометрических концепций (конкретные исчисления, связанные с евклидовой программой фрактальной концепцией, даже не критикуются), заменяя «жесткое ядро» – тривиальные первые принципы – категории геометрии. Этим самым задается метафизика фрактала – влиятельная метафизика фрактальной концепции»³¹.

Концепция фрактальности в концентрированном виде несет в себе все нерешенные проблемы оснований математики. Представляется бесполезным пунктирно наметить основные контуры, по которым могло бы направляться большое логико-историческое исследование, результатом имеющее понятие математики, представленное в определениях фрактального, выходящее за свои пределы в область бытия.

Первый кризис оснований математики связан с двумя проблемами – несоизмеримости и бесконечности, которые обнаружили уже пифагорейцы. Нетрудно увидеть, что это, по существу, одна и та же проблема – несоизмеримость диагонали квадрата с его стороной поражает и пугает пифагорейцев как раз тем ускользающим в бесконечность от любой общей меры остатком, который выражается в «дурной» бесконечности иррациональной дроби. Выражается это в доказательстве пифагорейцев явным противоречием: если диагональ соизмерима со стороной, то четное число равняется нечетному. Число пифагорейцы, как известно, считали сущностью всякой вещи, ее «душой» – и отсутствие подходящего для диагонали квадрата числа подрывало самое основание философии школы

²⁹ Титов А.В. Диалектика развития математики и математической логики // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, обществе. 2019. № 1. С. 53.

³⁰ Говоря строже – всякую сущность вообще.

³¹ Тарасенко В.В. Метафизика фрактала // Стили в математике: социокультурная философия математики / под ред. А.Г. Барабышева. СПб.: РХГИ, 1999. С. 421.

Пифагора. Число есть сочетание предела и беспредельного³² (потому первое истинное число у них есть троица), но фрактал и есть разрыв этого сочетания. «Бездушность» получающегося объекта, его иррациональный характер на более позднем этапе развития математики превратится в то, что назовут «математическими монстрами»; точка начала этого сюжета – именно в проблеме несоизмеримости. Знаменитое канторовское «вижу, но не верю!» вполне могло быть сказано за тысячи лет до него Алкмеоном Кротонским или Филолаем.

Другим аспектом этой проблемы была проблема движения, которое, как уже отмечалось, невозможно схватить непротиворечиво, то есть средствами математики. Удивительно редко отмечается тот факт, что «Начала» Евклида, на которые веками ссылаются как на образец и эталон строгости, просто открещиваются от проблем, поставленных древнегреческими философами. В.Н. Молодший показывает, что автор «Начал» рассматривал их как некое предварительное, временное изложение геометрической науки, которое не свободно от ограничений и допущений (чтобы элиминировать из рассмотрения проблему движения и бесконечности) и которое по этой причине должно быть улучшено учеными будущего, что должны разрешить поставленные проблемы³³. Эти проблемы, не будучи решенными и до сих пор³⁴, находят выражение в проблеме движения в определениях фрактального блуждания как движения без движения, без формы и без цели³⁵.

Период второго кризиса – конец XVII и весь XVIII век – оставил в наследство проблемы методологического характера: «Основные понятия и законы, установленные в одной математической теории часто переносились в новые области исследования совершенно формально, т.е. без обоснования»³⁶. Основной проблемой этого периода Молодший считает господство метафизического способа мышления: большинство математиков той эпохи не признало и не разработало должным образом то новое, прогрессивное, что ими же самими было сделано в вопросах обоснования своей науки. Именно абсолютизирование традиционных, узких способов обоснования математических теорий и то, что математики держались за них, вызывало парадоксы, которые привели к кризису. Показателен комментарий Эйлера о споре Бернулли с Лейбницем (который, стоит отметить, владел передовыми достижениями науки о мышлении своего времени): Лейбниц утверждал, что правило дифференцирования $\ln x$, установленное для $x > 0$, не обязательно

³² Различные школы пифагорейцев трактовали принципы единицы и двоичности в связи с принципами предела и беспредельного по-разному. См.: Гегель Г.В.Ф. Сочинения. Т. 9. Лекции по истории философии. Книга первая. М.: Партийное издательство, 1932. С. 189–192.

³³ Молодший В.Н. Очерки по философским вопросам математики. М. Просвещение, 1969. С. 151–152.

³⁴ См.: Яновская С.А. Апории Зенона Элейского и современная наука // Философская энциклопедия. Т. 2. М.: Советская энциклопедия, 1962. и Хазарзар (Смородинов) Р. Апории Зенона. Текст: электронный // Библиотека Руслана Хазарзара: Интернет портал. URL: <http://khazarzar.skeptik.net/books/kh/aporia.htm> (дата обращения: 14.04.2021).

³⁵ Тарасенко В. В. Фрактальная семиотика: «слепые пятна», перипетии и узнавания. М.: ЛЕНАНД, 2020. 248 с.

³⁶ Молодший В. Н. Очерки по философским вопросам математики. М. «Просвещение», 1969. С. 153.

должно быть справедливым и для $\ln(-x)$. Эйлер решительно отклоняет этот аргумент: «Это возражение, если бы оно было верно, поколебало бы основное положение всего анализа, заключающееся, в основных чертах, в общности правил и операций, признаваемых справедливыми, какова бы ни была природа количеств, к которым они прилагаются»³⁷.

Причины господства метафизического способа мышления следует искать в особенностях предмета и методов исследований математики этого периода; и нет сомнений, что эти особенности напрямую зависят от уровня развития науки о мышлении. Этот момент отмечает Маркс в «Математических рукописях», в их исторической части, посвященной сравнению способов обоснования дифференциального исчисления Лейбницем, Ньютоном, Эйлером, Даламбером и Лагранжем. И он, и Ф. Энгельс в «Анти-Дюринге» подчеркивают, что реализовать верное само по себе требование обоснования каждой математической теории с точного истолкования ее основных понятий в условиях XVIII века было просто невозможно.

С фрактальностью это связано самым прямым образом: трактовка «по аналогии», некритическое перенесение положений фрактальной геометрии, часто оборачивающееся голой метафорой, метафизический способ мышления из-за неусвоенности исследователями передовых достижений науки о мышлении представлены во фрактальной проблематике самым наглядным образом.

Наконец, третий – и самый тяжелый – кризис оснований математики фрактальность встречает уже в собственной форме. Три вопроса, к которым сводил задачи математики Д. Гильберт – полнота, непротиворечивость и разрешимость – есть по существу ключевые проблемы концепции фрактала. Вопрос о полноте – *pleraque*, тотальность – вызывает к жизни категорию фрактальности как предельной противоположности этой полноты. Вопрос о полноте совсем неспроста выражается в парадоксе Рассела, далеко не случайно принимает форму проблемы самореференции или рекурсии; поэтому же во фрактале одним из ключевых (и самых доступных представлению) свойств является самоподобие. Проблема континуума, проблема тотальности и самореференции – это грани одного ключевого вопроса, который берет начало задолго до публикации Кантором своих основных работ; он сквозной линией проходит от представлений древних греков о Космосе, через мысль Платона, Аристотеля и Плотина о Едином, через труды М. Экхарта, Д. Скотта, Ф. Аквинского, А. Кентерберийского, Н. Кузанца, учение Спинозы о субстанции и, наконец, предельное выражение получает в гегелевской категории тотальности, которая является основным принципом движения его системы. Разрешимость, связанная с работами К. Гёделя, и выросшая из этих работ кибернетика тесно связаны с алгоритмической природой образования фракталов. О непротиворечивости, которая для фрактала оказывается принципиально недостижимой,

³⁷ Маркушевич А.И. Очерки по истории теории аналитических функций. М.-Л.: Гостехиздат, 1951. С. 22.

повторяться здесь представляется и вовсе излишним.

Движение фрактальности, ломающее форму тождества, обесмысливающее ее, которое развернуто нами в соответствующей статье³⁸, любопытно проиллюстрировать словами Рассела об аксиоме выбора, вокруг которой сломано немало копий: «Сначала она кажется очевидной; но чем больше вдумываешься, тем более странными кажутся выводы из этой аксиомы; под конец же вообще перестаешь понимать, что же она означает»³⁹. Не будет преувеличением отнести эти слова и к самой фрактальности, и к математике в целом. Мышление, не умеющее войти в предмет по логике самого этого предмета, неизбежно утрачивает понимание. Мы убеждены, что обретение этого понимания – т.е. понятия – возможно на путях исследования, которое руководствуется принципом совпадения логического разворачивания предмета с его историческим развитием, основные узловые точки которого, в случае математики, представлены периодами наибольшего напряжения противоречий внутри данной науки – ее кризисами, которые требуют поэтому самого пристального и глубокого изучения.

³⁸ См. указанную выше статью «Противоречие непрерывности и дискретности как существенное определение фрактального».

³⁹ Виленкин Н.Я. Рассказы о множествах. 3-е изд. М.: МЦНМО, 2005. С. 95.

Г.В. Паршикова
(Белгород)

СОЗНАНИЕ КАК КВАНТОВО-СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФЕНОМЕН

В статье показано, что квантовый подход открывает множество окон восприятия и понимания в проблеме сознания. Объединение достижений когнитивных, социальных, информационных технологий, их конвергенция или даже полное слияние в единое междисциплинарное направление исследований необходимо рассматривать как один из наиболее перспективных путей научного прогресса. Делается вывод о том, что квантовая механика вкупе с синергетикой и когнитивистикой, подкрепляя концепцию целостности, является исходной и объясняющей основой природы сознания.

* * *

Проблема сознания, его природы является одной из самых глубоких вопросов непосредственно в научном познании человека – это не просто проблема для неугасающих дискуссий физиков и лириков, она формирует новую область междисциплинарных исследований, притягивая интересы философов, физиков, нейробиологов, когнитологов и специалистов в области информатики.

По словам Роджера Пенроуза, «ни информатика, ни неврология не могут повторить интуитивную силу разума. Его корни — в квантовой механике. Должна быть какая-либо более глубокая теория, объясняющая квантовые парадоксы и приводящие в замешательство субъективные элементы. В конечном счете эта теория должна дать пристанище субъективизму, но сама таковой не являться. Такой теории потребуется некий побуждающий натурализм. Она должна будет иметь смысл».

Доктор физико-математических наук М.Б. Менский полагает, что проблема сознания – это место встречи двух культур – гуманитарной и естественнонаучной. Рассматривая многомировую интерпретацию Эверетта, он предлагает концепцию активного сознания и осознания, объясняя, что «достаточно правоподобной представляется гипотеза о том, что сознание человека при некоторых условиях (находясь в особом «активном» состоянии) не просто пассивно фиксирует одну из альтернатив, но, во-первых, может сравнивать альтернативы, т.е. воспринимать одновременно разные миры, а во-вторых, способно влиять на вероятность каждой из альтернатив, т.е. на то, какую из альтернатив увидит данный индивидуальный наблюдатель (в каком из миров он окажется)»¹.

Процессы самоорганизации совершенно различной физической природы обнаруживают удивительное сходство. Особенности поведения частиц, продуцируемых при когерентном излучении лазера, процессы

¹ Менский М.Б. Квантовая механика, сознание и мост между двумя культурами // Вопросы философии. 2004. №6. С. 72; см. также: Менский М.Б. Квантовые измерения и декогерентация. Модели и феноменология. М., 2001.

возникновения массовых фобий в неравновесной социальной среде, механизмы зарождения селевых явлений – несколько примеров синергетических явлений в различных сферах.

Модели синергетики абсолютно междисциплинарны и могут успешно применяться как в естествознании, так и в гуманитарных науках. Гуманитарная сфера бесконечно сложнее естественнонаучных моделей, у дисциплин социально-гуманитарного знания больший диапазон в понимании сложного. Синергетический подход становится удобным инструментом для исследования эмерджентных эффектов мышления и сознания, проявляющихся в результате объединения нейроэлементов в сложнейшие нейронные структуры. Подобные холистические представления позволяют объяснить эффекты синергии и возникновения таких системных качеств сознания, которые не могут быть сведены к сумме качеств отдельных элементов. Отдельные психические явления, состояния, переживания – всего лишь часть общей природы сознания, только как часть единого целого они обретают смысл².

Моделирование процессов, происходящих в нейронных структурах, с позиции классических концепций опирается на отождествление мозга с некоторым механизмом, машиной. С развитием вычислительной техники это представление постепенно трансформировалось. В русле материалистической философии и механистических подходов изначально функционирование мозга сопоставляют с работой различных механических устройств. С появлением электронных вычислительных машин мозг человека начинают рассматривать как некий детерминированный компьютер, строго линейно и каузально функционирующий по заранее определенному алгоритму. «Современное изучение разнообразных квантовых явлений и эффектов (ЭПР-парадокс, принцип Паули, обменное взаимодействие, несилловые корреляции, тема Белла и др.) идет в русле не традиционного поиска какого-то физического агента, а в плане принципиального пересмотра представлений о квантовой реальности»³.

Однако в природе процессы не совершаются строго детерминированно и предсказуемо, они нелинейно развиваются под влиянием разнообразных случайных явлений и сложной системы неопределенностей. В первом приближении детерминированная и абсолютно предсказуемая вычислительная машина не обнаруживает каких-либо флуктуаций и нелинейных отклонений, характерных для самоорганизующихся открытых систем. Однако бурное развитие идей квантовой механики, наблюдающееся в последнее время, позволяет переосмыслить прежний взгляд на концепцию «машины» и роль этой концепции в изучении природы сознания и законов функционирования головного мозга.

Если классическая физика объясняет многие аспекты существования

² Паршикова Г.В. Синергетический подход к проблеме сознания // VI Декартовские чтения «Декарт и современные формы трансляции научного знания»: материалы междунар. науч.-практич. конференции под общей редакцией А.И. Пирогов, Т.В. Растимешиной. 2019. С. 180–184.

³ Князев В.Н. Концепция супервзаимодействия в философии физики. М. 2018. С.147.

природы в макроскопическом масштабе, то квантовая механика служит ключом к разгадке многих тайн микромира. С некоторых позиций квантовую механику можно считать источником знаний, лежащих в основе большинства теорий классической физики и применимых в макроскопических масштабах.

Можно выделить несколько ключевых позиций, на которых базируется квантовая механика и которые не являются характерными при рассмотрении макромира в классической физике. Математическое ограничение, которое накладывает квантовая механика на измерение координаты и импульса, было формализовано соотношением неопределенностей Гейзенберга, которое имеет в корне вероятностный смысл. При любом наблюдении квантовых эффектов, которое невозможно без взаимодействия объекта наблюдения со средой, неизбежно происходит изменение его состояния. Причиной этого является скачкообразное изменение волновой функции, которое зависит от полученных при измерении значений параметров. Для математического описания состояния квантовой системы используется волновая функция. Ключевое значение волновой функции заключается в том, что, используя ее, появляется возможность определения вероятности различных результатов измерений, выполненных наблюдателем в системе. При построении волновой функции необходимо выбрать набор коммутирующих наблюдаемых, что позволяет затем вывести ее из квантового состояния. Существует множество таких наборов коммутирующих наблюдаемых, а потому можно вывести волновую функцию во множестве различных областей определения.

Вопрос о природе волновой функции, встраивании ее в фундаментальные принципы бытия, общие структуры и закономерности остается открытым. Даже в рамках копенгагенской интерпретации квантовой механики существует несколько точек зрения на взаимосвязь волновой функции с реальным физическим процессом. С одних позиций волновую функцию можно рассматривать как реальный физический объект, который претерпевает коллапс при наблюдении взаимодействия с внешней средой. С другой точки зрения, волновая функция – лишь вспомогательная математическая сущность, которая описана в абстрактном математическом пространстве. Она не имеет непосредственного отношения к физическому пространству и времени и отражает меру нашего понимания реальности. Она существует только в сознании человека и позволяет выразить существующие вероятности некоторого реального процесса. Таким образом, волновая функция не может описывать действительные взаимодействия квантовых микрообъектов, а лишь отражает их свойства, которые проявляются в понятных субъекту макроусловиях. Условиях, в которых существует сам субъект и средства измерения, с помощью которых он осуществляет акт наблюдения.

Акт наблюдения, в котором наблюдатель может повлиять на наблюдаемую реальность, – один из самых необычных процессов, исследуемых в рамках квантовой теории. Даже пассивные наблюдения за квантовыми процессами с помощью оборудования, которое настроено

измерять лишь одиночную характеристику системы, приводит к изменению результатов измерения. Причем повышение точности наблюдения за системой с помощью прибора-наблюдателя приводит к большему воздействию на систему. Как показал эксперимент квантового ластика с отложенным выбором, наблюдение результатов поведения частицы в текущий момент не только приводит к коллапсу волновой функции, но и влияет на всю предысторию этого результата, которая имела место некоторое время назад. Тем самым воздействие на частицы через акт наблюдения в настоящем способно изменить события, которые уже произошли в прошлом.

Указанного временного парадокса можно избежать, если рассматривать частицу как находящуюся в суперпозиции альтернативных и взаимоисключающих квантовых состояний, которые наложены друг на друга. Частица находится одновременно в нескольких состояниях, и результатом ее наблюдения будет либо одно, либо другое состояние, распределение между ними определяется вероятностным законом. Так как частица не находится в каждый момент времени ни в одном, ни в другом состоянии, то и нет никакого временного парадокса. Конкретный результат наблюдения будет промежуточным и зависит от соответствующих вероятностей исходных состояний.

В состояниях нескольких квантовых частиц, находящихся даже на значительном удалении друг от друга в пространстве, вне пределов четырех фундаментальных принципов взаимодействия, обнаруживаются взаимозависимости. Это явление получило название квантовой запутанности, а части, проявляющие подобное поведение, находятся в запутанном состоянии. Наблюдение состояния одной из квантово-запутанных частиц приводит к мгновенному распространению эффекта наблюдателя и на состояние другой. Две частицы, описываемые единой волновой функцией, образуют составную систему и даже в том случае, если между ними нет никакого взаимодействия, наблюдение за одной из них оказывает влияние и на состояние другой. Впервые пространственное распространение квантовой запутанности было показано в опытах Белла, которые стали еще одним экспериментальным подтверждением некорректности принципа локальности и близкодействия. Из этого следует и нелокальность волновой функции, которая может распространяться на большие расстояния вместе с частицами, находящимися в запутанном состоянии.

Квантовая механика вкупе с синергетикой и когнитивистикой, подкрепляя концепцию целостности, является исходной и объясняющей основой природы сознания. Одной из отличительных черт сознания является возможность формирования целостных картин из фрагментарных и разрозненных элементов, что не может быть полноценно выражено законами классической физики. Естественнаучное исследование сознания достигло своей высшей точки, высшей степени сложности в квантовом подходе. Квантовая механика рассматривается как аналог реального мира, как наиболее глубокое его выражение в науке. Квантовые эффекты наблюдателя, нелокальности волновой функции, запутанности могут выступить важным

базисом в изучении трудной проблемы сознания и объяснении принципов
работы мозга человека.

В.Я. Перминов
(Москва)

ПОНЯТИЕ СТРОГОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ДОКАЗАТЕЛЬСТВА У И. ЛАКАТОСА И Ж. ДЬЕДОННЕ

В статье предложено критическое рассмотрение взглядов И. Лакатоса и Ж. Дьедонне на строгость математического доказательства. Аргументируется постановка проблемы обоснования законченности доказательств в зрелых математических теориях.

* * *

Лакатосовская критика математического доказательства широко известна и с некоторых пор принята в нашей литературе по философии математики как вполне обоснованная. Здесь, однако, имеются некоторые трудности, о которых я хотел бы сказать в настоящем очерке. Речь пойдет о трактовке И. Лакатосом строгости математического доказательства и об альтернативной точке зрения Жана Дьедонне.

И. Лакатос делил доказательства на формальные и содержательные и считал, что в формальных доказательствах достигается окончательная строгость в том смысле, что эти доказательства, будучи приняты математическим сообществом, являются неуязвимыми для контрпримеров. Что касается содержательных доказательств, в выполнении которых задействован обычный язык и термины, выходящие за пределы аксиоматически определенных, то они, по Лакатосу, никогда не достигают полной строгости и не гарантированы от контрпримеров. Это последнее положение известно как фаллибилистский тезис Лакатоса.

В поддержку этого тезиса Лакатос приводит следующее соображение. Всякое доказательство разлагается на элементарные шаги, которые уже не могут быть разложены на более мелкие шаги, а совершаются на основе непосредственной очевидности. Мы говорим, что из A и B следует C согласно аксиоме или согласно уже доказанной теореме, или согласно известному правилу логики, или согласно принятому определению. Эти элементарные шаги общезначимы в том смысле, что принимаются без обсуждения в каждой аудитории. Если дано A и доказано, что из A следует B , то, конечно, дано B . Согласно Канту, эти шаги обусловлены актами чистого созерцания и не содержат в себе никакой неопределенности или нестрогости. Лакатос, однако, считает, что за этими общезначимыми очевидностями может скрываться некоторая неопределенность. Он исходит из того, что никакая интуитивная ясность не несет в себе абсолютной достоверности. Самоочевидные посылки математического доказательства, говорит он, могут оказаться неясными и даже противоречивыми, поскольку в этих посылках могут содержаться скрытые леммы. Но если мы допускаем наличие в доказательстве скрытых, т.е. заранее не выявленных лемм, то мы сразу же допускаем и то, что это доказательство является уязвимым для

контрпримеров, ибо всякая не выявленная, но фактически присутствующая в доказательстве, посылка, является основанием для конструирования контрпримера, как факта, противоречащего ему.

Другое соображение Лакатоса, обосновывающее нестрогость содержательного доказательства, исходит из понимания критериев математической строгости. Все критерии математической строгости, считает Лакатос, являются историческими: они сформулированы на основе опыта существующей математики. Но развитие математики продолжается, опыт постоянно расширяется и появляются новые требования к строгости, которых не было раньше. Принцип сходимости рядов, сформулированный Коши, заставил пересмотреть опыт работы с рядами в математике 18-го века. Но если это так, то у нас, считает Лакатос, не может быть никакой уверенности в том, что доказательство теоремы, удовлетворительное с точки зрения принятых сегодня критериев строгости, будет удовлетворять критериям строгости будущей математики. Любая область содержательной математики, согласно Лакатосу, будет подвергаться в будущем пересмотру и ревизии своих внутренних связей. Если мы признаем историчность критериев строгости, то мы должны оставить разговоры об абсолютной законченности доказательств: абсолютно строгих доказательств не существует уже потому, что нет неизменного набора критериев строгости.

Эти общие соображения Лакатос подкрепляет рассмотрением некоторых примеров из истории математики. В этом плане он рассматривает становление доказательства теоремы Эйлера о многогранниках и уточнение доказательства теоремы Коши о сходимости ряда функций.

Идея нестрогости содержательной математики, уязвимости ее доказательств для контрпримеров, получила широкое признание у философов, ее поддержали и некоторые математики. М. Клайн в своей книге «Математика: утрата определенности» писал, что Лакатос открыл нам глаза на природу математического доказательства. Близкое к лакатосовскому воззрению на строгость математического доказательства высказывал также В.А.Успенский в своей книге «Апология математики». К сожалению, обстоятельного философского рассмотрения идей И.Лакатоса и их обоснования мы до сих пор не имеем. Это положение обусловлено, по-видимому, тем обстоятельством, что в основе рассуждения Лакатоса лежит понятие интуиции, предельно трудное для философского анализа. Я выскажу здесь лишь некоторые отдельные соображения, которые исходят из фактов истории математики и не согласуются с фаллибилистской концепцией Лакатоса.

Нужно прежде всего обратить внимание на тот простой факт, что в истории математики мы не имеем случаев, чтобы рассуждение, покоящееся на аподиктической интуиции, отвергалось контрпримерами. Нельзя отрицать, что евклидова геометрия, как в своих аксиомах, так и в своих доказательствах, покоится на интуиции. По характеру аксиом и доказательств это, безусловно, содержательная математическая теория. Историки математики, однако, неоднократно указывали, что из 400 теорем «Начал»

Евклида ни одна не была поставлена в дальнейшем под сомнение. Философский фаллибилизм, таким образом, плохо согласуется с практикой. С некоторой абстрактной точки зрения, конечно можно предположить, что за любой интуицией стоит недостоверность или скрытое противоречие, но история науки никак не подтверждает этого допущения. Н.Н. Лузин, исследуя рассуждения Ньютона о пределе, пришел к выводу, что все положения Ньютона являются совершенно строгими и с современной точки зрения, несмотря на то, что они проводились Ньютоном, исходя из чисто образных и интуитивных представлений, т.е. на содержательном уровне. Все это говорит о том, что интуитивные основания математического рассуждения гораздо прочнее, чем это представлялось Лакатосу. Напрашивается вывод, что Лакатос говорит о скрытых леммах, содержащихся в исходных интуициях математики, и о возможности контрпримеров, проистекающих отсюда, исходя исключительно из некоторой абстрактной возможности, не обращая внимания на историческую практику математических доказательств и на тот факт, что ни в одной из областей математики, покоящейся на интуитивных предпосылках, мы не имеем множества «скрытых лемм», или контрпримеров. Если бы Лакатос был прав, то таких контрпримеров в истории математики было бы огромное количество, по крайней мере ясно, что их было бы не меньше, чем в физике или любой другой эмпирической науке. Но в реальной практике математики мы не имеем ничего подобного. Вся классическая математика, будучи, несомненно, содержательной в своих посылах, является в то же время и исключительно надежной.

Представляется не вполне корректным и лакатосовский аргумент об историчности критериев строгости. Безусловно верно, что развивающаяся практика выявляет новые аспекты математического доказательства и выдвигает новые критерии строгости доказательства, которых не было раньше. Лакатос однако, не обратил внимание на то обстоятельство, что новые критерии строгости могут вырастать только из практики существующих доказательств, а потому они направлены на новые и будущие объекты математики, но не могут отвергать уже принятых теорем и работающего корпуса математических утверждений. Поскольку математики время от времени вводят в сферу рассмотрения новые объекты, то они вводят и новые критерии строгости, но эти критерии не затрагивают существование принятых объектов и продуктивных утверждений, связанных с ними. Никто и никогда не будет ставить под сомнение доказательство теоремы Пифагора или основной теоремы алгебры. Но это значит, что теоремы, получившие признание в современной математике, не могут быть поставлены под сомнение какими-либо критериями строгости, которые могут появиться в будущем. Мы должны заключить, что той угрозы от новых критериев строгости для теорем, принятых в настоящем, о которой говорит Лакатос, в действительности не существует.

В 70 годах прошлого века известный французский математик Ж. Дьедонне опубликовал статью «О математической строгости», в которой подверг критике концепцию строгости И. Лакатоса и дал свою трактовку

движения математических доказательств к полной строгости. Основное положение Дьедонне состоит в том, что становление математической теории делится на два этапа: до появления аксиоматики и после. До появления аксиоматики математическая теория развивается в свободном стиле: придумываются различные определения основных понятий, выдвигаются различные гипотезы, в том числе и ошибочные. Здесь часто появляются плохие определения, неполные доказательства и доказательства, имеющие невосполнимые пробелы. Однако математическая теория в своем развитии, по Дьедонне, неизбежно подходит к некоторому завершению этой начальной стадии, что проявляется в том, что основные понятия оказываются адекватно определенными и выявляется аксиоматика, на основе которой оказывается возможным перевести основную массу доказательств в класс неоспоримых в своей корректности. Математическая теория, по Дьедонне, достигает некоторого «плато», когда выявляются и фиксируются ее глубинные основания и когда ее доказательства приобретают характер неустранимости и абсолютности.

Основное положение Дьедонне, относящееся к строгости математических доказательств, состоит в том, что доказательства в теории, достигшей стадии плато, становятся строгими и не подлежащими пересмотру. Он настаивает на том, что доказательства, принятые в зрелых математических теориях, никогда не подвергаются пересмотру и не могут быть опровергнуты посредством каких-либо контрпримеров. Ошибка Лакатоса, говорит он, состоит в том, что он ограничился рассмотрением доказательств, относящихся к начальной стадии развития математической теории, в которой отсутствуют зрелые определения. Верно, что попытки найти строгое обоснование теоремы Эйлера были связаны с обнаружением контрпримеров. Однако мы видим, что в первоначальных формулировках этой теоремы нет даже строгого определения многогранника как основного объекта. Остаются без определения также и понятие грани, и понятие ребра. Истоки контрпримеров в этом случае становятся совершенно ясными. Теорема Эйлера о многогранниках – в действительности, теорема топологии, она может быть сформулирована следующим образом: замкнутый граф на сферической поверхности имеет эйлерову характеристику, равную двум. Сформулированная в таком, собственно топологическом виде, она не имеет никаких контрпримеров и не может их иметь. Здесь надо заметить также, что обычное доказательство этой теоремы и в ее топологическом варианте является заведомо содержательным, а это значит, что исходное допущение Лакатоса о принципиальной проблематичности всех содержательных доказательств не является обоснованным.

Рассуждения Лакатоса о строгости доказательства, с точки зрения Дьедонне, не имеют никакого отношения к действительной математике. Теоремы в становящейся математической теории могут иметь неясности в понятиях и могут сталкиваться с контрпримерами, но это не относится к зрелой математической теории, в которой все доказательства сводятся к ясно сформулированным исходным принципам.

В заключение мы должны провести различие между рассуждением математика и рассуждением философа относительно положения дел в математике. Математик указывает на факт, заслуживающий доверия. Но дело состоит в том, чтобы объяснить этот факт из некоторых соображений о логике развития математики. А это уж дело философа. Дьедонне, как математик, указывает нам на разный статус доказательств на начальной стадии развития математической теории и на стадии после «плато». Для того, чтобы придать схеме Дьедонне характер необходимости, мы должны были бы обосновать то положение, что развитие математической теории обязательно приводит к уровню «плато», а также более детально обосновать строгость принятых математических доказательств на этом втором уровне. Утверждение Дьедонне может быть очевидным для математиков, знакомых с логикой доказательства в зрелых математических теориях, но эта уверенность, исходящая из примеров, – не та уверенность, в которой нуждается философия. Философ должен брать истину не из примеров, а выводить ее из принципов. Это значит, что он должен прийти к аргументам, доказывающим законченность доказательств в зрелых математических теориях. Эти аргументы могут появиться только на основе глубокого анализа логики развития математической теории и факторов, определяющих это развитие. В современной философии математики мы, по-видимому, еще не имеем работ, которые ставили бы и решали эту задачу на таком, собственно теоретическом уровне.

СОЦИАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В КОНТЕКСТЕ ВЫЗОВОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА И СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье раскрывается статус и предназначение социальной аналитики и цифровой экономики в условиях глобальной социальной коммуникации и вызовов информационного общества. Показывается, что своевременная система образования получает сегодня социальный заказ на подготовку специалистов, способных работать в современном сетевом пространстве, обладающих междисциплинарными знаниями, умеющих сочетать организаторские и управленческие способности, технологические умения и креатив.

Ключевые слова: аналитика социальных медиа, глобальная социальная коммуникация, информационное общество, медиабизнес, социальная аналитика, управление, университетское образование, цифровая экономика.

Yaskevich Y.S.

Social analytics and the digital economy in the context of the challenges of the information society and modern education

The article reveals the status and purpose of social analytics and the digital economy in the context of global social communication and the challenges of the information society. It is shown that a timely education system receives today a social order for the training of specialists who are able to work in a modern network space, possessing interdisciplinary knowledge, able to combine organizational and managerial abilities, technological skills and creativity.

Key words: social media analytics, global social communication, information society, media business, social analytics, management, university education, digital economy.

* * *

В условиях информатизации общества социальная аналитика и цифровая экономика задают мощный вектор развития современной общественной жизни, профессиональной, коммерческой и политической деятельности, обеспечивают новый стимул для прорывов в развитии научного и образовательного пространства. Что происходит сегодня в сфере глобальной социальной коммуникации, какие изменения идут в экономике, бизнесе, образовании в связи с виртуализацией и цифровизацией современного социального пространства и как должна реагировать на эти вызовы информационного общества система образования? Эти вопросы требуют осмысления и принятия соответствующих решений в различных сферах нашей жизни и социальной коммуникации.

В ответ на динамично развивающееся информационное общество и цифровую экономику сегодня формируется социальный заказ на

исследование радикальных поворотов человечества, происходящих в сфере глобальной социальной коммуникации. Отметим, что в качестве отрасли научного знания, науки о коммуникации, коммуникационной науки, коммуникативистики социальная коммуникация выделилась в самостоятельный объект социальных наук в связи с развитием технических средств передачи информации в 20-х годах XX века. Усложнение организационных условий передачи информации, использование технических средств при этом обусловили уменьшение непосредственного взаимодействия коммуникаторов и привели к необходимости специального изучения закономерностей функционирования информации в новых условиях существования социально-экономических и политических систем. Становление кибернетики, информатики, семиотики послужило хорошим стимулом для развития теории социальной коммуникации. В результате сформировалась система знаний и деятельности по получению новых знаний о коммуникации, теории и практике коммуникативной деятельности в различных сферах общества, в зависимости от социокультурных условий и специфики социального заказа от общества¹.

Сегодня формируется общее коммуникационное пространство, пронизывающее все культуры, с общепринятыми правилами, нормами и стереотипами коммуникации. Глобальное коммуникационное пространство само создает правила, способы и условия коммуникации. Классическая эпоха локальных коммуникационных культур трансформируется в современной ситуации в Глобальную Социальную Коммуникацию. В результате заявляют о себе новые модели экономики, бизнеса, управления и образования. Глобальный мир выступает сегодня в виде определенной «мир-системы», «мир-экономики» (И. Валлерстайн).

Особенностью современных рынков в рамках цифровой экономики (как системы экономических, социальных и культурных отношений, основанных на использовании цифровых информационно-коммуникационных технологий)² является возрастание скорости изменений и рост информационных потоков во внешней среде, вызывающие ускоренные изменения во внутренней структуре компаний и организаций.

Такие радикальные повороты связаны с тем, что сегодня весь мир – это глобальная сетевая и медийная площадка. Медиа – это уже не только печатные издания, радио и телевидение, но и огромное пространство социальных сетей, мобильных приложений, компьютерных игр. Для работы в этой новой среде нужны новые специалисты, творческие управленцы, которые понимают, что такое медиабизнес. Дело в том, что практически любой современный продукт, чтобы быть востребованным на рынке, должен попасть в медиапространство и стать в этом плане своего рода медиапродуктом, где он воссоздается и рекламируется не одним-двумя сотрудниками, а усилиями целых команд, состоящих из множества разных

¹ Яскевич Я.С. Философские проблемы коммуникации: учебное пособие. Мн.: Вышэйшая школа, 2018. С. 10.

² Ковалев М.М. Цифровая экономика – шанс для Беларуси. Мн.: Изд. Центр БГУ, 2018. С. 25.

специалистов (художников, маркетологов, иных специалистов в области рекламы и пиара, программистов и т.п.). Таких специалистов с междисциплинарными знаниями должна готовить современная система образования, быстро реагируя на вызовы информационного общества и предпринимая усилия по подготовке универсальных специалистов, своего рода координаторов больших проектов, способных стать их продюсерами, которым могут понадобиться не только менеджерские, но и другие междисциплинарные знания в сфере экономики, бизнеса, рекламы, права и ведения переговорного процесса. Сегодня нужны люди, способные из мозаики разных задач создать единый яркий и востребованный на рынке продукт и проект. Потребность в специалистах, умеющих работать в новом медиапространстве и обладающих как творческими и техническими, так и управленческими навыками, на рынке очень высока.

Такого рода процессы вызваны бурным ростом цифровой экономики и информационных возможностей в сфере организации бизнеса, свободой предпринимательской деятельности и, как следствие, обострением рыночной конкуренции. В рамках сетевой экономики бизнес может существовать только в сетях, бизнес становится прозрачным и открытым.

Масштаб сетевого эффекта – снижение затрат на единицу произведенной продукции при распределении постоянных затрат на большее количество произведенной продукции. Основой для возникновения этих эффектов является информация в форме знания, на базе которого строится повторяемость процесса или происходит группировка элементов организационной структуры.

Особую актуальность сегодня приобретает аналитика социальных медиа, поскольку в социальных сетях содержится огромное количество информации о пользователях: демография, география, интересы, активность и многое другое. Современному специалисту важно уметь собирать эту информацию, обобщать, визуализировать и использовать для повышения эффективности. Возникает потребность исследований по запросу компаний на комплексный анализ социальных медиа по индивидуальным требованиям заказчика. Именно поэтому системе университетского образования необходимо уже сегодня динамично перестраиваться и готовить специалистов, которые, во-первых, в состоянии понимать устройство современной медиасреды, во-вторых, готовых так же быстро, как и эта среда, развиваться, и в-третьих, которые могут выступать интеграторами самых разнообразных процессов. Современные медиа остро нуждаются в специалистах, которые могут сочетать организаторские способности, технологические умения и креатив. Наши выпускники должны овладевать технологией работы на самых разных платформах, в том числе и современных виртуальных медиа площадках – соцсети, блоги и так далее. Медиакоммуникационные междисциплинарные образовательные подходы и программы поэтому нужны для создания универсальных специалистов, умеющих делать все для успеха.

Современные сложные информационные процессы отражают реальные

социальные взаимодействия отдельных субъектов сетевой экономики и, по сути, призваны обеспечивать социально-политическую и экономическую стабильность в обществе. На эти вызовы системе университетского образования необходимо своевременно отвечать. Студентов и магистров надо учить управлять медийными проектами, руководить медийным коллективом, привлекать аудиторию к созданию информационного и развлекательного контента, руководить процессом производства, рекламных роликов, видеороликов в Интернете, налаживать взаимодействие с различными организациями и учреждениями в рамках медийных проектов, эффективно искать и обрабатывать информацию с помощью новейших технологий, обеспечивая тем самым экономическую и политическую стабильность в современном обществе.

Одним из важнейших трендов современного информационного пространства становится социальная аналитика. В свое время еще П. Сорокин утверждал, что социальная аналитика выступает первой частью теоретической социологии, изучая строение как простейших, так и сложных социальных явлений и процессов и их основных форм³. Социальная аналитика – это широкое понятие, которое включает в себя различные техники специализированного анализа, например, социальное фильтрование, анализ социальных сетей, смысловой анализ и социальный медиа-анализ. Социальная аналитика сегодня оценивает, анализирует и интерпретирует результаты взаимодействия между различными людьми или группами людей. В условиях инновационных технологий предполагается, что контекстно-зависимые вычисления собирают информацию об окружении объекта, его деятельности, связях и предпочтениях для того, чтобы улучшить качество взаимодействия с конечным пользователем. Аналитики предсказывают, что в ближайшее время более половины крупных предприятий будет использовать такие вычисления, а одна треть мобильных устройств в мире будет работать на контекстно-зависимой основе. Это говорит о том, что наступает пора для третьей волны компьютерных вычислений, когда компьютеры незаметно становятся частью всей нашей жизни. В результате сети достигнут и превзойдут тот уровень, когда еще возможно традиционное централизованное управление ими. Это приведет к появлению очень важной тенденции: компьютерные технологии будут «пронизывать» всю деятельность компаний и организаций, вне зависимости, управляются они или нет службой информационных технологий⁴.

Современные коммуникационные технологии могут открыть доступ к информации всем желающим. Исследования в социальных медиа предполагает изучение опубликованного пользователями контента о вашем бренде, продуктах и конкурентах. Сегодня этот инструмент является одним из наиболее эффективных способов проведения маркетинговых исследований в плане затрат ресурсов. В цифровой экономике клиенты хотят

³ Сорокин П.А. Общедоступный учебник социологии. Статьи разных лет. М.: Наука, 1994. С. 183.

⁴ Десять трендов аналитики социальных медиа в 2016 году. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pvsm.ru/analiz-danny-h/116978> Дата доступа 04.03. 2017.

взаимодействовать с предприятиями наиболее удобным для них способом, стремясь к взаимодействию с брендами. В результате взаимодействие становится бесшовным, универсальным, прямым, контекстным и персонализированным. Исчезает потребность в посредниках. Традиционная классическая экономика с ее принципами обмена постепенно идет к своему завершению.

Это свидетельствует о том, что один из вызовов современной экономике, экономической науке и системе образования связан с необходимостью проработки и включением в структуру научно-познавательной и образовательной деятельности новых ценностных смыслов и подходов социальной аналитики с набором таких направлений и дисциплин, как: типология цифровых медиа, новые медиа-коммуникации в экономике, социологические методы исследования цифровых медиа и Интернета, блоггинг и социальные сети, новые медиа и политические коммуникации, технологии е-правительства, PR и реклама в Интернете, социальные проблемы компьютерных и онлайн-игр для их последующей реализации в самых различных областях исследования – образовании, экономике, политике, бизнесе.

Особую актуальность сегодня приобретает аналитика социальных медиа, поскольку в социальных сетях содержится огромное количество информации о пользователях: демография, география, интересы, активность и многое другое. Современному специалисту важно уметь собирать эту информацию, обобщать, визуализировать и использовать для повышения эффективности. При этом социальная аналитика направлена на исследование следующих параметров: изучение конкурентной среды, что предполагает анализ упоминаний в социальных медиа в разрезе конкретной категории, определение популярных источников и значимых авторов, оценка позиций конкурирующих брендов; анализ восприятия продуктов, что предполагает изучение отношения потребителей к продуктам компании; поиск потребительских инсайтов, изучение тональности и содержания публикаций, выявление коммуникационных разрывов с заявленным позиционированием продуктов, сравнение с конкурентами; оценку репутации, т.е. определение мнения пользователей о компаниях, брендах, персонах, выявление ключевых обсуждаемых тем, степени лояльности потребителей, ключевых инфоповодов и степени их влияния на имидж компании; создание портрета потребителей, предполагающее сегментацию пользователей по разным критериям – демографические характеристики, уровень экспертизы, модели потребления, поиск лидеров мнений, адвокатов и противников брендов, отслеживание кампаний (количественный и качественный анализ эффективности рекламных кампаний, событий или значимых информационных поводов); исследование по запросу, что нацелено на комплексный анализ социальных медиа по индивидуальным требованиям заказчика⁵. Так, например, аналитическое исследование обсуждения закона о

⁵ Там же.

«Праве на забвение», проведенное компанией You Scan в социальных медиа, показало, что пользователи очень активно отреагировали на его принятие. Общественность была против нововведений в сфере регулирования интернета, аргументировав свою позицию различными причинами. В целом общественность негативно восприняла данный закон, о чем свидетельствует 66% упоминаний в негативной тональности, аргументируя это различными причинами. Подтверждает данный вывод также агрегированный учет голосов с разных открытых опросов, где 55% пользователей высказались против его введения. С другой стороны, 10% упоминаний из общего массива свидетельствуют о том, что «Право на забвение» позволит лучше защитить персональные данные пользователей и контролировать контент в Интернете⁶.

С помощью анализа социальных сетей можно проводить первичный поиск целевой аудитории, сегментированной по демографическому и географическому признаку. По мере глобализации мировой экономики, бурного развития сетевой экономики и ее цифровизации, активного использования информационных и телекоммуникационных технологий, лежащих в основе интеграции рынков и производительных сил, будут меняться модели бизнеса, управления и образования. Выявление специфики и задач глобальной социальной коммуникации и аналитики, их актуальности в цифровой экономике, политике, бизнесе, образовании, науке на современном этапе является ответом на социальный заказ и запросы современного информационного общества.

На передний план современной науки, политики, экономики выдвигаются междисциплинарные и проблемно ориентированные формы исследовательской и практической деятельности. Организация таких подходов во многом зависит от определения приоритетных направлений, финансирования, подготовки кадров, их управленческой культуры. Это обусловлено трансформацией глобальной мировой экономики, ее переходом к VI технологическому укладу, необходимым компонентом которого является инновационное развитие всех сфер жизнедеятельности национальных государств – экономики, политики, управления⁷. Наряду с этим выстраиваются методологические модели управленческой деятельности, опирающиеся на такие критерии, как рациональность, эффективность и продуктивность, ясность и согласие относительно поставленных целей, ибо только действия, достигающие цели или способствующее ее достижению, являются успешными в условиях инновационной экономики.

Современные модели принятия решений все в большей степени должны коррелировать с ценностно ориентированными моделями менеджмента – управления развитием человеческого капитала на основе

⁶ См.: Право на забвение: реакция пользователей [Электронный ресурс]. URL: <https://youscan.io/2015/08/pravo-na-zabvenie/>.

⁷ Шимов В.Н. Направления структурной трансформации промышленного комплекса страны в контексте мировых тенденций // Научные труды Белорусского гос. эконом. ун-та. Минск: БГЭУ, 2010, С. 3–10.

ценностей, изменения культуры организаций и компаний, индивидуализации структуры управления с акцентом на роль лидера в управлении персоналом, его личностных и эмоциональных качеств, установок на сотрудничество, понимание, согласие и высокий профессионализм. Динамика менеджерских моделей демонстрирует сегодня инновационные прорывы от управления по инструкциям (Managingbyinstructions – MBI) к управлению по целям (Managingbyobjectives – MBO) и, наконец, к управлению на основе ценностей (Managementbyvalues – MBV)⁸.

Необходимы рациональные и нравственные повороты в динамике модели управления на основе ценностей, индивидуализации в структуре управления через акцентацию роли лидера в управлении персоналом, личностное развитие руководителя, качества, развивающие сотрудничество, образующие социальный капитал, его эмоциональное воздействие.

Сегодня обладание солидным человеческим капиталом, стремление получить опытных и образованных сотрудников создает конкурентный рынок, а руководители, игнорирующие влияние персонала и корпоративной культуры, рискуют быть невостребованными. Эффективное управление персоналом становится ключевым показателем⁹. Такие принципы управления персоналом, как разумное использование ресурсов компании, эффективные коммуникационные планы, гибкая корпоративная культура, основанная на сотрудничестве, четкая политика вознаграждений и отчетности, оказывают наибольшее влияние на акционерную стоимость, повышают корпоративную производительность, эффективность сотрудников компании и доход акционеров. Индекс человеческого капитала (HCI), оценивающий различные методы и принципы управления персоналом и принятия решений, подтверждает четкую взаимосвязь между эффективностью сотрудников компании и высоким доходом акционеров, как показывают исследования международной компании WatsonWyattConsulting¹⁰.

Высокие личностные качества руководителей-управленцев, их привлекательный имидж и глубинный профессионализм создают основу развития эффективной экономики и бизнеса. «В бизнесе, как и в любом другом виде человеческой деятельности, особенно в высших ее проявлениях, высока роль личности. Именно от личности зависит выбор и принятие решения в важных и критических управленческих ситуациях, которые определяют, по какому пути пойдет основное развитие»¹¹.

Рациональный и ценностно ориентированный выбор в экономике, бизнесе, управлении в идеале задает стратегию инновационного экономического развития общества, определяет его перспективные направления, социально-экономическую политику государства и

⁸ Долан С. Управление на основе ценностей. Корпоративное руководство по выживанию, успешной жизнедеятельности и умению зарабатывать деньги в XXI веке / С. Долан, С. Гарсия М.: Претекст, 2008. 313 с.

⁹ Веряскина В.П. Управление развитием человеческого капитала: модели менеджмента и практика // Философские науки. 2012. № 6. С.7–21.

¹⁰ Oliver J. Invest In People and Profitability and Productivity // Management Today (1998, March).

¹¹ Литвак Б.Г. Великие управленцы: монография. 2-е изд., доп. М.: Наука-Пресс. 2006. С. 618.

соответственно детерминирует развитие экономической и социально-политической коммуникации, формирование так называемой «медийной инноватики» как междисциплинарного направления современной культуры. Оно обеспечивает взаимосвязь процессов инноватизации и медиатизации современного информационного общества, его просвещение в области инновационной деятельности, задействование культурно-медийных ресурсов по формированию инновационной культуры¹².

Таким образом, современная инновационная модель социальной аналитики и цифровой экономики, а также и управления должны выстраиваться в контексте глобальной социальной коммуникации и аналитики, рациональности и наличия множества синергетических факторов, когда необходимо учитывать меняющуюся информацию о событиях, определять вероятность реализации многообразных вариантов принимаемых решений, ориентироваться на нравственные регулятивы и ценности, идеалы доверия, сотрудничества и ответственности. В условиях быстро меняющегося универсального, персонализированного, медийного рынка, возрастающей сложности, открытости, неопределенности и стремительной изменчивости делового мира, его глобальных технологических перемен косные, одномерно-линейные модели менеджмента с иерархическим управлением вступают в противоречие с системой деятельности современных компаний. Принятие управленческих решений в духе командно-административной практики, жесткой иерархии и безоглядного следования инструкциям не вписывается в логику современного бизнеса, требующего инновационного и творческого подхода, гибкой мобильности, ориентированности на корпоративную культуру и интересы клиента.

¹² Залесский Б.Л. Медийная инноватика: взгляд в будущее // *Materialy VIII Miedzynaro. nauko. praktycz. konf. «Europejska nauka XXI powieka – 2012»*. Vol. 12: *Filologiczne nauki: Przemysl. Naukai Studia*. С. 43–45.

Б.Л. Яшин
(Москва)

НЕОКАНТИАНЦЫ МАРБУРГСКОЙ ШКОЛЫ О МЕСТЕ И РОЛИ МАТЕМАТИКИ В СИСТЕМЕ НАУЧНОГО ЗНАНИЯ

В работе предложено критическое рассмотрение взглядов на сущность математики, на ее место в человеческом познании представителей Марбургской школы неокантианства. Обсуждаются вопросы построения строгого научного метода по образцу математики, способы существования математических объектов и др.

* * *

Одной из характерных черт кантовского априоризма, которая и сегодня многими современными философами и математиками считается весьма важной, является признание им необходимости и всеобщности математических выводов. По мнению самого И. Канта, это возможно только потому, что «настоящие математические положения всегда априорные, а не эмпирические суждения», так как «они обладают необходимостью, которая не может быть заимствована из опыта»¹. Такое понимание априорного вместе с его совокупностью «априорных форм» чувственности и рассудка, из которой он выделил только две: пространство – как основание геометрии, и время – как основание арифметики, надолго стало незыблемым в философии познания.

Рассматривая математику в качестве образца научного знания, И. Кант был уверен в том, что её сила состоит в обязательном следовании рассуждений за «чистым созерцанием» на основании всегда очевидного синтеза. Именно это и позволяет, с его точки зрения, математике делать всеобщие, необходимые и неоспоримые истинные выводы. Именно поэтому научное знание, утверждает он, и можно считать научным «лишь в той мере, в какой может быть применена в нем математика»². В то же время, считая математику образцом научного знания, И. Кант, тем не менее, отмечал, что её методы абсолютно не применимы ни в философии, ни в науках о человеке.

Изучение проблем научного познания под углом зрения базовых идей «критической философии» И. Канта были продолжены неокантианцами Марбургской и Баденской школ, которые не могли не обратить внимание на его оценку значения математики для науки. Одной из причин этого было то, что математика в конце XIX и первой половине XX веков стремительно развивалась, а также то, что в разнообразном арсенале её средств все более и более нуждались как естественные, так социальные науки.

Необходимо отметить, что неокантианство долгое время «считалось перевернутой страницей истории философии, вызывающей в лучшем случае “архивный” интерес. Поэтому, когда современная философия столкнулась с фактом свершившегося в конце XX в. «переоткрытия» и возрождения

¹ Кант И. Критика чистого разума // Кант И. Соч.: в 6 т. Т. 3. М.: Мысль. 1964. С. 113.

² Кант И. Метафизические начала естествознания // Кант И. Соч.: в 6 т. Т. 6. М.: Мысль. 1966. С. 59.

неокантианской мысли, перед исследователями возникла проблема, состоящая не только в теоретическом обосновании этого факта, но и в определении дальнейших теоретико-методологических перспектив исторического опыта этого философского течения»³.

На мой взгляд, в контексте этой проблемы находится и вопрос об отношении неокантианцев к математике, к пониманию её места и роли в системе научного знания. Достаточно хорошо известно, что в центре внимания таких представителей Марбургской школы, как Э. Кассирер, Г. Коген и П. Наторп была идея разработки строгого научного метода, идеал которого они видели в методах математики.

Г. Коген, например, сохраняя приверженность И. Канту в его понимании роли математики и математического естествознания в развитии науки, именно эти области научного знания делает базисом своих исследований. Вместе с тем Г. Коген вполне осознает тот факт, что фундаментом современной ему науки является уже не математика с арифметикой и евклидовой геометрией, на которую ориентировался И. Кант, а математика, где важнейшими дисциплинами являются дифференциальное и интегральное исчисление, а также неевклидовы геометрии. Иначе говоря, математика не может уже опираться на «чистое созерцание», а значит, полагает Г. Коген, необходимо изменить имеющуюся точку зрения на роль чувственного в познании.

Каков же должен быть характер этого изменения? Г. Коген настаивает на том, что следует признать фактом невозможность существования реальности до и независимо от мышления человека. «То содержание, которое сообщают ощущения, которое они должны сообщать и которое только они и сообщают, – пишет Г. Коген в одной из своих работ, – может получить признание только благодаря чистому мышлению. ... Именно инфинитезимальная реальность... придает легитимность сообщениям чувств. Сообщениям чувств придает реальность не что иное, как содержание физики, поскольку оно отличается от чистой математики. Это физикалистское содержание ощущений определяется и обосновывается инфинитезимальной реальностью»⁴.

Иными словами, по мнению Г. Когена, полученные с помощью ощущений данные приобретают значение объективной реальности только благодаря способам их измерения и получения численного значения, а также тому, каким образом эти данные укладываются в ту или иную математическую структуру.

Говоря о философии Г. Когена, следует отметить, что, несмотря на то,

³ Дмитриева Н.А. Неокантианство немецкое и русское: между теорией познания и критикой культуры / под ред. И.Н. Грифцовой, Н.А. Дмитриевой. М.: Росс. полит. энцикл. (РОССПЭН), 2010. С. 148 // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 3: Философия: Реферативный журнал. 2010. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/2010-04-018-neokantianstvo-nemetskoe-i-russkoe-mezhdu-teoriey-poznaniya-i-kritikoy-kultury-pod-red-i-n-griftsovoy-n-a-dmitrievoy-m-rossiyskaya> (дата обращения: 29.05.2021).

⁴ Сокулер З.А. Неокантианство // Философия науки: учеб. пособие / Под ред. д-ра филос. наук А.И. Липкина. М.: Эксмо, 2007. С. 66.

что одной из идей, которая лежала в её фундаменте, было разделяемое им положение И. Канта об опыте, данном «в математике и чистом естествознании»⁵, понимание этого опыта у К. Когена отличалось от его трактовки И. Кантом. Для И. Канта «опыт» был совокупностью содержания и форм познавательной деятельности, для К. Когена же он представлял собой лишь совокупность априорного знания.

Еще одной особенностью в оценках этими философами роли математики в научном познании является то, что К. Коген не ограничивает математику в её способности быть «первоначалом» познания только для естествознания и общественных наук, как это делает И. Кант. Он считает вполне возможным использование математики в качестве универсального средства научного познания в целом. В одной из своих работ Г. Коген прямо заявляет, что решающее значение математики неоспоримо и для наук о духе: «История основывается на хронологии. Политическая экономия – на статистике. Наука о праве имеет основу в понятии условия; и проблема единства – важная проблема для нее»⁶.

Не только Г. Коген, но и другие представители неокантианства соглашались с И. Кантом в том, что первоисточник мышления, его «первоначало» необходимо искать в математике. П. Наторп, например, полагал, что математические фигуры и числа, вместе с такими чертами математического мышления, благодаря которым оно творит не только себя, но и свой предмет, вполне могут служить моделью этого самого «первоначала»⁷, а математический анализ – классическим примером научного знания.

Он утверждал, что в соответствии с первоположением И. Канта о том, что «все чувственное, как данное в «созерцании» (т. е. во времени и пространстве), необходимо должно быть объективировано как величина, и, наоборот, величина, как нечто предметное, необходимо должна быть представлена в созерцании, т. е. не просто в абстрактном числе, а в пространстве и во времени»⁸.

Из этого «первоположения», по мнению П. Наторпа, с очевидностью следует вывод, что «чистые понятия величин в математике, в которых наше мышление прежде всего систематически развивает лишь образ действия ... количественного синтеза, находят самое точное применение ко всему, что дано или только когда-нибудь может быть дано в пространстве и времени»⁹.

⁵ Кант И. Соч.: в 6 т. Т. 2. М.: Мысль. 1963. С. 364.

⁶ Никулина О.В. Марбургская школа неокантианства: Г. Коген, П. Наторп, Э. Кассирер, Н. Гартман // Вестник Нижневарт. гос. ун-та. 2008. №2. С. 76–80.

⁷ Гайденок П.П. Принцип всеобщего опосредствования в неокантианстве марбургской школы // Кант и кантианцы. Критические очерки одной философской традиции. М., 1978. С. 223–224; Наторп П. Кант и Марбургская школа // Новые идеи в философии. № 5. СПб., 1913. С. 110.

⁸ Пауль Наторп. Избранные работы / сост. В.А. Куренной. М.: Территория будущего, 2006. 384 с. [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.hse.ru/data/2010/03/07/1231520277/%D0%9D%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BF%20%D0%9F%D0%B0%D1%83%D0%BB%D1%8C.%20%D0%98%D0%B7%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B.%202006.pdf> (Дата обращения: 29.05.2021).

⁹ Там же.

П. Наторп уверен, что именно это с необходимостью и обуславливает высокую значимость «первой науки – математики».

К сказанному о понимании П. Наторпом роли математической науки в развитии теоретического познания следует добавить, что в своих работах по философии математики и естествознания он обнаружил, по мнению С.И. Гессена, не только «основательность и точность исследования»¹⁰. В своем сочинении «Логические основы точных наук», которое С.И. Гессен считает не только главным для П. Наторпа в этой области, но и «бесспорно, одним из лучших в ... философии естествознания»¹¹, П. Наторп, пишет он, по сути дела, подводит «итог всем работам и спорам последнего времени в этой трудной области и дает философскую оценку новейших математических и физических теорий (учение о множествах, электронная теория, теория квантов, теория относительности)»¹².

Анализируя вклад философов Марбургской школы в раскрытие роли математики и математического естествознания в научном познании, нельзя не остановить внимания и на работах по этой проблематике Э. Кассирера. Во многом соглашаясь с Г. Когеном и П. Наторпом относительно существенного влияния математики и естествознания на разработку «строгого научного метода», Э. Кассирер, так же, как и они, стремился отыскать способ модернизации кантовской философии, опираясь на новые теории физики и математики, в частности неевклидовы геометрии и теорию множеств, которые подробнейшим образом анализировал.

Видя в математических методах формирования новых понятий ориентир и для других наук, Э. Кассирер полагал каждое из них априорной продуктивной формой мышления и считал, что отношение понятия «к чувственным впечатлениям» и отношение математической функции к числовому ряду являются аналогичными.

Идея о том, что «функциональная связь, подобная функциональной зависимости в математике, служит основой логических связей между теми или иными научными положениями и, как следствие, связей, существующих в объективном мире»¹³, была одной из тех, которую разделяли многие неокантианцы. Некоторые из них считали, что функциональные связи представляют собой результат мыслительной деятельности субъекта, опирающегося в своих рассуждениях на уже имеющееся у него априорное знание о наиболее важных законах природы, что и дает возможность субъекту сделать вывод об обладании объективной действительностью

¹⁰ Гессен С.И. Пауль Наторп // Русская школа за рубежом. Педагогический журнал. 1924. №10–11. С. 1–8. [Электронный ресурс]. URL: [https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/884/Hessen%20S.\(a%20publication%20by%20N.%20A.%20Dmitrieva%20and%20A.%20A.%20Sukhikh.%20comments%20by%20N.%20A.%20Dmitrieva\)_87-102.pdf](https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/884/Hessen%20S.(a%20publication%20by%20N.%20A.%20Dmitrieva%20and%20A.%20A.%20Sukhikh.%20comments%20by%20N.%20A.%20Dmitrieva)_87-102.pdf) (дата обращения: 29.05.2021).

¹¹ Там же.

¹² Там же.

¹³ Яшин Б.Л. Роль математики в научном познании: неокантианцы и современность // Наука и общество в эпоху технологий и коммуникаций: материалы междунар. науч.-практич. конф. 3 декабря 2015 года / под ред. Ю.С. Руденко, Н.А. Рыбаковой, Э.Р. Гатиатуллиной [Электронное издание]. М.: ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2016. С. 942–946.

связями, имеющимися в его сознании.

Э. Кассирер, оценивая это предположение, писал, что здесь «против логики родового понятия, стоящей... под знаком и господством понятия о субстанции, выдвигается логика математического понятия функции. Но область применения этой формы логики можно искать не в одной лишь сфере математики. Скорее можно утверждать, что проблема перебрасывается немедленно и в область познания природы, ибо понятие о функции содержит в себе всеобщую схему и образец, по которому создалось современное понятие о природе в его прогрессивном историческом развитии»¹⁴. Следует отметить еще одно весьма значимое положение, на котором настаивают многие неокантианцы. Суть его сводится к утверждению о том, что опыта без той или иной его теоретической интерпретации нет и не может быть в принципе. Э. Кассирер в этой связи пишет: «Никогда дело не обстоит так, что на одной стороне находится абстрактная теория, а на другой – материал наблюдения, как он дан сам по себе, без всякого абстрактного истолкования. Наоборот, материал этот, чтобы мы могли приписать ему какую-нибудь определенность, должен уже носить в себе черты какой-нибудь логической обработки. Мы никогда не можем противопоставить понятиям, которые мы анализируем, данные опыта как голые «факты»; в конце концов, мы всегда имеем дело с определенной логической системой связи эмпирически данного...»¹⁵

Эта «логическая система», о которой пишет Э. Кассирер, на самом деле представляет собой, с его точки зрения, совокупность определенных математических и физических принципов, на которые неявным образом опирается исследователь. В этой связи Э. Кассирер обращает внимание на специфическую роль этих принципов как предпосылочного знания, являющегося базисом физического измерения и обработки результатов измерения, утверждая, что «предпосылки эти образуют настоящие «гипотезы»»¹⁶. А настоящая, то есть истинная гипотеза, с его точки зрения, «означает не что иное, как принцип и средство измерения. Она появляется не после того, как явления признаны уже и приведены в порядок, в качестве величин, и не для того, чтобы прибавить к ним задним числом догадку об их абсолютных основаниях; она служит для самой возможности такого приведения в порядок»¹⁷.

В завершение краткого представления некоторых важных идей неокантианцев, связанных с их трактовкой роли и места математики в системе современного им научного знания, хотелось бы обратить внимание еще на одну важную идею теории познания неокантианцев, связанную с пониманием ими существования числа в алгебре и фигуры в геометрии. С их точки зрения, ни число, ни геометрическая фигура не могут существовать как

¹⁴ Кассирер Э. Познание и действительность / Э. Кассирер; пер. Б.Г. Столпнера, П.С. Юшкевича. М.: Юрайт. 2018. С. 25.

¹⁵ Там же. С. 105.

¹⁶ Там же. С. 135.

¹⁷ Там же.

самостоятельно существующие вещи. Каждое из них может существовать лишь как член некоторой совокупности чисел или фигур, какой-либо их последовательности, «некоторого ряда, «определяемого известным законом», что указывает в каждом случае «не на существующие сами по себе «субстанции», но лишь на отношения между ними»¹⁸.

Рассматривая эту ситуацию по отношению к числам, Э. Кассирер отмечает, что «постоянные числовые значения, которыми мы определяем физический предмет или физическое происшествие, обозначают лишь включение его в некоторую всеобщую связь ряда. Единичная константа не означает ничего сама по себе; она получает свой смысл лишь путем сравнения и связи с другими числовыми значениями»¹⁹.

В аналогичном случае в геометрии при рассмотрении какой-либо отдельной фигуры «она никогда не берется сама по себе, но как символ всей связи, к которой она принадлежит, и как выражение всей совокупности форм, к которым она может быть переведена при соблюдении определенных правил преобразования»²⁰.

Из сказанного выше достаточно очевидно, что философы Марбургской школы, разрабатывая свою концепцию научного познания, в структуру которого они включали как социальное, так и гуманитарное познание, в отличие от представителей Баденской школы, для которых центральными понятиями в исследованиях социальной действительности стали «ценность» и «значимость»²¹, активно использовали аппарат математики и математического естествознания.

Важная роль, которую играет на современном этапе развития науки математика, сегодня уже никем не оспаривается. В происходящем в настоящее время стремительными темпами процессе математизации и цифровизации научного знания многие философы, ученые и практики, отмечают не только факт завоевания математикой естествознания, но и широкого её проникновения в систему социогуманитарного знания, где эффективно используются методы таких дисциплин, как математическая статистика, теория игр, теория марковских цепей, линейное программирование, теория устойчивости, теория графов, матричная алгебра, факторный и корреляционный анализ и др.

Тем не менее, как мне кажется, нельзя оставлять без внимания и высказывания о необходимости определенной осторожности в оценке «эффективности математики в эмпирических приложениях (которые включают в себя не только физику и другие естественные науки, но также и инженерное дело в самом широком смысле слова, в том числе

¹⁸ Сокулер З.А. Неокантианство // Философия науки: учеб. пособие / под ред. д-ра филос. наук А.И. Липкина. М.: Эксмо, 2007. 608 с.

¹⁹ Кассирер Э. Познание и действительность / Э. Кассирер; пер. Б.Г. Столпнера, П.С. Юшкевича. М.: Юрайт. 2018. С. 186–187.

²⁰ Там же. С. 107–108.

²¹ Фрайбургская (Баденская) школа неокантианства // История философии: Запад-Россия-Восток Кн. 3. Философия XIX–XXв). М.: Греко-латинский кабинет, 1999. 448 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000007/st022.shtml> (дата обращения: 07.06.2021).

информационные технологии)»²², которая и в настоящее время остается открытой проблемой.

²² Родин А.В. Кант и новая математика сто лет спустя // Кантовский сборник. 2015. №1. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kant-i-novaya-matematika-sto-let-spustya> (дата обращения: 03.06.2021).

**МАТЕРИАЛЫ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ОНЛАЙН-СЕМИНАРА
«ОНТО-ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ И СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ
АСПЕКТЫ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО, ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО И
ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ»
(Курск, Курский государственный университет 15.05.2021)**

**Е.И. Арепьев
(Курск)**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ КУРСА ФИЛОСОФИИ В
СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И
ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

* * *

Рассмотрение в рамках курсов философии классических, жизненно значимых для каждого человека проблем в настоящее время не просто актуально. Это, видимо, один из ключевых пунктов борьбы за сохранение связи поколений, сохранение традиционных ценностей, за будущее нашего общества. То, что принесут с собой в профессиональные сферы выпускники вузов, то, что станет нравственной основой будущих семей, во многом закладывается на занятиях по философии, при условии, конечно, что преподаватель действительно стремится и может привить обучающимся навыки философского мышления, сознательный интерес к вопросам добра и зла, справедливости, смысла жизни, может помочь осознать ответственность перед родными и близкими, перед самим собой, перед будущими поколениями, ответственность за то, как человек проживет свою жизнь, на что он потратит отведенное ему время...

В связи с этим остро встает вопрос об объеме контактной работы по философским дисциплинам в учебных планах программ бакалавриата и специалитета, а также вопрос о наличии, либо отсутствии философских дисциплин в программах магистратуры. Самостоятельное изучение материалов учебников и диспропорция в количестве часов, отводимых на лекционные и семинарские занятия, мало способствуют реализации вышеозначенных культурно-воспитательной и гуманистической функций философии. Отсутствие так называемых «пусковых недель», когда начитывается определенный лекционный задел, в сочетании со вдвое сокращенным, по сравнению с практическими занятиями, количеством лекций, осложняют возможность чтения авторских курсов, возможность преподавателю последовательно «вести» обучающихся при освоении дисциплины.

Приводятся аргументы, что такой подход имеет определенные

преимущества, например, в плоскости формального контроля качества образования. Но здесь, увы, тоже все не так просто, поскольку введение и постоянная модернизация мероприятий по контролю могут весьма неоднозначно влиять на образовательный процесс. «Как же быть?», – спрашиваем мы себя, – и с необходимостью возвращаемся к аксиоме о роли личности педагога в образовательном и воспитательном процессе. Мы неизбежно попадаем в этическое измерение этой проблемы, поскольку гуманитарная составляющая образования, – это не только формирование знаний, умений и навыков (сейчас пишут «владений»), – это еще и формирование ценностей, целей, идеалов, принципов поведения. И проверить, насколько адекватно, правильно сформирована эта составляющая нельзя ни тестами, ни путем аккредитации. На этот вопрос может ответить нам только сама жизнь, будущее, о котором нужно задумываться уже сейчас.

Нам поневоле приходится задаваться вопросом о личной ответственности педагога на всех ступенях образования. Вопросом о том, *кто* формирует мировоззрение новых поколений и *что* ему стремятся передать в процессе обучения и воспитания, в том числе, и прежде всего, *своим примером*, учителя и преподаватели.

Д.Н. Букин
(Волгоград)

ФИЛОСОФИЯ МАТЕМАТИКИ: НОВОЕ ИЛИ ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ?

* * *

В настоящее время сложно говорить о кризисе в основаниях математики, поскольку кризисные явления потрясают науку в целом не изнутри, а извне, «вызовы» больше не получают ответов, и это проблема скорее социально-философская и культурологическая, нежели онтогносеологическая. Сциентизм оказался бессилён в своей абсолютизации роли науки, в том числе точной – постнеклассика вынесла свой «вердикт» ограничения объекта субъектом, а именно человеческим мышлением, направленным на выживание в условиях победившего во всем мире капитализма, использующего новейшие (в первую очередь информационные) технологии получения прибыли. Одним из результатов этого становится чудовищная поляризация не только в материальной, но и в духовной сфере человеческого бытия.

Несмотря на продолжающиеся открытия в точных науках, человечество больше не задается вопросами «почему?» и «как?»: на смену им окончательно приходит вопрос «зачем?». В этой связи актуальнейшими для ученого сообщества становятся философские исследования оснований и механизмов развития конкретных наук. Благодаря нашему семинару мы имеем возможность говорить о таких исследованиях, критически воспринимая идеи коллег, оттачивая аргументацию, представляя результаты своего труда публично.

В рамках данного семинара мне хотелось бы вернуться к проблеме развития математического знания, и то обстоятельство, что никто, кроме философов, этой проблемой всерьез никогда не занимался, определяет название настоящей статьи. Считаю необходимым и достаточным изложить три ключевых момента.

Теоретический. На сегодняшний день мы хорошо осведомлены относительно аксиоматических основ математики, но продолжаем «топтаться на месте» и спорить о ее философских основаниях. Максимум, чем мы можем заинтересовать студентов и аспирантов, – это действительно интересные, в меру популяризованные, но не вполне доступные книги, такие, например, как «Философия математики: наследие двадцатого столетия» (Г. Лолли, 2012 г.)¹, «Бог – математик?» (М. Ливио, 2010 г.)² и т.п. И если мы не сможем обратить внимание ученой молодежи (хотя стоит

¹ Лолли Г. Философия математики: наследие двадцатого столетия. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского, 2012. 299 с.

² Livio M. Is God a Mathematician? New York: Simon & Schuster, 2010. 308 p.

попытаться!) на работы Н. Бурбаки, А.А. Маркова, А.Г. Драгалина, Н.И. Жукова, А.Н. Колмогорова, В.С. Лукьянца, А.Н. Нысанбаева, Ю.А. Петрова, И. Ружи, К.А. Рыбникова, Г.И. Рузавина, Г.Г. Шляхина, С.А. Яновской и т.д., то давайте хотя бы попытаемся привлечь их к изучению более современных результатов, полученных В.Я. Перминовым, А.В. Чусовым, Е.И. Арепьевым, П.М. Колычевым, А.Ф. Кудряшевым.

Методологический момент. Вовлечение современного исследователя в продуктивный процесс невозможно без эффективного инструментария: на фоне безосновательной, «модной», бессмысленной критики классических подходов, таких, например, как невульгарная диалектика, мы можем и должны показать ему преимущества и недостатки неклассических и постнеклассических – «плоских онтологий», трансгрессивной философии, аналитической теологии и т.д.

Третий момент напрямую связан с двумя предыдущими. Создается впечатление, что многие авторитетные исследователи «в пылу» страстного желания поделиться своими открытиями попросту забывают о тех, кому мы должны в первую очередь передавать эти знания, у кого в первую очередь мы должны вызывать интерес к развитию науки как таковой и математики в частности. А это наши с вами студенты, магистранты, аспиранты – как ни крути, а это будущее не только отечественной и мировой науки, но и человечества в целом. От нас с вами зависит, продолжат ли они путь философского осмысления оснований математики, пусть даже они сделают это по-другому: постнеклассически, теологически, постмодерново. Главное, чтобы усилия наших предшественников и наши с вами усилия не пропали даром. Хочу пожелать ученой молодежи успехов в их нелегком, но интересном деле!

¹ См.: Buzzard K. The future of mathematics? [Электронный ресурс]. URL: https://www.andrew.cmu.edu/user/avigad/meetings/fomm2020/slides/fomm_buzzard.pdf (Дата обращения: 12.05.2020).

² Там же.

В.Н. Князев
(Москва)

НАТУРФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ «НОВОЙ ОНТОЛОГИИ» Н. ГАРТМАНА

* * *

Известный немецкий философ Николай Гартман (1882–1950) одним из первых в философии XX века обосновал концепцию о первенстве бытия (сущего) по отношению к сознанию и, соответственно, онтологии по отношению к гносеологии. В целом онтология Гартмана выступила в философии первой половины XX века весьма оригинальной философской доктриной. В своих работах он показал глубокое понимание эволюции онтологических учений прошлого, и, будучи младшим современником Э. Гуссерля и современником М. Хайдеггера, оказавших частичное идейное влияние на него своими философскими учениями, он отстаивал собственное понимание онтологии как *philosophia prima*. Главным в его онтологической концепции является учение о четырех слоях сущего, которое выражает сложность мироустройства в виде единства многообразия.

Согласно Гартману, в прежние времена мыслители не осознавали ясно отличия бытия от сущего. Это было как в античности, так и в последующем. Еще Аристотель понимал *πρώτη φιλοσοφία* (первую философию) как науку об *'ον 'η 'όν* («сущее как сущее»), или как обычно понимают в философии – «сущее как таковое». По Гартману, в формальном понимании основной вопрос онтологии есть вопрос не о сущем, а о бытии. Само же бытие нельзя ни определить, ни объяснить. Оно существует вне времени в абстрактно-всеобщей форме. Бытие есть, оно есть как таковое. Итак, бытие невозможно дефинировать. Давать определение чему-либо можно лишь на основе чего-то другого, что стоит за определяемым. Но бытие таково, что за ним и выше него ничего не стоит. Но можно выявить виды бытия и анализировать их модусы. Тем самым их можно высветить изнутри. Однако, очевидно, нельзя говорить о бытии, не исследуя сущего. Важность вопроса о сущем следует понимать постольку, поскольку бытие есть тождественное в многообразии сущего.

Необходимо также отметить, что в отличие от Гуссерля, выделявшего сферы бытия в лоне сознания, Гартман философски обосновывал, что сфера бытия шире, чем сфера мышления. Он различал так называемое реальное и идеальное бытие. К первому он относил все, что имеет временной, процессуальный, индивидуальный характер; сфера второго простирается в лоне надвременности, всеобщности, неизменности. Хотя Гартман критически относился к гегелевской диалектике саморазвития абсолютной идеи, но в своем осмыслении категорий он сущностно рассматривал взаимосвязь возможности и

действительности, необходимости и случайности, невозможности и недействительности как «модусов бытия».

«Натурфилософией» Гартман называл ту часть своего онтологического учения, в которой разработал собственные представления о категориях неорганического и органического слоев бытия. Эти категории он дифференцировал на три группы: 1) категории измерения – пространство, время, протяжение, измерение, величина, движение; 2) космологические категории – отношение, процесс, субстанциональность, причинность, взаимодействие, динамическое равновесие; 3) категории биологической жизни – жизнь, формы жизни, органическая детерминация, равновесие воспроизводства и смертности и т. д. О природе он пишет не как ученый-натуралист, а именно как философ.

Следует отметить, что Гартман очень активно обсуждает взаимосвязь целого и части: целостность не просто включает в себя части, но и сами части несут в себе определенные свойства целого. Такая диалектика целого и части несколько напоминает современное синергетическое понятие фрактала (от лат. *fractus* – дроблёный, сломанный, разбитый). Но это та часть (дробь) сложной целостной системы, которая несет в себе свойства и характеристики целого. Именно отсюда он отталкивается в своем учении о четырех слоях (уровнях) сущего: неорганическое, органическое, душевное и духовное. Они и скоординированы, и субординированы, ибо каждый более высокий слой бытия опирается на более низкий, но при этом не сводим к нему. «Строение реального мира имеет форму наслоения. Каждый слой является целым порядком сущего. Главных слоев четыре: физически-материальный, органически-живой, душевный, исторически-духовный. Каждый из этих слоев имеет свои собственные законы и принципы. Более высокий слой бытия целиком строится на более низком, но определяется им лишь частично»¹.

Взаимоотношение этих четырех слоев таково, что все они связаны единым онтологическим законом, который одновременно и тривиальный, и сложный для понимания. «Основной онтологический закон мировой взаимосвязи содержится в следующих двух положениях: 1) более низкие принципы являются более сильными, всё носящими, они не могут быть сняты более высокой формой и 2) хотя высокие принципы являются более слабыми, они тем не менее в своем *novum* (лат. – новое, перемена, новизна) являются самостоятельными и имеют неограниченный простор для воздействия на более низкие»². Нижние слои совершенно понятны как субстанциальное основание для верхних слоев. «Душевные и духовно-исторические события» не менее реальны, чем вещи и животные, процессы вообще не менее реальны, чем устойчивые образования. Новое понятие реальности не связано лишь с материальностью и пространственностью, но в немалой степени с временностью, процессуальностью и индивидуальностью.

¹ Гартман Н. Старая и новая онтология // Историко-философский ежегодник М.: Наука, 1988. С. 321.

² Там же. С. 325.

Для Гартмана *essentia* (сущность), как и *existentia* (существование), обладает бытием (они есть). Существует индивидуальность и ее сущностная целостность как основа и устойчивость индивидуальности. Сама же сущность как основа, устойчивость, определенность – это сфера всеобщего, идеального, истинного, где нет изменения, временности, сфера непреходящего, без конкретности и жизненности, сфера совершенного. Мир индивидуальных вещей – это сфера низшего, в которой присутствует лишь элемент бытия целостности. «Спор об универсалиях не закончен, его нельзя считать делом далекого прошлого, которое мы благополучно переросли. Я настаиваю на том, что он и теперь еще злободневен. Что заставляет нас почти умышленно не замечать его, как если бы это был некий атавизм, над которым можно посмеяться, – так это собственная онтологическая беспроблемность нашего времени. Не стоит забывать: спор об универсалиях есть форма, в которой от Аристотеля до Лейбница крупнейшие мыслители вели поиск принципиального и устойчивого в мире. И он бесконечно поучителен для нас, сегодняшних, ибо на его почве достигла известной зрелости проблема наиболее всеобщих категорий бытия, т. е. основная проблема *philosophia prima*»³.

Надо явно подчеркнуть, что гартмановская концепция онтологии есть прежде всего метафизический всесторонний анализ сущего, что само по себе очень ценно. Сущее многообразно, в нем выделяются физические, биотические, психические и социальные явления, оно не может представлять собой какой-то монолит. Как уже говорилось, по Гартману, естественная система мира существует в единстве четырех фундаментальных слоев, и онтология стремится не фантазировать их структуру, а максимально адекватно конструировать их суть.

В целом онтология Гартмана выступила в философии первой половины XX века весьма оригинальной философской доктриной. Главным в его онтологической концепции является учение о четырех слоях сущего, которое выражает сложность мироустройства в виде единства многообразия. Основную заслугу Гартмана в философии XX века я вижу в его последовательном отстаивании принципиальной значимости онтологии в структуре философского знания.

³ Гартман Н. К основоположению онтологии. СПб.: Наука, 2003. С. 68–69.

А.А. Секретев
(Москва)

О ВЗГЛЯДАХ Б. Д'ЭСПАНЬЯ НА ПРИРОДУ РЕАЛЬНОСТИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

* * *

Бернар д'Эспанья (22 августа 1921 года – 1 августа 2015 года) – французский физик-теоретик, доктор философских наук и автор работы о природе реальности. В 1950 году он получил докторскую степень по физике в Парижском университете под руководством Луи де Бройля. Проработал год в должности научного сотрудника в группе Энрико Ферми в Чикагском университете, после чего д'Эспанья работал в CERN (Европейской организации ядерных исследований), а также занимал пост директора Лаборатории теоретической физики и элементарных частиц в Париж-Сюд.

К его наиболее важным публикациям следует отнести: «Концепции современной физики» (1965); «Концептуальные основы квантовой механики» (1971); «В поисках реальности: взгляд физика» (1979); «Квантовая теория и реальность» (1979); «Завуалированная реальность: анализ современных концепций квантовой механики» (1994).

Работа Д'Эспанья над теоремой Белла привела его к отказу от традиционного научного реализма, но тот факт, что научные теории остаются потенциально проверяемыми экспериментально, привел его к идее о «завуалированной реальности», лежащей в основе физических явлений. Рассмотрим эксперимент для проверки неравенства Белла, аналогичный знаменитому эксперименту Аспекта, поставленному в начале восьмидесятых¹: два фотона испускаются вместе из источника, а затем расходятся в противоположных пространственных направлениях. Когда два фотона разделены пространственно подобным интервалом, так что между ними исключено какое-либо взаимодействие, выполняются два измерения (по одному для каждого из фотонов) для фиксации параметров их спинов. Результаты измерений оказываются скоррелированными. Однако мы не можем объяснить корреляции, рассматривая состояние системы двух частиц в источнике как их общую причину. Согласно квантовомеханическому описанию, две разделенные квантовые системы не имеют четко определенного состояния в произвольный момент времени.

Более того, теорема Белла² говорит нам, что наличие корреляций нельзя объяснить, предполагая, что каждая из систем обладает некоторыми скрытыми внутренними свойствами (локальными скрытыми переменными), на которых могла бы быть основана взаимосвязанность результатов измерения. Именно эти физические факты представляют собой фундамент,

¹ Aspect Bell type experiment // Physical Review D, 1982

² Bell John S. Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics. Cambridge University Press, 1987.

на котором Бернар д'Эспанья строит аргументацию своих двух основных философских тезисов:

- (1) Квантовая реальность неразделима и, следовательно, целостна.
- (2) Мы не можем познать эту реальность.

Более того, согласно ему, мы лишь изредка можем иметь дело с реальностью как таковой.

Таким образом, квантовая теория важна для философии в двух отношениях: что касается метафизики природы, она показывает, что природа целостна, а не атомистична, или множественна, как выразился д'Эспанья. Что касается эпистемологии, то квантовая теория опровергает научный реализм: мы не можем мыслить природу познанной со стороны её сущности, иначе говоря, есть фундаментальные причины, не позволяющие познать природу такой, какая она есть сама по себе.

Какой бы заманчиво очевидной ни казалась на первый взгляд связь теоремы Белла и экспериментов, призванных ее проверить, с холизмом, а отсюда и с нашим незнанием реальности как таковой, при более внимательном анализе возникают сомнения в безоговорочной справедливости такого вывода. В этой связи целесообразно выделить три основных группы интерпретаций квантовой механики в современной философии физики:

(а) Принципиальное отсутствие интерпретаций коллапса пси-функции, восходящее к Эверетту³. Обобщение многомировой интерпретации, созданное Альбертом и Левером⁴, является, пожалуй, наиболее известным примером попыток построения системы взглядов на суть квантовомеханических феноменов в рамках данной группы. Согласно их воззрениям, динамика Шредингера – это полная динамика квантовых систем, из чего следует невозможность реализации состояния редукции, в том числе при проведении измерения над квантовой системой. Таким образом, все квантовые системы в мире теоретически подвержены запутыванию.

(б) Интерпретации коллапса, из которых наиболее ярким примером являются интерпретации Гирарди, Римини и Вебера⁵: эти интерпретации изменяют динамику Шредингера таким образом, что она включает редукции состояний как реальные процессы, происходящие в природе независимо от операций измерения.

(в) Интерпретации в терминах скрытых переменных, из которых теория Бома является наиболее ярким примером⁶. Согласно интерпретации Бома, холизм признается в терминах квантового потенциала. Согласно интерпретации Гирарди–Римини–Вебера, квантовая запутанность (несепарабельность) является фундаментальным свойством природы,

³ Everett Hugh. Relative State Formulation of Quantum Mechanics // Reviews of Modern Physics. 1957.

⁴ Albert & Loewer. Interpreting the many-worlds interpretation. 1988.

⁵ Ghirardi G.C., Rimini A., Weber T. Unified dynamics for microscopic and macroscopic systems // Physical Review D. 1986.

⁶ Bohm & Hiley. The Undivided Universe: An Ontological Interpretation of Quantum Theory. 1993.

поскольку реальны процессы редукции состояния.

Все эти группы интерпретаций – и все их различные версии – представляют собой предположения о том, что такое природа сама по себе. Согласно интерпретациям отсутствия коллапса, природа просто представляет собой огромную запутанную квантовую систему; согласно интерпретации Бома, природа состоит в дуализме квантового потенциала и частиц; а в интерпретации Гирарди–Римини–Вебера природа сама по себе характеризуется запутанностью, но впоследствии возникают процессы спонтанной локализации, которые нарушают запутанность.

Ни в одной из этих интерпретаций нет никакой связи несепарабельности и холизма с нашим незнанием природы самой по себе.

Д'Эспанья в своих трудах критически анализирует все эти интерпретации и отвергает их из-за хорошо известных проблем, которые каждая из них содержит. Следовательно, по его мнению, любая попытка построить метафизику науки столкнется с целым рядом принципиальных противоречий, разрешимость которых вызывает обоснованные сомнения. Эти обстоятельства обуславливают введение понятия «завуалированная реальность», призванного подчеркнуть тот факт, что априорное приписывание природе тех или иных свойств по некоему произволу, в угоду упрощения понимания кажущихся парадоксальными физических явлений, не позволяет приблизиться к пониманию реальности *как таковой* и, по сути, принципиально контрпродуктивно. Тем не менее следует признать, что в литературе есть предложения по точному концептуальному анализу квантовой несепарабельности и холизма⁷. Недавно было положено начало развитию новой версии структурного реализма как тезиса метафизики науки⁸. Фактически, этот структурный реализм просто задуман как система постулированных положений, которая призвана нивелировать разрыв между метафизикой (тем, что есть в природе) и эпистемологией (тем, что мы можем знать о природе).

Д'Эспанья также обсуждает структурный реализм, но только версию Пуанкаре, упуская не только недавнюю дискуссию о холизме и структурном реализме, но и большую часть работы по концептуальному анализу ключевых понятий, которые он использует. Таким образом, вне всякого сомнения, оригинальная и интересная как с точки зрения философии науки, так и с точки зрения теоретической физики и квантовой теории информации, концепция Бернара д'Эспанья заслуживает пристального внимания и глубокого изучения.

Развитие технологической базы позволяет проводить всё более точные и сложные эксперименты, связанные с неравенствами Белла, что дает дополнительный стимул к исследованию концепции «завуалированной реальности».

⁷ Например: Teller 1986, Howard 1989, Healey 1991.

⁸ Например: French & Ladyman 2003, Esfeld 2004.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЭМПИРИЗМ И ЕГО РАЗНОВИДНОСТИ: КРАТКИЙ ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ

* * *

Несмотря на то что проблема математического эмпиризма уже неоднократно обсуждалась в литературе по философии математики, она до сих пор остается актуальной.

Эмпиристская концепция математики в различных ее вариантах и сегодня разделяется многими учеными и философами, которые, отставив её значимость, используют вполне убедительные, с их точки зрения, аргументы. Наиболее значимыми при этом считаются следующие из них: при принятии этой концепции, пишет К.Э. Беренс, исчезает необходимость «тщетной борьбы за защиту априорности математических истин», а кроме того, опираясь на эту концепцию, «математики могут четко указать, что они делают и где они это делают»¹.

С моей точки зрения, приведенные аргументы все-таки не являются достаточно убедительными для принятия эмпиристской концепции математики как единственно верной. Попробуем в этом разобраться.

В крайнем своём выражении математический эмпиризм сводится к тому, что математика признаётся эмпирической наукой в той же степени, как физика, химия, астрономия и другие естественные науки. При этом утверждается, что объекты математики существуют только благодаря тому, что реально существуют соответствующие им физические объекты. Первые рождаются из вторых путем абстрагирования, вследствие чего и возникают числа и геометрические фигуры.

Эта точка зрения нашла свое наиболее отчетливое выражение у Дж.Ст. Милля, который, опровергая мнение, о том, что математики в своих рассуждениях имеют в виду не реально существующие предметы, а всего лишь соответствующие им знаки, утверждал, что такая точка зрения является иллюзией. Её причина, писал Дж.Ст. Милль, состоит в том, что «когда математик пользуется своими знаками, он и вправду не думает о тех вещах, которые эти знаки обозначают. Но это происходит потому, что истины арифметики справедливы относительно всех вещей и не возбуждают в нашем сознании никаких идей о тех или других вещах в частности. Поэтому утверждения математики – это утверждения не о символах, а обо всех вещах, которые этот символ обозначает»².

Дж.Ст. Милль считал, что целью математики является обнаружение истин, представляющих собой результаты опыта и фиксирующих те или

¹ Behrens C.E. Empiricism: An Environment for Humanist Mathematics // Journal of Humanistic Mathematics, Volume 2. Issue 1 (January 2012). P. 61–87. [Электронный ресурс]. URL: <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol2/iss1/7> (дата обращения: 30.04.2021).

² Милль Дж.Ст. Система логики силлогистической и индуктивной. М.: Издание Г.А. Лемана, 1914. С. 561.

иные факты, которые удостоверяются наблюдением. Именно в силу этого, утверждает он, математика и не может быть признана наукой об абстрактных объектах. Соглашаясь с тем, что многие положения математики являются следствиями из аксиом, Дж.Ст. Милль, тем не менее, акцентировал внимание на том, что эти аксиомы сами есть не что иное, как результаты индуктивных обобщений отдельных фактов, а «абстрактное математическое знание в значительной степени зависит от чувственности, предоставляющей исходные данные для индукции»³.

В хорошо известной математикам и философам книге «Математика. Утрата определенности» М. Клайн, отмечая, что Дж.Ст. Милль в своей эмпиристской концепции «видел «оправдание» математики лишь в том, что её утверждения проверены и подтверждены шире и основательнее, чем утверждения физических наук», соглашается с ним в том, что именно по этой причине «глубоко заблуждаются те, кто считает, что математические теоремы качественно отличаются от подтвержденных гипотез и теорий других наук»⁴.

В этой же книге М. Клайн, обобщая выводы рассуждений таких известных западных ученых и философов XX века, как А. Мостовский, Г. Вейль, Б. Карри, Дж. фон Нейман и У.О.В. Куайн, поддержавших концепцию математического эмпиризма, отметил, что все они считают математику такой же эмпирической наукой, «как и ньютоновская механика. Математика правильна, – полагают они, – пишет М. Клайн, – лишь покуда она действует, а если что-то не срабатывает, то в неё необходимо вводить надлежащие поправки. Математика не свод априорных знаний, каковой её считали в течение более чем двух тысячелетий; она не абсолютна и не неизменна»⁵.

Как известно, концепция математического эмпиризма Дж.Ст. Милля вызвала волну серьезной критики, связанную с существенными проблемами при её использовании как приоритетной философской концепции математики. Это привело к возникновению различных альтернативных ей концепций и существенным образом ослабило влияние эмпиризма в философии математики.

Однако в начале XX века в связи с существенными проблемами, возникшими в связи с необходимостью разрешения обнаруженных в основаниях математики парадоксов, утраченный было интерес к этой концепции возвращается в философию математики. Во многом это произошло благодаря работам таких философов, как Н. Гудмен, Л. Кальмар, М. Клайн, И. Лакатос и др., показавших, что эмпирический подход к математической науке еще не исчерпал своего потенциала.

Вполне естественно, что математический эмпиризм XX века изменился. Его представители уже «не настаивают на оправдании всех

³ Индуктивистский позитивизм Джона Стюарта Милля [Электронный ресурс]. URL: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000007/st017.shtml> (дата обращения: 30.04.2021).

⁴ Клайн Морис. Математика. Утрата определенности. М.: Мир. 1984. 446 с.

⁵ Там же.

математических теорий на основе опыта, они допускают существование внутренних понятий и теорий математики, не имеющих коррелятов в мире опыта, а также и наличие в основаниях математики утверждений, имеющих истинность иной природы, чем истинность опыта»⁶. Однако они настойчиво отстаивают точку зрения о практических корнях, по крайней мере, элементарной математики и классической логики.

Изменения в понимании терминов «эмпиризм», «эмпирическое» и производных от них вполне естественны: они связаны прежде всего с продолжающимися и в настоящее время изменениями в научном и философском познании.

Различные формы эмпиризма в философии науки и, в частности, в математике, выделяет, например, В.А. Бажанов, который пишет о таких его «версиях», как «умеренный» и «радикальный»⁷.

Эти версии, по мнению, В.А. Бажанова отличаются тем, что представители «радикального эмпиризма» считают содержание научного знания целиком зависимым от опыта или сводимым к нему, а сторонники «умеренного эмпиризма», поддерживая первых в их оценке роли опыта в формировании теоретического знания, полагают, что и сам этот опыт зависит от сформированного ранее концептуального багажа субъекта, а также от тех установок, которые сформировались в процессе его деятельности и которые служат «своего рода шаблонами, с помощью которых человек «обрабатывает» тот или иной фрагмент реальности»⁸.

Подтверждением влияния идей «умеренного эмпиризма» в математике он считает открытие Н. Лобачевским «воображаемой геометрии», а в логике – разработку «воображаемой логики» Н. Васильевым. В.А. Бажанов полагает, что Н. Лобачевский был уверен в том, что чувственный опыт является фундаментом всех научных исследований и что зависимости геометрии и физики ничем не отличаются друг от друга, а А.Н. Васильев «прямо связывал новые формальные системы с устройством воображаемых миров», где живущие там существа «обладают иными, в отличие от земных, «ощущательными» способностями, которые, собственно, и диктуют необходимость принять новую логику»⁹.

В концепцию «умеренного эмпиризма» в некоторой мере вписываются также нейрофизиологическая концепция математики В.Н. Тростникова и концепция физиологического истолкования математики (Дж. Лакофф,

⁶ Словарь философских терминов. Научная редакция профессора В.Г. Кузнецова. М.: ИНФРА-М. 2007. С. 700–701.

⁷ Бажанов В.А. Кантианские мотивы в логике и философии науки. Идея единства априорного и эмпирического знания // Кантовский сборник. 2012. № 3. С. 18–25. [Электронный ресурс] URL: https://journals.kantiana.ru/upload/iblock/6cb/qwmznvxiwqyklk%20hr.%20lj_18-25.pdf (Дата обращения: 30.04.2021); Бажанов В.А. Умеренный априоризм и эмпиризм в эвристическом аспекте. Исторический контекст // Математика и опыт. М.: МГУ, 2003. С. 95–106.

⁸ Бажанов В.А. Умеренный априоризм и эмпиризм в эвристическом аспекте. Исторический контекст // Математика и опыт. М.: МГУ, 2003. С. 22.

⁹ Бажанов В.А. Умеренный априоризм и эмпиризм в эвристическом аспекте. Исторический контекст // Математика и опыт. М.: МГУ, 2003. С. 95–106.

Р. Ньюнесс, М. Джонсон, К. Девлин и др.)¹⁰. Обе эти концепции довольно близки к «удивительной гипотезе» Ф. Крика (F.Crick), предполагающей, что «умственные действия человека полностью определяются поведением нервных клеток, глиальных клеток головного мозга, а также – атомов, ионов и молекул, которые составляют эти клетки и влияют на них»¹¹.

По мнению К.Э. Беренса (C.E. Behrens), опираясь на эту гипотезу и эмпиризм Дж.Ст. Милля, будет вполне возможным не только ответить на вопрос о том, почему высоко абстрактные математические истины, являющиеся результатом только мыслительной деятельности, соответствуют реальному положению вещей, но и прояснить природу математического знания. Такого рода ожидания связаны с тем, пишет К.Э. Беренс, что числа и другие абстрактные понятия, даже абстрактные мысли о чистой математике, являются физическими объектами, физическими состояниями человеческого мозга в момент их мышления. Поэтому они могут быть изучены методами эмпирических наук¹².

С моей точки зрения, идея К.Э. Беренса, а также нейрофизиологическая концепция математики и концепция её физиологического истолкования требуют более глубокого анализа и тщательной проработки, а также более серьезного обоснования.

Еще одной философской концепцией математики, идеи которой, как мне кажется, имеют определенное сходство с идеями «умеренного эмпиризма», является концепция «неоэмпиризма», предложенная Е.А. Беляевым и В.Я. Перминовым. Она в некотором смысле является возвращением назад – «к воззрениям на математику, которые были отвергнуты с принятием неевклидовых геометрий и теории множеств Кантора», к осознанию того, что «математика должна приблизиться к опытным наукам по характеру своего метода и обоснования»¹³.

Точка зрения Е.А. Беляева и В.Я. Перминова сходна с позицией некоторых известных ученых и философов XX века. В частности, А. Мостовский в одной из своих работ отмечал, что «математика является в последнем счёте естественной наукой, что её понятия и методы имеют свой окончательный источник в опыте и что попытки обосновать математику, не учитывая её происхождения из естествознания, обречены на неудачу»¹⁴.

Сугубо эмпирической наукой считал математику и Л. Кальмар. Несмотря на то что дедукция, абстрагирование и аксиоматический метод

¹⁰ Бажанов В.А. Стандартные и нестандартные подходы в философии математики // Философия математики: актуальные проблемы: материалы Междунар. науч. конф. 15–16 июня 2007. М.: МГУ. 2007. С. 9–11.

¹¹ Crick Francis. The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul. New York: Charles Scribner's Sons, 1994.

¹² Behrens C.E. Empiricism: An Environment for Humanist Mathematics // Journal of Humanistic Mathematics, Volume 2. Iss. 1 (January 2012). P. 61–87 [Электронный ресурс]. URL: <http://scholarship.claremont.edu/jhm/vol2/iss1/7> (дата обращения: 30.04.2021).

¹³ Беляев Е.А., Перминов В.Я. Эмпиризм в современной философии математики // Философские и методологические проблемы математики. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1981. С. 116.

¹⁴ Мостовский А. Современное состояние исследований по основаниям математики // УМН. 1954. Т. 9, Вып. 3(61). С. 36. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mathnet.ru/links/4e652330563ecd00076cb0805390a4c2/rm8081.pdf> (Дата обращения: 30.04.2021).

действительно побуждали и побуждают относиться к ней как к «чисто дедуктивной науке», писал он, нельзя забывать, «что ее аксиомы были первоначально извлечены из опыта и были проверены в повседневной практике человеческого мышления»¹⁵.

Как мне кажется, определенной поддержкой математического неэмпиризма можно считать и позицию В.И. Арнольда, который в одной из статей прямо утверждал, что «математика, как и физика, – экспериментальная наука, и сознательное сложение дробей $1/2$ и $1/3$ – стандартный элемент общечеловеческой культуры»¹⁶, а в другой – подчеркивал, что различие между ними состоит лишь в том, что «в физике эксперименты стоят миллиарды долларов, а в математике – единицы рублей»¹⁷.

В философии математики есть ещё одна интересная концепция, в которой предполагается, что теоретические построения «чистой математики» в определённой степени сходны с эмпирическими исследованиями. Это – квазиэмпирическая математика И. Лакатоса, который был убежден, что «математика не является собственно эмпирическим знанием», так как в ней отсутствуют «утверждения о конкретных событиях в пространстве и времени», а в качестве базовых она имеет утверждения иной природы, но «общая схема развития и обоснования математики совпадает с общей схемой развития и обоснования эмпирических наук: выдвижение возможно большего числа смелых гипотез и их последующая критика»¹⁸.

В своей концепции И. Лакатос хотел показать, что, несмотря на существенные различия содержания математики и естествознания, в них есть и немало сходства. В обеих областях широко и эффективно используются индукция и аналогия, успешно применяются эксперимент и моделирование, в результате чего получают не достоверное, а вероятностное знание. Их различие состоит только в том, что базис эксперимента в естествознании – физический мир, а в математическом эксперименте – это мир математических идей¹⁹. Оценивая эту концепцию, Г. Лолли отмечает, что она «представляет собой перманентный кругооборот смелых догадок, конкурирующих теорий, критики, опровержений»²⁰.

Надо сказать, что, несмотря на достигнутые представителями квазиэмпиризма в философии математики некоторые успехи в трактовке

¹⁵ Беляев Е.А., Перминов В.Я. Эмпиризм в современной философии математики // Философские и методологические проблемы математики. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1981. С. 120.

¹⁶ Арнольд В.И. Математика и физика: родитель и дитя или сестры? // Успехи физических наук. 1999. Т. 169. № 12. С. 1311–1323.

¹⁷ Арнольд В.И. Математическая дуэль вокруг Бурбаки // Вестник РАН. 2002. Т. 72. № 3. С. 245–250.

¹⁸ Lakatos I.A Renaissance of Empiricism in the Recent Philosophy of Mathematics // T. Tymoczko (ed.) *New Directions in the Philosophy of Mathematics: An Antology*. Prinstone: Princeton University Press, P. 29–48.

¹⁹ Stenbagen Kurt. Empiricism, contingency and evolutionary metaphors: getting beyond the «math wars» // *International Electronic Journal of Mathematics Education*. V.2. № 2 (july 2007). P. 101. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iejme.com/download/empiricism-contingency-and-evolutionary-metaphors-getting-beyond-the-math-wars.pdf> (дата обращения: 30.04.2021).

²⁰ Лолли Габриэле. Философия математики: наследие двадцатого столетия / пер. с итал. А.Л. Сочкова, С.М. Антакова; под ред. проф. Я.Д. Сергеева. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского, 2012. С. 231.

сущности математики, понимания её места и роли в общей системе научного знания, надежды, связанные с этой концепцией, не оправдались, а её оценка «все еще является, объектом острых разногласий»²¹.

Подводя некоторые итоги разговору о современном математическом эмпиризме, надо подчеркнуть, что многих его сторонников эта концепция привлекала и до сих пор привлекает прежде всего тем, что её фундаментом является математическая практика, активно использующая эмпирическую индукцию и вероятностные выводы, «метод проб и ошибок, догадок и опровержений, исследования на ЭВМ», – которые, с их точки зрения, – «достаточны для получения математических результатов, совершенно удовлетворяющих сообщество, которое должно их санкционировать»²².

В качестве свежего примера того факта, что интерес к идее построения математики на базе эмпирического подхода не угас и сегодня, приведу статью И. Буряка, в которой он высказывает идею (которая, на мой взгляд, требует отдельного внимательного рассмотрения), связанную с необходимостью изменения определения математического эксперимента таким образом, что оно не только позволит «рассматривать математику как эмпирическую науку», но и, ограничив «поле деятельности математики», явным образом покажет, «какие конкретно физические явления являются ее предметом»²³. С его точки зрения, использование этого нового определения предоставит возможность «отказаться от необходимости обосновывать абсолютную истинность математических утверждений» и объединит «математику с другими эмпирическими науками»²⁴.

²¹ Канке В.А. Философия математики, физики, химии, биологии. М.: КНОРУС. 2011. С. 69.

²² Лолли Габриэле. Философия математики: наследие двадцатого столетия / пер. с итал. А.Л. Сочкова, С.М. Антакова; под ред. проф. Я.Д. Сергеева. Н. Новгород: Изд-во Нижегород. гос. ун-та им. Н.И. Лобачевского, 2012. С. 239.

²³ Буряк И. Является ли математика эмпирической наукой? // Журнальный клуб Интелрос «Финиковый Компот». №11. 2016. С. 55. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intelros.ru/readroom/finikovyy-kompot/fi11-2016/31681-kozloolen-protiv-barmaglota-chast-iii.html> (дата обращения: 30.04.2021).

²⁴ Там же.

**Проблемы онто-гносеологического обоснования
математических и естественных наук**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Выпуск 12

Редактор Е.С. Головина
Компьютерная верстка Д.И. Алябьев

Лицензия ИД № 06248 от 12.11.2001 г.

Подписано в печать 13.12.2021 г.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 9,3
Заказ _____ Тираж 100 экз.

Издательство Курского госуниверситета
305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии
Курского государственного университета