

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

Выпуск 11



**КУРСК
2020**

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. 11 / гл. ред. Е.И. Арепьев; Курск. гос. ун-т. Курск, 2020. 114 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 (ответственный за выпуск, 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, 2020
© Курский государственный университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ	5
<i>Еровенко В.А.</i> Психологическое «принуждение к обучению» как когнитивно-методологический навык преподавателя высшей математики	6
<i>Карако П.С.</i> Космизм П.А. Флоренского: сущность и место в системе русского космизма	14
<i>Князев В.Н., Кадеева О.Е.</i> Мироззренческое содержание научных понятий в современной космологии	29
<i>Мальцева Н.Н.</i> Дедуктивный подход к изучению астрономии	38
<i>Михайлова Н.В.</i> Проблемно-ориентированное обоснование математики и методологический прагматизм философии университетского образования	45
<i>Мороз В.В.</i> Философско-математический синтез П.А. Флоренского в контексте проблемы обоснования математического знания	53
<i>Морозов М.Ю.</i> Понятие «фрактальность» как логическая категория	65
<i>Пеньков В.Е.</i> Философско-методологические проблемы структурного усложнения материи	75
<i>Яскевич Я.С.</i> Цифровая экономика и социальная аналитика: вызовы глобальной коммуникации и информационного общества	81
<i>Яшин Б.Л.</i> Некоторые аспекты гуманитаризации математики	90

Материалы методологического online-семинара с международным участием «Онто-гносеологические предпосылки открытий в физико-математических науках», проводимого 15.05.2020 на платформе КГУ	97
<i>Букин Д.Н.</i> Открытия в математике: типология и контуры проблемного поля	97
<i>Князев В.Н.</i> Об одном важном открытии, лежащем в основе принципиальной смены физической картины мира	99
<i>Перминов В.Я.</i> Проблема обоснования математических объектов	102
<i>Яскевич Я.С.</i> Онто-гносеологические основания научных дискуссий и открытий в квантовой механике	108
<i>Яшин Б.Л.</i> Неявное знание как предпосылка развития математики	110

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Настоящий сборник представляет собой одиннадцатый 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.А. Еровенко
(Минск)**

ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ «ПРИНУЖДЕНИЕ К ОБУЧЕНИЮ» КАК КОГНИТИВНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ НАВЫК ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Мировоззренческое взаимодействие элементов высшей математики, психологического знания и различных областей философии культуры – это закономерный итог духовного и интеллектуального развития человека. Математика в этой триаде – точное суждение, а психологические, философские и культурологические образы, по сути, обеспечивают в ней целостность и определенность. Любой курс высшей математики для студентов-нематематиков – это одна из тех сложных дисциплин, существование которой в учебных планах разных естественнонаучных и гуманитарных факультетов вызывает противоречивые чувства даже у успевающих студентов. Эта проблема обусловлена тем, что некоторые студенты пассивны, они не желают слушать и пытаются понять другое мнение, так как «обросли» установками типа «мне это не нужно и не пригодится в жизни» или еще более радикальными высказываниями, что «у меня гуманитарный склад ума и нет способностей к точным наукам». Поэтому очень актуальной становится психологическая интерпретация одного из ключевых вопросов университетского образования: должен ли в академических традициях математического образования студентов соблюдаться «принцип свободы» или в методических целях все же допустимо частичное использование «элементов принуждения»?

* * *

В процессе обучения неизбежно возникают определенные трудности при выборе методики преподавания высшей математики и закономерно встает интересующий нас когнитивный вопрос: надо ли «принуждать» тех студентов, кто активно сопротивляется обучению? Философ образования Г.Г. Феоктистов считает, что современные педагогические технологии, использующие все последние достижения психологии и инновационные подходы к вузовскому образованию при анализе такого рода вопросов, представляются достаточно перспективными в «инструментальном плане», хотя и вызывают при этом определенные опасения в контексте соблюдения этических норм. «Именно поэтому важнейшей проблемой образовательной и воспитательной педагогики является осуществление перехода от практикуемых технологий внешнего принуждения со стороны общества в целом ... на технологии внутреннего принуждения в виде воспитания механизмов мотивации к обучению, осуществления технологий по формированию психологической готовности к процессу получения знаний

и самой потребности знания»¹. Следует отметить, что чем талантливее и профессионально грамотнее преподаватель высшей математики, тем более эффективные «манипуляционные технологии» он использует.

Даже «либералы по убеждениям» не могут привести содержательные и неопровержимые контраргументы к идее «принуждения к обучению» с точки зрения забвения устоев либерализма, так как хорошее образование, включающее не только одни лишь узкопрофильные предметы, – это как раз и есть некая гарантия свободы развития при адаптации в современном обществе. Так, в качестве косвенного примера, сошлемся еще на понятие «сензитивного периода» развития социальных навыков у детей младшего возраста, используемого в психологии. Например, птенец может научиться летать только в определенном возрасте, но если это время по каким-то причинам будет упущено, то летать он вообще так и не научится. Даже педагогическая практика автора показывает, что в условиях прагматичной реальности прекрасная идея «педагогике сотрудничества», то есть учения без принуждения, для многих студентов не интересна и не востребована. Поэтому в философии математического образования методологическая трудность состоит не в когнитивном выборе способа достижения цели образования психологов, а в концептуализации самой этой цели.

Принуждение к обучению – что это и для чего оно нужно? Сама фраза «принуждение к обучению» состоит из простых, но многозначных слов. Если студентам хватает мотивации и сил, чтобы учиться и приобретать знания, то они не нуждаются в принуждении к обучению, хотя это одна из частей образовательного процесса и развития, начавшегося ещё в раннем детстве. Принуждают к обучению по-разному. Кто-то из преподавателей математики мотивирует поощрением, кто-то тщательным когнитивным анализом изучаемого нового материала, а кто-то эмпатично поощряющей проверкой усвоения знания. В своей практике я тоже пытаюсь по-разному мотивировать студентов. Например, если студенты не справились с самостоятельной, контрольной работой, я, по сути, «принуждаю» их к ее переписыванию после объяснений методических трудностей работы, акцентируя внимание на возникающих ошибках. Когда они на занятиях стараются сесть за первую парту, то они получают небольшой «плюс» за «тягу к знаниям» даже при неудачах в ответах. Полновесный «плюс» ставится тем, кто удачно ответил на лекционный вопрос или первым правильно решил задачу на практическом занятии, и обязательно похвалю, особенно за хорошо написанную самостоятельную работу.

Методические новшества на занятиях по высшей математике для студентов-нематематиков направлены на поощрение аргументированных и строго сформулированных высказываний при понимании точного

¹ Феоктистов, Г.Г. Принуждение как структурный принцип педагогики // Образование и насилие: сб. ст. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. С. 253.

доказательства математических утверждений, доступного для них уровня. В основе такого обучения по существу уже заложены когнитивные технологии. В достаточно широком методологическом контексте можно даже утверждать, что «когнитивные технологии – способы и алгоритмы достижения целей субъектов, опирающиеся на данные о процессах познания, обучения, коммуникации, обработки информации...»². Реализации инновационного подхода к изучению математики мешает то, что некоторые преподаватели строят курсы высшей математики для естественнонаучных и гуманитарных специальностей по следующему принципу: берут готовые математические курсы, которым их когда-то обучали на мехмате, сохраняют их «скорлупу», но из-за уменьшенного объема удаляют не только некоторые разделы, но и содержательное аргументированное «ядро». При этом сохраняется терминологическая видимость «курса высшей математики», его понятия и даже некоторые хорошие профессиональные формулировки, но, к сожалению, убирается все то, что заставляет активных студентов думать и понимать, что собственно и характеризует саму математику как науку.

Критерием необходимости когнитивной составляющей в процессе обучения высшей математике является еще и понимание студентом своей возможности уметь выполнить учебную задачу определенного уровня. А что означает понимание или объяснение? Любое объяснение использует дополнительные слова, которые сами нуждаются в объяснении. Поэтому когнитивное обучение основано на таких методах обоснования, подачи материала и дидактических способах его изложения, которые направлены на развитие мыслительной деятельности студентов. При этом важно, чтобы студенты относились к новому для них математическому материалу математически осмысленно и психологически критично, так как философская направленность на формирование критического мышления способствует интеллектуальному развитию. Напомним, что очень популярный термин «когнитивный» является производным от латинского слова «cognitio» – знание, познание, то есть это означает познавательный процесс или имеет отношение к познанию, что позволяет говорить о когнитивном подходе к обучению высшей математике. Этот термин появился в шестидесятых годах прошлого века в связи с возникновением новой парадигмы в психологических исследованиях – «когнитивной психологии», позволяющей с помощью когнитивно-методологических навыков преподавания создавать условия для изучения математики.

Психология в своем дальнейшем развитии будет обогащаться за счет междисциплинарных связей, среди которых есть и связи психологии с математикой. Например, если спросить о математической истине, то этот вопрос переводится из области психологии в область математики. Помимо

² Блинова Т.Л. Методология обучения математике в рамках когнитивного подхода // Педагогическое образование в России. 2017. № 6. С. 15.

обращения психологов к математическим методам при решении хорошо формализуемых проблемных психологических задач можно даже отметить встречный интерес многих преподавателей к психологическим проблемам трудности усвоения высшей математики, например, в процессе изложения доказательства, не понимаемого студентами. Значимость психологических аспектов изучения математики актуализируется еще благодаря тому, что в психологии нет понятия плохого или хорошего метода, а есть, например, адекватного или неадекватного, точнее, некорректного его использования. Хороший психологический анализ обычной математической лекции или практического занятия по высшей математике, даже если он не включает теоретического обоснования, изначально многогранен и хорошо помогает в разработке объяснительных схем, преодолевая давно укоренившееся в психике людей «негативное восприятие» любых новых идей.

Каким же должно быть математическое образование и для чего оно нужно – это ключевой вопрос. Даже не так важно, чему учить и какие использовать при этом технологии, как надо осознать, в чем состоит смысл образования. Смысл математического образования психологов состоит в его актуализации в качестве методологически очень хорошо продуманной педагогической задачи когнитивного обучения математике. Но всегда ли мы используем свои интеллектуальные, педагогические и нравственные возможности, заложенные в человека уже самой природой, без отсылки к «принуждению»? На смену восторженному «душевному возбуждению» в слабо мотивированной на получение знания аудитории приходят апатия, безволие, безразличие и, как следствие, «истощение энергии убеждения». Важной особенностью профессиональных деформаций преподавателей математики является, по существу, экзистенциальная природа «синдрома эмоционального выгорания»³. На запущенной стадии эмоционального выгорания нервная система преподавателя уже не способна адекватно на все реагировать. В такой ситуации нужна особая выдержка преподавателей и эмоционально оправданный подход с их стороны для критического рассмотрения «общей проблемы выгорания», поскольку само «выгорание преподавателя» – это поэтапно развертываемый процесс, возникающий с развитием стресса, усугубляемого административным прессингом.

Хорошо когнитивно-методологически подготовленный преподаватель математики вместе с приобщением студентов к обоснованному и понимаемому знанию с помощью методов когнитивного обучения целенаправленно ведет их к самостоятельному поиску, уступая свое место студенческой активности в процессе обучения и создавая условия для проявления их инициативы. По существу, любая предельно строгая последовательность изложения новой сложной математической

³ Еровенко В.А. «Экзистенциальная пустота» доктора Рагина в психологическом контексте эмоционального выгорания преподавателей математики // *Alma mater*. 2016. № 7. С. 39–45.

темы, систематичность материала и необходимая при этом формализация явно характеризуют академический стиль преподавания. Он является наиболее распространенным, так как реально выгоден в смысле экономии учебного времени. Но в отличие от «понимаемого усвоения» школьного курса элементарной математики, стиль мышления в изучении высшей математики гораздо более интеллектуально концентрирован. Если в математике стиль мышления является основным инструментом любого проблемного математического исследования, то в психологии мышление – это не только инструмент исследования, но и объект исследования. Изучая высшую математику и оперируя точными определениями и терминами, студенты-психологи избавляются еще и от таких вредных привычек, как необоснованное «домысливание», а кроме того, начинают осознавать и понимать всю неэффективность механического запоминания информации, когда они пытаются анализировать и практически оценивать ее.

Кроме того, среди трудностей математического познания у студентов можно указать на непонимание соотношения прямого и обратного утверждения, ошибочную интерпретацию необходимого и достаточного утверждения, необоснованное использование математического термина в различных не соответствующих ему значениях. Поэтому, опираясь на свой личный опыт преподавания высшей математики студентам разных естественнонаучных и гуманитарных специальностей, могу предположить, что для них наиболее эффективен другой стиль чтения лекций, а также проведения практических занятий, образно называемый «живой», который неявно характеризуется многообразием разных нестандартных приемов изложения, используемых преподавателем для создания в студенческой аудитории живого интереса к математике и ее пониманию. Например, я «принуждаю к обучению», когда обращаю особое внимание на умение «фломастерить» лекционный конспект с целью выделения сложного определения или ключевого утверждения, то есть закрашивать маркерами разных цветов все основные определения, теоремы и поясняющие их утверждения для последующей самостоятельной работы над текстами лекций. В основе такой процедуры лежит практический метод «визуальной систематизации информации» для ориентации студентов при дальнейшем поиске нужной им информации. Отметим также то, что важнейшей составляющей когнитивного обучения высшей математике является выработка навыков самостоятельного «продолженного» обучения.

Кроме того, у преподавателя высшей математики, хорошо владеющего излагаемым материалом, ситуативный юмор своей неожиданностью может пронизывать любое занятие. «Когнитивная природа юмора» проявляется в том, что восприятие аудиторного юмора тоже является интеллектуальной деятельностью, в которой процесс познания происходит через разрешение противоречий понимания. Но

форма когнитивного обучения предъявляет более высокие требования еще и к самому лектору, поскольку, преподавая высшую математику, в глазах студентов он сейчас психологически вовсе не выглядит «социальным альпинистом» в профессии, так как каждый раз ему надо заново подтверждать свой профессионализм и завоеванный ранее авторитет. Хотя истории из его жизненного педагогического опыта могут являться содержательным «разбавлением» теоретического материала в ситуациях обоснования теоретической сложности или простоты. Такие «перезагрузки» студенческой аудитории иногда полезны при восприятии ею нового материала. Поэтому делая психологические и исторические экскурсы, преподаватель репрезентирует стили сложившейся методологии изложения математики и формирует мировоззрение студентов. «Проблема природы когнитивных стилей, под которыми принято понимать способы переработки информации, пока мало изучена, но весьма перспективна»⁴. Различные аспекты когнитивного стиля изложения математики с опорой на ее эстетический аспект имеют ряд отличительных признаков психологического удовлетворения потребностей ума.

Все это, включая и принуждение, делает подачу нового для студентов математического материала необычайно «живой». В такой обстановке комфортно находиться и получать полезные знания, а создание нужной атмосферы – это уже важный шаг на пути к педагогическому успеху. Но не все студенты стремятся «научиться учиться». Многие студенты не хотят, чтобы их учили учиться, учили думать, учили справляться с трудностями, хотя они надеются при этом получить хорошие баллы. Оценка для них становится самоцелью, так как методисты и «чиновники от образования» интересуются только зарегистрированными результатами и не столь важно для них, а учились ли студенты вообще. Стоит отметить, что если вообще нет соответствующего методического материала для студентов с разным уровнем подготовки, то невозможно сразу приобрести когнитивный навык «научиться учиться». Но, опираясь на «человеческий фактор», хорошим полигоном для такого рода важных когнитивных экспериментов является изучение математики, так как в ее аргументированности и строгости есть свои положительные аспекты с точки зрения когнитивного обучения в вузе. И, несмотря на то что сейчас бесполезно говорить со студентами о математической культуре, это не мешает напоминать им об этом. Хорошие классические университеты отличаются тем, что в них «учат учиться», понимая, что это еще и обязанность двух сторон образования, а студенты, которые все же приобретут этот когнитивный навык, возможно, осознают, наконец, психологическое ощущение радости от процесса познания.

⁴ Костюк Л.Л. Когнитивные стили как основа дифференциации обучения математике // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2010. № 3. С. 87.

Теперь можно вполне определенно утверждать, что «когнитивизм» – это не просто модное философское и методологическое направление в психологии, а, по сути, вполне самостоятельная область исследования, теоретические и практические знания которого могут способствовать прояснению методологических вопросов широкого проблемного поля общеуниверситетского математического образования различных уровней. Практически достаточно популярный сейчас термин «когнитивный» существовал в философии еще до появления когнитивной психологии и уже тогда всегда ассоциировался с термином «умственный» или «мыслительный», что, несомненно, характеризует математическое знание. Кроме того, применение методов когнитивного обучения в математике позволяет использовать все природные, психологические и рациональные ресурсы личности студента для повышения их интеллекта и когнитивного развития. В таком мировоззренческом контексте метод «принуждения к обучению» высшей математике в современных социокультурных условиях рыночных отношений является базовой основой получения качественного и, хочется надеяться, востребованного университетского образования.

Фраза «принуждение к обучению» звучит отчасти грубовато и даже в каком-то смысле отражает некое насилие. В то же время сам этот метод является очень действенным и реально помогает студентам-психологам, не имеющим внутренней мотивации к изучению математических предметов, которые им не нравятся по какой-либо причине, он все же стимулирует их, когда уже не хватает сил делать что-то или учить что-то «добровольно», и помогает им стать специалистами с культурным кругозором и получить необходимое образование. Следуя О.В. Фролову, «культура принуждения должна заключаться в невозможности педагога переступить критический предел, когда нарушается стабильность его творческого взаимодействия в культуре; в сохранении гуманной философской системы в совокупности этических норм, нравственных убеждений о свободе и достоинстве личности...»⁵. Однако в педагогической деятельности субъективной характеристикой «культуры принуждения» является психологическое неравенство двух субъектов образовательного процесса – преподавателя и студента. В этом тандеме ведущая роль принадлежит тому преподавателю, который явно заинтересован в результатах своего труда, пытаясь научить студента учиться. Вы не найдете положения, гарантирующего студентам «право на невежество», хотя некоторые из них часто путают университет с «образовательным Макдональдсом», почему-то считая, что такая гарантия существует, а преподавателей иногда просто вынуждают с этим считаться, выдавая уцененные дипломы на «университетской распродаже».

Преподавателя курса высшей математики студенты гуманитарных и естественнонаучных специальностей не должны бояться, они должны

⁵ Фролов О.В. Смысловые интенции современной профессиональной педагогической культуры // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 6. С. 29.

уважать его. Но для реализации такой психологической установки преподавателям надо осознавать, что методика когнитивного обучения основам высшей математики практически непростое методологическое искусство, требующее определенной «психологической грациозности». По сути, движение в этом направлении для молодых преподавателей еще только начинается, но, как говорится, «будет день – будет и пища». К моей радости как профессора математики классического университета, из года в год неизменно все чаще и чаще стали встречаться целенаправленные студенты, неявно рефлексирющие о своем «знании о незнании», которых практически даже не нужно «принуждать к обучению», так как им вполне хватает собственной учебной мотивации и интеллектуальных сил, чтобы успешно учиться и осознанно приобретать новые для них знания.

П.С. Карак
(Минск)

КОСМИЗМ П.А. ФЛОРЕНСКОГО: СУЩНОСТЬ И МЕСТО В СИСТЕМЕ РУССКОГО КОСМИЗМА

В статье раскрываются предпосылки и особенности воззрений П.А. Флоренского на природу и биосферу Земли, их космическую выраженность. Выявляется религиозное содержание его космизма. Подчеркивается влияние космических идей В.И. Вернадского на становление космизма Флоренского. Обращается внимание на сходства и различия духовных исканий этих мыслителей. Отмечается причастность Флоренского и к литературно-художественной ветви русского космизма. Делается вывод о цельности космических воззрений этого ученого и мыслителя. Космические мотивы его творчества определили и семейную традицию Флоренских разрабатывать космическую тематику. На ее постижение сориентированы интересы автора настоящей работы.

* * *

В системе русского космизма значимое место занимают представления П.А. Флоренского (1882–1937) – религиозного мыслителя и ученого-энциклопедиста. Им внесен вклад и в обоснование русского космизма, особенно его религиозно-философской ветви. Однако до настоящего времени космизм этого мыслителя не получил должного освещения в философской литературе. Так, в книге «Русский космизм: Антология философской мысли» (1993) опубликован сокращенный вариант статьи Флоренского «Органопроекция» (1919), которая не имеет отношения к космизму. В труде «Грёзы о земле и небе: Антология русского космизма» (1995) помещен отрывок из книги Флоренского «Детям моим. Воспоминания прошлых дней» (1916–1925) под названием «Особенное». В нем изложены заметки автора о природе Кавказа и некоторые его детские восприятия окружающего мира.

О космической выраженности своих представлений Флоренский пишет в письме от 21-го сентября 1929 г. В.И. Вернадскому. В нем он подчеркивает согласие с обоснованной его адресатом научной концепцией биосферы. Им подчеркивается и то, что «наука о космосе» не может «ограничиваться биосферой», она должна заниматься и постижением «внешнего биосфере пространства»¹. Только при таком исследовании она предстанет перед нами в качестве космоземной оболочки нашей планеты. Данный вывод явился результатом осмысления его автором собственного опыта восприятия природы и биосферных представлений Вернадского.

¹ Переписка В. И. Вернадского и П. А. Флоренского // Новый мир. 1989. № 2. С. 197.

Отмеченная сторона творчества Флоренского осталась за пределами внимания составителей вышеуказанных трудов.

Космические воззрения Флоренского не стали предметом исследования и освещения и современными философами. Например, в «Новой философской энциклопедии» (М., 2001, Т. 4) в статье «Флоренский П.А.» не сказано ни единого слова о его причастности к русскому космизму. В весьма обширной сводке сведений о творцах этого течения русской мысли, которые содержатся в труде Б.М. Владимирского и Л.Д. Кисловского «Путиями русского космизма» (2011), приводятся только несколько положений из упоминавшегося письма Флоренского Вернадскому.

Все отмеченное свидетельствует о наличии существенного пробела в постижении одной из важных сторон теоретического наследия видного представителя русской мысли – Павла Александровича Флоренского. На ликвидацию этого пробела и сориентирована настоящая статья. При этом первостепенное значение будет иметь выявление истоков внимания Вернадского к Флоренскому.

П.А. Флоренский – «сильная и оригинальная личность» (В.И. Вернадский)

В 1900–1904 гг. Флоренский являлся студентом физико-математического факультета Московского университета. Лекции по курсу «Минералогия» студентам этого факультета читал профессор В.И. Вернадский. Естественно, он принимал и экзамен по данному курсу у студента Павла Флоренского. Так начиналось их знакомство, а потом и дружеские отношения, длившиеся до дня гибели Флоренского (1937). После окончания университета он продолжил свое образование в Московской духовной академии. По завершении обучения в этой академии (1908) становится в ней преподавателем философских дисциплин. С этого времени начинается и становление его как религиозного философа. В 1911 г. он принимает священство. Его искания в области религии и философии были выражены в книге «Столп и утверждение истины» (1914). В последующих его трудах он заявляет о себе как видном религиозном мыслителе и ученом-энциклопедисте. Он оставляет заметный след в философии математики, истории философии, искусствоведении, богословии, литературоведении и т. д. С 1921 по 1933 г. Флоренский являлся научным сотрудником Государственного экспериментального электротехнического института. За весь период работы в нем было опубликовано свыше 225 статей технического содержания. После ареста в 1933 г. возможность публикации его трудов была прекращена.

Многогранная творческая деятельность Флоренского была предметом внимания Вернадского. Так, в дневнике от 27-го февраля

1921 г. он писал, что читает труд своего студента «Столп и утверждение истины» (1914): «Книга кажется, очень интересной. Я страшно ценю самостоятельное творчество, какую бы форму оно ни принимало. Здесь чувствуется сильная и оригинальная личность»².

Много лет спустя данная оценка книги Флоренского повторяется Вернадским и в его письме от 21-го мая 1943 г. президенту АН СССР В.Л. Комарову. В нем он писал: «Флоренский... теолог и философ, очень выдающийся человек, кончивший математический факультет, в советское время долго заведовал какой-то лабораторией... Это редкое совмещение богослова и экспериментатора и математика указывает его талантливость. Я помню, когда я был еще профессором в Москве, его диссертация в Духовной Академии – Столп и утверждение истины – произвела огромное впечатление. Я прочел потом эту книгу и нахожу ее чрезвычайно интересной»³.

Чем же могла заинтересовать Вернадского вышеназванная книга Флоренского? Видимо, уже первыми страницами книги, на которых описываются особенности наступающей осени: «В ветреных вихрях кружились и змеились по земле золотые листья. Стаями загуляла птица. Потянулись журавли, заиграли вороны да грачи. Воздух напитался прохладным осенним духом, запахом увядающих листьев...»⁴. В такую пору душа человека стремится к постижению истины как знания о сущности природы и других вещей, осмыслению «единства Истины, Добра и Красоты», познанию как «реальному единению познающего и познаваемого»⁵. Книга могла заинтересовать оригинальными трактовками актуальной и потенциальной бесконечности, утверждениями о тождестве противоположностей и другими положениями. Для сознательного материалиста Вернадского все эти идеи имели значимость и «вписывались» в его мировоззрение, найдя свое воплощение в его научных и философских трудах.

«Оригинальной» была и идея космизма, которая обосновывалась Флоренским. Она в корне отличалась от космических воззрений Вернадского. Однако последний не отвергал содержания космических представлений своего ученика. В чем же выражалась особенность идей Флоренского относительно системы «космос – биосфера – человек»? Имело ли место влияние Вернадского на становление отмеченных идей? Данные вопросы будут предметом внимания автора статьи. Но их анализ будет плодотворным только при выявлении предпосылок идей космизма у русского мыслителя Флоренского.

² Переписка ... С. 194.

³ Переписка ... С. 194.

⁴ Флоренский П.А. Столп и утверждение истины. М.: Правда, 1990. Т.1. С. 10.

⁵ Там же. С. 10.

«Все микрокосмическое – макрокосмично, все макрокосмическое – микрокосмично» (П.А. Флоренский)

При поиске ответов на поставленные вопросы следует иметь в виду, что первоначально свои космические воззрения Флоренский разрабатывал, опираясь на многие идеи и положения первых представителей религиозно-философской ветви в русском космизме – Н.Ф. Федорова и В.С. Соловьева. Так, в лекции под названием «Макрокосм и микрокосм» (1917) он подвергает уничтожающей критике существующую цивилизацию за порождение ею хищнического отношения человека к природе. Причем осуществляется все это в «духе Федорова»: «Трижды преступна хищническая цивилизация, не ведающая ни жалости, ни любви к твари, но ищущая от твари лишь *своей* корысти, движимая не желанием помочь природе проявить сокрытую в ней культуру, но навязывающая насильственно и условно внешние формы и внешние цели»⁶.

Столь же очевидно и влияние представлений Соловьева о необходимости утверждения нравственного отношения человека к природе на соответствующие воззрения Флоренского. Последний практически повторяет суждения своего предшественника: «Человеку-мужу надлежит любить мир-жену (природу. – П. К.), быть с нею в единении, возделывать ее и ходить за нею, управлять ею, ведя ее к просветлению и одухотворению и направляя ее стихийную мощь и хаотические порывы в сторону творчества, чтобы явился в твари ее изначальный космос»⁷.

Отмеченные представления Федорова и Соловьева были существенными элементами их космических идей. Подробно содержание данных представлений раскрывалось автором настоящей работы в одной из его книг⁸.

В этой же лекции Флоренский формулирует и свое видение отношения человека к природе, космическую выраженность своего мировоззрения. Для него «Человек и Природа взаимно подобны и внутренне едины. Человек – малый мир, *микрокосм*. Среда – большой мир, *макркосм*»⁹. Он говорит и о том, что и человека можно называть «макркосмом», а природу «микрокосмом», так как они «бесконечны» в своей организации. К тому же человек есть «часть природы» и «равномошен со своим целым». То же самое можно сказать и о природе. Она есть «часть человека». Вот так понимал этот космист соотношение человека и природы в свой ранний период творчества.

⁶ Флоренский П. А. Сочинения: в 4 т. М.: Мысль, 1991. Т. 3. С. 440.

⁷ Там же. С. 440.

⁸ Карако П.С. Природа и нравственность. Минск: Экоперспектива, 2013. С. 123–130.

⁹ Флоренский П. А. Сочинения: в 4 т. С. 441.

Конкретно о преемственности своих космических представлений с идеями Федорова и Соловьева Флоренский говорит в лекциях, прочитанных в Москве в 1918–1920 гг., которые составили содержание труда «Философия культа», впервые опубликованного в 1977 г. В этом труде им утверждается, что его понимание культа как единства материального и духовного мира описывается в «терминологии *общего дела* Н.Ф. Федорова»¹⁰. Здесь же подчеркивается солидарность автора вышеназванного труда с положениями концепции всеединства Соловьева и его символизмом. Более того, Флоренский называет и себя сторонником символизма: «Я всегда был символистом»¹¹, – говорил он, но уже в другой работе. Он входил в число представителей второй волны молодых символистов (Блок, Белый, Вяч. Иванов и др.), находился в дружбе с Андреем Белым, печатался в существовавших в начале XX в. символических журналах России. Эти поэты являлись и представителями литературно-художественной ветви в русском космизме.

Но символизм Флоренского существенно отличался как от первых представителей символизма (Соловьев, Брюсов и др.), так и от символистов второй волны. В отличие от них в философии Флоренского обращается внимание на онтологическую сторону символа. Для него первостепенное значение имело выявление объективного в символе. Он подчеркивал, что его «ум всегда был занят познанием конкретного»¹². Причем эта специфичность символа четко проявляется в обосновываемом им содержании культа.

Он, следуя традиции русской религиозной философии, раскрывает особенности культа (таинства, богослужения, обрядности), его место в русском Православии. При этом Флоренский отмечает и то, что в культе должна «освещаться» и «вся природа, во всех ее явлениях». «Она вся, – писал он, – вводится в культ и через культ соотносится с человеком в его собственной человеческой жизни»¹³. В силу этого и во всех «культовых действиях» человека должна осуществляться его связь с «жизнью природы» и «перекристаллизироваться в культе». Именно в нем «все микрокосмическое – макрокосмично, все макрокосмическое – микрокосмично»¹⁴. В процитированном суждении фиксируется единство микрокосма и макрокосма как двух форм бытия. В нем выразится и космизм мышления его автора. Для подтверждения сказанного обратимся к анализу представлений Флоренского о сущности понятия «макркосма».

¹⁰ Флоренский П.А. Собрание сочинений. Философия культа (Опыт православной антропологии). М.: Мысль, 2004. С. 157.

¹¹ Флоренский П. Детям моим. Воспоминания. Из Соловецких писем. Завещание. М.: Моск. рабочий, 1992. С. 154.

¹² Флоренский П. Детям моим... С. 154.

¹³ Флоренский П.А. Собрание сочинений. Философия культа ... С. 299–300.

¹⁴ Там же. С. 200.

У Флоренского данное понятие использовалось для обозначения природных объектов и их «бесчисленных проявлений»¹⁵. Они же являлись и зеркалом или символом макрокосма, Вселенной, мира в целом. Такие объекты были предметом его внимания и любви уже с самого раннего детства. Он чувствовал даже воздействие этого мира на свое тело. Оно, «как залив или бухта, отражает каждую волну великого океана, космоса». Причем каждая часть последнего «со всех сторон» осуществляла влияние на его тело. Вот почему и в «теле своем мы ощущаем весь космос»¹⁶. Всё отмеченное и определило его внимание к космосу. В труде «Детям моим. Воспоминанья прошлых дней» мыслитель писал, что его «единственной возлюбленной была Природа». Далее он называет и те объекты природы, которые были предметом его особой любви: «Любил он воздух, ветер, облака, родными ему были скалы, близкими к себе духовно ощущал минералы, особенно кристаллические, любил птиц, а больше всего растения и море»¹⁷.

Перечисленные и другие объекты Флоренский пытался видеть в их взаимосвязи и зависимости от природы как целостного образования. Он чувствовал, что «минералы, различные природные явления, в особенности многие цвета, запахи и вкусы были пронизаны глубинной энергией природы...»¹⁸. Но эта «энергия» не фиксировалась его органами чувств, а потому истинное понимание природы может дать только наука. Эту возможность науки Флоренский видел в том, что «научное познание устанавливает общность, где ее раньше не было видно, разыскивает промежуточные явления между крайностями, мостит мосты для перехода через дотоле непроходимые бездны, вообще смазывает четкую раздельность мира, притупляет пафос различия»¹⁹.

Но все вышесказанное не означает принижение Флоренским чувственного восприятия природы. Он демонстрирует исключительную наблюдательность при общении с природой. При этом им формулируются и некоторые теоретические выводы. Подтверждением сказанному могут быть его оценки природы Кавказа, где прошло его детство: «Кто не видывал собственными глазами лесов Черноморского побережья (Кавказа. – П. К.) и в особенности аджарских, тому трудно дать представление о преизбытке растительной жизни, делающей здешние заросли сплошным клубком сплетающихся между собой стволов, гибких стеблей, растительных плетей, веток. Растения тут громоздятся друг на

¹⁵ Там же. С. 278.

¹⁶ Флоренский П. Детям моим... С. 428, 429.

¹⁷ Там же. С. 70.

¹⁸ Флоренский П.А. Собрание сочинений. Философия культа... С. 89.

¹⁹ Флоренский, П. Детям моим... С. 87.

друга; разные виды плюща снизу доверху обрастают стволы каштанов, ясенев, дубов, диких яблонь и груш и т. д.»²⁰.

Раскрытие многообразия и единства растительного мира Аджарии продолжается Флоренским и далее. Особенно впечатлительно описывается «преизбыток» цветonoсных растений, их «безмерное благоухание». Все это описывалось в 1923 г. В труде Вернадского «Биосфера» (1926) отмеченный переизбыток жизни выражается научными понятиями: «растекание жизни», «полнота жизни», «давление жизни», концепцией – «геохимической энергией жизни в биосфере». Так независимо друг от друга эти мыслители сходным образом характеризовали природу.

П.А. Флоренский отмечал и то, что его переход к пониманию многообразия и единства природы произошел под влиянием постижения трудов Лапласа и Лайеля, Дарвина и Геккеля. Их воззрения на природу «заняли прочное место в его душе». Более того, «глубоко затаилось в душе восприятие мира как живого и духовного, вся естественная символика природы, все волнения, нравственные и нежные»²¹. Эти представления не могла поколебать у него даже церковь. Он признавался, что «догматические понятия церкви остаются на периферии» его сознания и мировоззрения, в то время как «глубокая душевная жизнь руководится материализмом, эволюционизмом и механизмом»²².

Несомненно, что эти методологические установки формировались у него под влиянием естественнонаучных знаний о природе. В этой связи он вынужден был констатировать и то, что в его «душевной жизни образовалась трещина, начало возникать раздвоение, трещина стала шириться и впоследствии привела к большому кризису»²³.

«Созвучность» и различие идей В.И. Вернадского и П.А. Флоренского относительно космизма

На наш взгляд, «раздвоение» и «расширение трещины» в мировоззрении П.А. Флоренского в значительной степени было связано с восприятием положений труда Вернадского «Биосфера». Изложенная в нем научная концепция биосферы была воспринята и Флоренским. В одном из писем Вернадскому (1929) он писал, что эта концепция в корне изменила его представления о Космосе. Для него стало ясным, что Космос «не ограничивается» пределами существующей биосферы. Ее бытие находится в тесной связи с бытием Солнца и другими объектами Космоса. А раскрытое Вернадским место и роль живого в структуре

²⁰ Там же. С. 108.

²¹ Там же. С. 165.

²² Там же. С. 165.

²³ Флоренский П. Детям моим... С. 165.

биосферы Флоренский считает «событием огромной важности в истории общественного сознания». Для него «явления жизни» стали «космической категорией»²⁴. Но оценкой основных идей Вернадского о биосфере Флоренский не ограничивается. Он высказывает и свои оригинальные мысли относительно сущности живого, биосферы и ее эволюции.

Так, им обращается внимание на своеобразие явлений жизни, недопустимость использования метафизического подхода к постижению сущности живого, выводимость явлений жизни из «наивных моделей механики». Биосферная выраженность жизни свидетельствует и о коренном отличии живого от неживого. Он считает важным возможность практического использования знаний о строении и организации живого в промышленных технологиях. Он выражал уверенность и в том, что промышленность будущего «станет биопромышленностью», а физика и химия под влиянием биологии «будут перестроены». Данное предвидение русского космиста в наши дни стало реальностью. Биотехнологии становятся факторами научно-технического прогресса многих видов материального производства, а биология вошла в число лидеров современного естествознания. Современные процессы биологизации и экологизации смежных с биологией дисциплин есть реальное подтверждение их «перестройки».

П.А. Флоренским была высказана и оригинальная мысль относительно роли духовного фактора в преобразовании «вещественных образований» биосферы в качественно новое состояние – пневмосферу. Он полагал возможным признать положение о «существовании в биосфере или, может быть, на биосфере того, что можно было бы назвать пневмосферой, т. е. о существовании особой части вещества, вовлеченной в круговорот культуры или, точнее, круговорот духа»²⁵. Причем этот «круговорот» несводим к «общему круговороту жизни». Им обращалось внимание и на «особую стойкость вещественных образований» биосферы, «проработанных духом», допускалось наличие таких образований и в Космосе в виде «особой сферы вещества». Аналогом такого вещества он считал «предметы искусства».

В процитированных суждениях Флоренский демонстрирует свое понимание будущего биосферы. Он не принимает положений Вернадского о роли человечества и научного знания в эволюции биосферы в новое состояние, которое в конце 30-х годов его учитель назвал ноосферой. Флоренский остается приверженцем той позиции, которую он изложил еще в 1917 г. в лекции под названием «Макрокосм и микрокосм». В ней не признается значимость научных истин, так как они «весьма недолговечны... и чрезвычайно субъективны» и могут применяться «лишь в области отдельных дисциплин и ветвей дисциплин». Напротив, «истины

²⁴ Переписка ... С. 197.

²⁵ Там же. С. 198.

и символы религии всечеловечны и всеисторичны, в основе своей вселенски понятны и вселенски же приемлемы, оставаясь устойчивой осью истории...»²⁶. Они не могут «сдуваться вихрями времени». Далее выражается уверенность, что если изложенные им мысли «будут обоснованы на признаниях религии и поэзии, то навсегда этим мыслям обеспечена современность и всякая живая душа найдет в себе им отклик, тогда как обоснования естественно-зрительные уже лет через двадцать будут наивны и приблизительны, как смешная старомодная шляпа»²⁷. Вот такая судьба ожидает, по убеждению Флоренского, естественнонаучное знание.

У Флоренского «символом религии» выступает «дух». Именно он будет «вовлекать» все материальное биосферы, в том числе и живое в свой «круговорот» и обеспечит становление качественно нового состояния биосферы – пневматосферы. Но это духовное образование. Практически в те же годы подобные мысли высказывал и видный французский ученый и теолог П. Тейяр де Шарден.

В.И. Вернадский не стал комментировать вышеизложенные мысли Флоренского о будущем биосферы. В ответном письме своему адресату от 13 октября 1929 г. Вернадский пригласил его на свой доклад «Изучение явлений жизни и новая физика», с которым он выступит в Московском обществе испытателей природы 16 октября 1929 г. В письме выражалась и уверенность в том, что их совместная беседа позволит «ослабить то противоречие, которое наблюдается между научным представлением о Космосе и философским или религиозным его постижением»²⁸. Нам неизвестно, имела ли место встреча и беседа этих мыслителей. Но доклад Вернадского был опубликован в виде статьи в 1933 г. Потом он неоднократно переиздавался под первоначальным названием.

В статье не только подтверждаются положения труда «Биосфера» о земном и космическом проявлении жизни: «Живое вещество создается и поддерживается на нашей планете космической энергией Солнца. Оно составляет на ней неразделимую часть земной коры – биосферы, неразрывную часть ее (организованности)»²⁹. В ней подчеркивается и возрастающая роль человека и его разума в изменении природных процессов, их ускорении: «С появлением на нашей планете одаренного разумом живого существа планета переходит в новую стадию своей истории»³⁰. Здесь еще не дается название этой «новой стадии». Только в конце 30-х годов она получает название «ноосферы».

²⁶ Флоренский П.А. Сочинения: в 4 т... С. 442.

²⁷ Там же. С. 442.

²⁸ Переписка... С. 199.

²⁹ Вернадский В.И. Труды по философии естествознания. М.: Наука, 2000. С. 98.

³⁰ Вернадский В.И. Труды по философии естествознания... С. 99.

Идея «ослабления противоречия между научным и религиозным постижением Космоса» не могла не понравиться Флоренскому. Несколько позже в письме из Соловецкого лагеря сыну Кириллу от 8–17 февраля 1935 года он писал о Вернадском: «Большинство мыслей, им высказанных, очень созвучны мне, я думаю о том же, хотя подходил с несколько иных отправных пунктов»³¹. В чем же конкретно проявляется «созвучие мыслей» Флоренского и Вернадского? Как следует понимать «иные отправные пункты» воззрений Флоренского?

Внук П.А. Флоренского, доктор геолого-минералогических наук П.В. Флоренский, данное «созвучие мыслей» видит в содержании понятия «пневмосфера». В нем, по его мнению, дед «синтезировал в едином понятии свои религиозно-философские и естественно-научные воззрения»³². С данным выводом можно согласиться только с учетом того, что естественно-научные воззрения П.А. Флоренского были «своими», они не в полной мере «созвучны» биосферным идеям Вернадского, его космизму. Прежде всего это «несозвучие» касается трактовки биосферы. По Вернадскому, биосфера есть материальная, космоземная оболочка нашей планеты. У Флоренского биосфера «проработана духом», следовательно, в ней содержится и что-то нематериальное.

Для понимания сущности различий космических идей этих мыслителей следует воспроизвести, хотя бы кратко, становление и эволюцию их космизма. Так, космизм Вернадского стал формироваться с периода восприятия им религиозно-философских представлений Федорова и Соловьева, «космической поэзии» В.Я. Брюсова и А.А. Блока, естественно-научного космизма физика, профессора Московского университета Н.А. Умова. Космизм был условием и предпосылкой и его учения о биосфере и ноосфере. Более подробно обсуждаемая тема раскрывалась автором в специальной работе³³.

Становление и эволюция космических воззрений Флоренского начинается с принятия им представлений о Космосе Федорова и Соловьева и через освоение биосферных идей Вернадского завершается религиозной концепцией пневмосферы. В этом отношении он был прав, когда говорил только о «созвучии» своих космических воззрений с научно обоснованным космизмом Вернадского.

«Созвучие» идей учителя и ученика проявлялось не только в их воззрениях на биосферу и ее эволюцию, но и по другим проблемам. Так, в уже упоминавшейся статье внука философа отмечается, что в архиве

³¹ Флоренский П.В. Судьба двух идей // В.И. Вернадский: pro et contra. СПб.: РХГИ, 2000. С. 616.

³² Там же. С. 616.

³³ Карако П.С. Предпосылки и сущность космических воззрений В.И. Вернадского // Веснік МДУ імя А.А. Куляшова. Сер.: А. Гуманітарныя навукі (гісторыя, філасофія, філалогія). 2018. № 1. С. 13–22.

Вернадского имеется письмо Флоренского, направленное своему учителю от 4 апреля 1936 г. В нем содержатся представления Флоренского о «значении асимметрических явлений в процессах, происходящих в биосфере, пространстве–времени» в ней³⁴. В 30-е годы проблемы пространства и времени в неживой и живой природе, особенностях симметрии в них занимали внимание и Вернадского. Его суждения по этим вопросам отражались в соответствующих трудах ученого этого времени. В настоящее время они переизданы и составили основное содержание его трудов по философии естествознанию³⁵.

В.И. Вернадского и П.А. Флоренского объединяло и стремление постичь Истину, Добро и Красоту в окружающем их мире, что сближало научные и духовные интересы этих мыслителей. Обосновываемые ими идеи космизма способствовали единению течений русского космизма в целостную концепцию и возвышению этого направления русской мысли. Но данный процесс в значительной мере определялся идеями и действиями Вернадского. Его учение о переходе биосферы в ноосферу – вершина естественно-научного и философского творчества этого космиста. Ему удалось вскрыть космопланетарную роль научной мысли и труда человека как новой геологической силы, единство природных и социальных законов эволюции, возможности человека и человечества управлять природными и социальными процессами. Им выявлено единство и взаимосвязь традиционно обособленных течений в русском космизме. Его учение о биосфере и ноосфере есть конкретное выражение целостности русского космизма и основание космической идеи. Из всего сказанного становится понятным и то, почему он поддержал космическую идею своего ученика.

В ходе переписки, осуществлявшейся с 1927 по 1937 г., Вернадский высылал Флоренскому свои печатные научные работы, причем и тогда, когда Флоренский находился в заключении. Он был и одним из первых мыслителей, который видел глубину постижения земного и космического миров своим университетским профессором, поистине космическую выраженность его научного и философского творчества. В письме к своему сыну Кириллу от 29 января 1935 г., отправленном из Соловецкого лагеря, он писал: «Постарайся получить от Владимира Ивановича указания по работам, он единственный у нас ученый, мыслящий глубоко в области круговорота веществ в земной коре, и один из самых глубоких натуралистов нашего времени в мировом масштабе»³⁶.

К.П. Флоренский (1915–1982) с 1935 по 1942 г. являлся сотрудником Биогеохимической лаборатории АН СССР, возглавляемой Вернадским. Переписку с Кириллом учитель его отца вел даже тогда, когда тот находился в действующей армии на фронте. К.П. Флоренским в 60–70-е

³⁴ Флоренский П.В. Судьба двух идей... С. 616.

³⁵ Вернадский В.И. Труды по философии естествознания...

³⁶ Переписка... С. 203.

годы была проведена большая работа по изданию рукописных трудов своего отца и Вернадского. В частности, им была подготовлена рукопись работы Вернадского «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», которая готовилась им к изданию в годы войны. В 1965 г. под редакцией К.П. Флоренского она была опубликована. Себя он называл «ближайшим учеником» Вернадского³⁷. Кирилл был и последним учеником Владимира Ивановича.

В.И. Вернадского и П.А. Флоренского разделяла солидная разница в возрасте (19 лет), положение в научном сообществе. По-разному они понимали и трактовали будущее биосферы. В основе их творчества были и разные философские основания. Но имела место и общность их судьбы в определенные периоды жизни. Так, в годы гражданской войны «Вернадский испытал нечеловеческие трудности, два раза стоял на грани жизни и смерти, большевики вели его на расстрел»³⁸. В начале 1926 г. Вернадский под личную гарантию безопасности, данную наркомом здравоохранения РСФСР Н.А. Семашко, вернулся из Парижа, где с 1922 г. читал лекции в Сорбоне и вел научные исследования, в СССР. Однако в 1933–1934 гг. он вновь стал объектом внимания, но уже советских чекистов. Были арестованы и осуждены его ближайшие соратники (Б.Л. Личков и др.), которым приписывалась вина за якобы участие в созданной Вернадским враждебной стране партии³⁹.

П.А. Флоренский первый раз был арестован в 1928 г. и выслан в Нижний Новгород, но в том же году благодаря хлопотам Е.П. Пешковой был освобожден и возвратился в Москву. Здесь вновь продолжилась его работа в уже упоминавшемся институте. Второй раз был арестован в 1933 г. и осужден на 10 лет заключения, а в 1937 г. расстрелян большевиками.

Заслуживает внимания и следующий факт, о котором пишет П.В. Флоренский. Оказывается, что П.А. Флоренский писал письма Вернадскому «не непосредственно, а через свою жену и сыновей» — будущих геологов Василия Павловича и Кирилла Павловича⁴⁰. Видимо, так Вернадский ограждался от внимания чекистов. Подробно содержание переписки Вернадского с семьей Флоренского освещено в «Вопросах истории естествознания и техники» за 1988⁴¹.

³⁷ Флоренский К.П. От редактора // Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 2001. С. 16.

³⁸ Назаров А.Г. Космизм в идее ноосферы В.И. Вернадского // Вестник Международной Академии наук (Русская секция). 2008. № 1. С. 74.

³⁹ Ашнин Ф.Д. «Российская национальная партия» – зловещая выдумка советских чекистов / Ф.Д. Ашнин, В.М. Алпатов // Вестник РАН. 1994. № 10. С. 920–930.

⁴⁰ Флоренский П.В. Судьба двух идей... С. 616.

⁴¹ Переписка В.И. Вернадского с семьей Флоренских // Вопросы истории естествознания и техники. 1988. № 1. С. 80–98.

Здесь нельзя не отметить и восприятие П.А. Флоренским космических идей А.Л. Чижевского (1897–1964). В семье Флоренских хранится труд Чижевского «Физические факторы исторического процесса» (Калуга, 1924) с дарственной надписью ее автора П.А. Флоренскому. Последний разделял воззрения автора данной книги о влиянии энергии Солнца, особенно в периоды наибольшей его активности, на социальные процессы (восстания, войны, революции и т. д.) и живое вещество биосферы, в том числе и человека. Подтверждением последнему может быть его объяснение причины заболевания внука. В письме из Соловков своей жене от 13 августа 1936 г. он писал, что в этом году имеет место пик солнечной активности и появление солнечных пятен: «Солнечные пятна испускают потоки катодных и прочих корпускулярных лучей, а также коротковолновых энергий. Все эти потоки губительно действуют на микроорганизмы, но на разные – в разной степени». Для ряда патогенных (болезнетворных) бактерий воздействие отмеченных лучей оказывается положительным фактором. Они «начинают благоденствовать, развиваться и вредить»⁴². Именно данные бактерии он считал причиной воспаления брюшины у внука. Так, в «духе Чижевского», дед объяснял причину заболевания недавно родившегося внука, названного в честь деда Павлом.

Жизненный путь А.Л. Чижевского во многом сходен с судьбой П.А. Флоренским. Со времени выхода вышеназванной книги он стал подвергаться необоснованным обвинениям. В январе 1942 г. – арестован и прошел через многие тюрьмы, лагеря и ссылки. Только 1958 г. смог вернуться в Москву. Оскорбления и клеветнические измышления по содержанию его космизма продолжались и после смерти мыслителя. Сущность его космических идей и их место в системе русского космизма раскрываются в работах П.С. Карако^{43,44}.

П.А. Флоренский – «философ, химик и поэт»

Важной сферой творческой деятельности П.А. Флоренского была и поэзия. О себе как поэте он заявил в опубликованном еще в 1907 г. сборнике стихов «В вечной лазури». Следующий сборник – «Ступени» – не был издан. Из него только стихотворения: «Андрею Белому» и «На мотив из Платона» были опубликованы в Антологии русской поэзии

⁴² Флоренский П.А. Сочинения: в 4 т. / П.А. Флоренский. М.: Мысль, 1998. Т. 4. С. 531.

⁴³ Карако П.С. «Космическая философия» А.Л. Чижевского: сущность и место в системе русского космизма // Журн. Белорус. гос. ун-та. Философия. Психология. 2018. № 2. С. 40–50.

⁴⁴ Карако П.С. Проблема философских оснований и научности космических идей А.Л. Чижевского // Журн. Белорус. гос. ун-та. Философия. Психология. 2019. № 3. С. 9–15.

«серебряного века»⁴⁵. Эти стихотворения написаны под влиянием его друзей-символистов (А. Белого, Вяч. Иванова и др.).

В поэзии русских символистов выражалась взаимосвязь и единство земного и космического бытия, наличие согласия между элементами и сторонами этого бытия. Именно так понимал символизм его основатель – В.С. Соловьев. Причем связующим звеном земного и космического он считал Мировую Душу. В поэзии Флоренского таким фактором было благовонное вещество фимиам, запах которого связывает океан с самыми верхними слоями воздуха, где обитают боги (стихотворение «Андрею Белому»):

*Жидким золотом вдруг засверкал океан –
огневеющим кружесвом линий.
Потянулся столбом голубой фимиам
И в эфир отвердел темно-синий...⁴⁶*

К поэзии Флоренский обратился и в конце своей жизни. В период пребывания в ГУЛАГах им была написана поэма «Оро» (посвященная младшему сыну Михаилу – Мику). Автор поэмы называет себя «философом, химиком и поэтом»⁴⁷. В ней нет идей символизма. Тем не менее по своему содержанию данная поэма является философским произведением. В нем представлены картины природы Дальнего Востока и Соловецких островов. Автор воспроизводит и красочные картины природы Аджарии, где прошло его детство. Он видит и влияние Космоса на живое вещество Земли. Даже в зоне вечной мерзлоты очевидно это благотворное воздействие Космоса:

*Земли промерзлой всходит весть
Лучами крупных алых звезд:
Краса и пища здешних стран,
Расцвел пылающий саран
И теплой кровью окропил
Поляны, луг и серый ил...⁴⁸*

Один из персонажей поэмы (Старик) советует ее автору рассказывать и своему сыну о влиянии космических факторов на природу Земли:

*Так, может быть, расскажешь ты
Ему про солнце, дождь и ветер,
Про вечный лед подземных недр,
Как грома светлая стрела
Разбила ствол, а не сожгла...⁴⁹*

⁴⁵ Русская поэзия «серебряного века». 1890–1917: Антология. М.: Наука, 1993. С. 284 – 285.

⁴⁶ Флоренский П.А. Оро. Лирическая поэма. 1934–1937 гг. Документы, отрывки из переписки с семьей, рисунки. М.: Институт учебника Paideia, 1998. С. 284.

⁴⁷ Флоренский П.А. Оро. Лирическая поэма. С. 119.

⁴⁸ Там же. С. 151.

Поэт Флоренский постоянно подчеркивает взаимосвязь человека с природой, его включенность в мир природы. Герой его поэмы, мальчик Оро (сын Михаил) уже с самого рождения оказался «вросшим в тайгу». Он «с замиранием над собой» готов был слушать:

*Язык вещей, явлений, гор,
Ручьев и рек, дерев, цветов...
Часов природы слушал бой...⁵⁰*

Но он замечал и то, что тайгу стал «осквернять» человек. Всякого рода «бумажки и тряпки», «жестянки и прочий сор» в тайге вызывали у него возмущение.

П.А. Флоренский языком поэзии пытался раскрыть своеобразие того природного мира, в котором он находился. Причем он видел его в целостности и взаимосвязи земного и космического бытия. Для своего внука представлялись и многие живописные работы, раскрывающие восприятие и воспроизведенные им картины природы. В поэме имеют место многочисленные рисунки объектов природы, особенно морских водорослей, обитающих у берегов Соловецких островов. Флоренским было налажено и извлечение из водорослей йода и других химических элементов для профилактики заболевания цингой заключенных. Данная форма его деятельности и служила основанием для определения себя как химика.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод, что П.А. Флоренский причастен к литературно-художественной, религиозно-философской и естественно-научной ветвям русского космизма. Им внесен и определенный вклад в обоснование и развитие этого течения русской мысли. Благодаря этому мыслителю русский космизм предстает как *совокупность взаимосвязанных религиозно-философских, литературно-художественных и естественно-научных представлений о зависимости бытия биосферы Земли, в том числе и человека, от Космоса, разумном отношении людей к своему природному окружению и его сохранению*. Об этом следует говорить и студентам в процессе преподавания им различных гуманитарных дисциплин, и прежде всего философских.

⁴⁹ Там же. С. 104.

⁵⁰ Там же. С. 117.

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

МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНЫХ ПОНЯТИЙ В СОВРЕМЕННОЙ КОСМОЛОГИИ

Раскрывается содержание ряда космологических понятий, в частности пространство-время, кривизна пространства-времени, гравитация, темная энергия, Мультиверс, черная дыра. Авторы исходят из того, что философские и космологические компоненты мировоззрения органически взаимосвязаны между собой. Это обусловлено непреходящим значением концепции приоритета человеческих ценностей, поскольку современное мировоззрение личности в аспекте антропного принципа формируется на основе достижений научного знания посредством выработанной человечеством системы научных понятий, теорий и методов познания и преобразования реальности.

Ключевые слова: мировоззрение, пространство-время, гравитация, темная энергия, черная дыра.

* * *

В современных условиях бурного роста научной информации, перестройки и ускорения темпов глобального обновления научно-технических достижений проблема повышения уровня методологической подготовки специалистов на основе фундаментального научного мировоззрения приобретает все более злободневное значение. Мировоззрение включает в себя взаимосвязанный комплекс идеалов и убеждений, интересов и ценностей, которыми определяются мотивы и линии поведения социальных общностей и отдельного индивида. Мировоззрение не только отражает существенное содержание явлений природного и социального мира, но и является действенным фактором духовно-практического освоения и изменения действительности.

Развитие мировоззренческих представлений о мире выражает теоретические стремления осознать связь между микро-, макро-, мегамирами, что позволяет реализовать программу подлинного синтеза физического знания, в частности единства квантовых и релятивистских представлений. Мы исходим из того, что философские и физические знания являются одной из наиболее важных основ миропонимания. В современной космологии материальный мир находит свое конкретное выражение в форме физических понятий, принципов, законов, являющихся итогом теоретического и экспериментального изучения явлений природы. Философское понимание реальности конкретизируется и проявляется в частнонаучном познании, где оно практически реализуется в системе теоретико-математизированных концепций и определенных эмпирических

результатах. Реальным предметом конкретно-научного познания выступают материальные взаимодействия во всей их сложности и многообразии. К сожалению, полнота и степень осознания взаимодействия в качестве важнейшего предмета исследования, а также само использование принципа взаимодействия не всегда соответствуют достигнутому уровню развития современной науки¹.

Процесс развития понятий происходит как в направлении углубления и уточнения их содержательности, так и в ходе их сепарации и отбрасывания, замены (отрицания) некоторых понятий как потерявших свою ценность. Важной особенностью интегративных процессов в современном познании, характерной для конца XX – начала XXI века, является укрепление и интенсивное развитие взаимосвязи космологии и философии. Мировоззренческий синтез современного научного знания является одновременно и его концептуальным синтезом, конвергенцией философских и космологических смыслов. При этом существенно то, что философские категории, являясь наиболее общими понятиями, обладают регулятивной функцией по отношению к общенаучным и конкретно-научным понятиям. В то же время последние часто оказывают существенное влияние на содержание и характер эволюции философских понятий. Развитие физики, например, привело к существенным изменениям представлений о пространстве и времени, о структурных формах физической материи в микро-, мега- и макромире, об эволюции Вселенной и многом другом. Скажем, развитие представлений о глобально-космической эволюции, начиная с Большого взрыва, несколько сдвинуло в тень философские идеи о вечности материи. В то же время современные метафизические представления о Мультивселенной по-новому постулируют ее вечность.

С точки зрения мировоззренческого содержания самой структуры Вселенной важно охарактеризовать особенности пространственно-временного континуума, выявляемого общей теорией относительности (ОТО). Здесь мы хотим подчеркнуть исходную значимость понятия пространство-время². В самом деле, если в рамках философско-онтологического подхода понятия пространства и времени выражают факт объективно-реального существования пространства и времени как фундаментальных свойств действительности, как атрибутивных свойств бытия, то в физике специфика использования термина «пространство-время» определяется прежде всего необходимостью теоретического выражения свойств взаимосвязи пространственно-временных отношений.

¹ Князев В.Н. Концепция супервзаимодействия в философии физики. М.: МПГУ, 2018. С. 38–44.

² Князев В.Н., Кадеева О.Е. Эпистемологическая природа концепта «пространство-время» // Философия и культура. 2018. № 1. С. 13–21.

Эпистемологически понятие «пространство-время» есть познавательный конструкт, помогающий выразить связь пространственно-временных характеристик как единого континуума.

Сама идея геометризации физики всегда означала для А. Эйнштейна примат физики над геометрией, то есть обусловленность геометрических свойств реального пространства динамикой физических процессов. Он писал: «Согласно общей теории относительности, геометрические свойства пространства не самостоятельны: они обусловлены материей»³. Как известно, большинство физиков считают ОТО той фундаментальной теорией, в формализме которой гравитационное поле описывается искривленным 4-мерным пространством-временем Римана. Характеристикой гравитации в теории Эйнштейна является тензор кривизны. При этом Эйнштейн так разъясняет свою позицию: «Согласно общей теории относительности, метрические свойства пространства-времени причинно не зависят от того, чем это пространство-время наполнено, но определены этим последним. Это придает континууму метрический неэвклидов характер и приводит к проблемам, чуждым классической теории»⁴. Многие из этих проблем снимаются в ходе физической и эпистемологической интерпретации. Нам представляется, что использование геометрии Римана при построении ОТО в конечном счете реализует вполне определенную философскую предпосылку, а именно: физическая материя определяет пространство и время, материальные взаимодействия проявляются в соответствующих свойствах (метрических, топологических, свойствах симметрии) пространства и времени.

Представление о физической реальности поля тяготения, по сути, означает, что гравитация есть вид «физической материи». В таком случае гравитационное поле характеризуется потенциалами и напряжениями поля, так что эти величины, как и другие предполагаемые физические свойства поля (энергетические, существование кванта), не являются в настоящее время непосредственно измеряемыми, наблюдаемыми величинами. Следует признать, что неоднородность напряженности гравитационного поля интерпретируется подчас как кривизна пространства. Однако надо иметь в виду, что «понятие кривизны пространства в значительной мере условно. Оно не означает, что наше трехмерное пространство или четырехмерное пространство-время искривлено в буквальном смысле слова по отношению к объемлющему пространству. Этот термин указывает лишь то, что данное пространство имеет геометрическую структуру, отличную от евклидовой. Кривизна есть

³ Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: Т.1. М.: Наука. 1965. С. 587.

⁴ Эйнштейн А. Собр. науч. тр.: Т.2. М.: Наука. 1965. С. 408.

математическое выражение этого отличия»⁵. Это явно свидетельствует о том, что для Эйнштейна понимание гравитации двойственно: ОТО вскрыла математическую форму описания гравитации в виде кривизны пространства-времени, а в целом для Эйнштейна гравитация есть гравитационное поле как физический феномен. Открытие в сентябре 2015 года гравитационных волн явно подтверждает последнее, ибо еще при создании ОТО Эйнштейн предсказал их возможное существование.

Идеальным источником гравитационного излучения являются известные вспышки сверхновых, когда в доли секунды происходит гравитационный коллапс звездной системы, за которым следует расширение. Во-первых, эти процессы протекают чрезвычайно быстро, а во-вторых, в них участвуют гигантские массы. По современным представлениям, гравитация является всеобщим универсальным способом взаимодействия масс. Поэтому взаимодействие космических объектов всех типов на больших расстояниях определяется главным образом гравитацией. Неожиданные научные открытия, различные философские умозаключения и непредсказуемые технические усовершенствования могут существенно изменить все прогнозы в области изучения пространства-времени. Разумеется, кривизна мирового пространства возникает не сама по себе, а под действием больших масс вещества, распределенных во Вселенной.

Подводя предварительный итог обсуждению природы гравитации и сущности пространства-времени, следует подчеркнуть, что так называемая четырехмерность мира означает только то, что элементом физического исследования являются не пространственные характеристики отдельно и временные отдельно, а их совокупность. При этом, как писал еще Л.И. Мандельштам, «если мы говорим, что теория относительности рассуждает о четырехмерном мире, то ничего другого это не означает. Ничего мистического, ничего метафизического в этой четырехмерности мира теории относительности нет. Никто никогда не требовал, чтобы перестроить все пространственные представления, что если раньше был трехмерный мир, то теперь нужно научиться представлять себе четырехмерный»⁶. Пространство-время не существует объективно-реально, так как это – понятие, в котором отражается связь между пространством и временем, любое научное понятие есть структурный компонент теории, вне и независимо от теории, то есть объективно-реально – не существует. При этом совершенно нельзя сказать, что пространство-время вообще не имеет отношения к реальности. Но оно реально не как пространство и время, а только как отражение в теории

⁵ Чудинов Э.М. Теория относительности и философия. М.: Политиздат, 1974. С. 104–105.

⁶ Мандельштам Л.И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М.: Наука, 1972. С. 246.

общности их черт, признаков. Понятие пространство-время по содержанию беднее понятий пространства и времени, так как оно, характеризуя их со стороны тождества, отражает общие свойства фундаментальных форм бытия, исключая при этом ряд специфических. Конечно, понятие «пространство-время» как фундаментальное понятие играет большую роль в науке. Это научная абстракция, выработка которой является необходимым звеном познания пространства и времени и их взаимосвязи. Однако понятие «пространство-время» не может заменить философских категорий пространства и времени, в которых отражаются как общие свойства, так и особенности всеобщих форм бытия.

С середины XX века космология стала приобретать все возрастающую значимость в вопросе понимания эволюции Вселенной. В начале XXI века вопросами происхождения и эволюции Вселенной занимаются такие ученые, как Б. Грин, Р. Пенроуз, С. Хокинг, Дж. Лидсей, А. Линде, Ю.С. Владимиров, В.А. Рубаков, М.В. Сажин, А.А. Старобинский, А.Д. Чернин, М.Ю. Хлопов и другие. Оказалось, что сегодня в космологии существует ряд проблем, которые невозможно решить, не прибегая к физике элементарных частиц или микрофизике. Решение этих проблем не только затрагивает область самой космологии, но также сказывается и на всем современном понимании реальности и ее законов, то есть отражается на всей физике в целом. Поэтому неудивительно появление тенденции объединения результатов космологии и физики элементарных частиц в новую научную дисциплину – «космомикрофизику»⁷, которая и призвана решить эти проблемы путем объединения космологии и микрофизики. Сами исследования в рамках инфляционной космологии приводят к обсуждению почти фантастических сюжетов, объединяющих космологию и физику элементарных частиц.

Кратко поясним историю становления представлений о единстве мега-, макро- и микромиров. Релятивистская космология появилась из идей ОТО. Ее целью было объяснение эволюции Вселенной. Важной отличительной чертой данного раздела науки является своеобразная специфика познания. Космология – это наука, в которой невозможно поставить прямой эксперимент, невозможно управлять начальными условиями и скоростью течения процессов. Ученые, изучающие звезды, галактики и Метагалактику, могут лишь наблюдать за тем, что происходит. Они не в состоянии реально смоделировать в лабораторных условиях рождение звезды или ее превращение в «черную дыру», но это можно сделать в рамках компьютерного моделирования.

В самом деле, в ходе гигантской космической катастрофы в виде взрыва сверхновой звезды с последующим образованием «черной дыры» значительная часть энергии излучается во внешний мир в виде потока

⁷ Князев В.Н. Космомикрофизика в свете концепции супервзаимодействия // Наука и школа, 2014. №1. С. 37–40.

частиц электромагнитного и гравитационного излучения. Телескопы регистрируют такие катастрофы как вспышки сверхновых и подобные им явления. А само небесное тело в результате изолируется от внешнего мира. Вся связь его с внешним миром, кроме гравитационного фактора, прерывается, так как свет может им только поглощаться, но не излучаться. Оно превращается в черную дыру. Для внешнего мира такой космический объект проявляется лишь своим гравитационным полем. Единственный характеризующий его физический параметр – его масса, гораздо большая, чем масса нашего Солнца. Однако не исключается возможность существования и мини-дыр. Предполагают, что такие мини-дыры могли возникать на самой ранней стадии развития Вселенной и были относительно неустойчивы.

Само понятие «черная дыра» было впервые введено в 1967 году Дж. Уилером. Теорию черных дыр развивали многие ученые, среди которых выделялось творчество С. Хокинга. С точки зрения последнего, сам Большой взрыв сходен с процессами образования черных дыр. Хокинг отмечает: «Сжатие звезды и образование черной дыры во многих отношениях напоминает расширение Вселенной, пущенное вспять... Я по-прежнему верю, что Вселенная имеет начало в реальном времени – Большой Взрыв. Но есть другой вид времени – мнимое время, направленное перпендикулярно к реальному. И во мнимом времени Вселенная не имеет ни начала, ни конца. Это означает, что она могла возникнуть по законам физики»⁸. В своей книге Хокинг обсуждает связь понятия «черная дыра» с понятиями «белая дыра» и «младенец-вселенная».

Следуя идеям Хокинга о взаимосвязи черных дыр и мини-вселенных, Дж. Лидсей развивает концепцию, согласно которой «наша Вселенная-младенец (мини-вселенная. – *В.К. и О.К.*) имела начало в том смысле, что она возникла, когда первоначально сформировалась черная дыра, которая ее породила. Разумно предположить, что наша Вселенная не существовала до черной дыры. С другой стороны, не ясно, имела ли сама глобальная вселенная определенное начало. Если процесс самовоспроизведения не останавливается, как только он начался, возможно, что она существовала всегда. Можно было бы доказать, что глобальная Вселенная всегда существовала в этом самовоспроизводящемся состоянии. В принципе, глобальная Вселенная не может иметь начала»⁹. Глобальная Вселенная (Мультиверс, Мета-Вселенная) в этом контексте рассуждений вообще представляет собой таинственную реальность, ибо все экстраполяции свойств и законов из нашей мини-Вселенной ныне имеют смысл лишь как исключительно метафизические предположения.

⁸ Хокинг С. Черные дыры и молодые вселенные. СПб.: Амфора, 2001. С. 183, 185.

⁹ Лидсей Дж. Э. Рождение Вселенной М.: Изд-во «Весь Мир», 2005. С. 159.

Более парадигмальной является концепция глобально-космической эволюции. Главной отличительной особенностью этого методологического подхода является возможность совмещать в одной исследовательской программе несколько различных теорий. Это, в свою очередь, позволяет строить различные теоретические реконструкции явлений без прямой экспериментальной проверки, а также выдвигать новые гипотезы, что приводит к развитию самой исследовательской программы. Философско-методологические аспекты эволюционно-космологической исследовательской программы изложены В.Е. Пеньковым¹⁰.

Анализируя современную Вселенную и наблюдая явления, которые в ней происходят, можно узнать, соответствуют ли наши теории описания развития Вселенной тому, что мы сейчас наблюдаем. А это возможно, лишь реализуя междисциплинарный подход, так как необходимо охватить всю картину Вселенной в целом. Это приводит к интересным результатам, например к проблеме скрытой массы («темной материи») и темной энергии, которые выявляют, как это ни парадоксально, что мы мало знаем достоверно о большей части Вселенной и силах, которые ею управляют. Кроме этого, существование темной энергии приводит к мысли, что возможно существование и других (кроме известных четырех фундаментальных) видов взаимодействия (*антигравитации*), которые просто не проявляются в нашей области Метагалактики и тем самым для нас являются как бы невидимыми. Введение в научный оборот представления о существовании в природе темной энергии – слабовзаимодействующей физической субстанции, пронизывающей все пространство видимой Вселенной, – явилось сенсацией номер один в физике на рубеже XX–XXI вв. и стало неожиданностью для большинства исследователей, в особенности работающих на стыке физики элементарных частиц и космологии, то есть космомикрoфизики. Действительно, признание факта существования темной энергии качественно изменило ситуацию в физике. Не будет преувеличением сказать, что выяснение физической природы темной энергии – это одна из важнейших центральных проблем современной астрофизики. При этом одним из неожиданных результатов, полученных за последние два десятилетия, стало выяснение того факта, что известные частицы (протоны, нейтроны, ядра, электроны, фотоны и нейтрино) обеспечивают всего около 5% полной энергии в современной Вселенной. Большая часть энергии связана с темной материей (20–25%) и темной энергией (70–75%)¹¹. Эти формы физической реальности существенно различаются по

¹⁰ Пеньков В.Е. Научно-исследовательская программа эволюционизма в современной философии науки. Монография. Белгород: Изд-во ПОЛИТЕРРА, 2012. 221 с.

¹¹ Гинзбург И.Ф. Нерешенные проблемы фундаментальной физики // УФН. 2009. Т. 179. № 5. С. 528.

своему поведению в расширяющейся Вселенной и имеют различные возможные интерпретации с точки зрения современной физики.

Природа темной энергии отлична от вещественной, поскольку в ней не присутствуют частицы вещества. Это не должно нас удивлять, ведь давно изучаемая субстанция, названная физическим вакуумом, также проявляет признаки невещественной природы, что позволяет говорить о том, что в нашем мире существует как минимум три формы физической материи: вещество, физические поля и физический (космический) вакуум как наиболее тонкая форма субстанции. «Наблюдаемые сегодня свойства темной энергии позволяют предполагать, что эта субстанция относится к той же форме материи, что и физический вакуум. Допустимы и обобщающие предположения, что темная энергия является составной частью физического вакуума и она неразрывно связана с присущими вакууму антигравитационными свойствами, иначе говоря, с силами гравитационного отталкивания»¹².

В отличие от темной материи, темная энергия равномерно «разлита» во Вселенной. Она обладает необыкновенными свойствами. Наблюдения свидетельствуют: Вселенная сегодня расширяется с ускорением. Возможно, это и есть энергия космического вакуума. Гравитационные свойства темной энергии сильно отличаются от свойств других форм энергии. Темная энергия не собирается в сгустки, она равномерно рассредоточена во Вселенной. Плотность темной энергии очень слабо изменяется или вообще не изменяется со временем. Наличие темной энергии приводит к ускоренному расширению Вселенной, так что можно условно сказать, что темная энергия выполняет функцию антигравитации. В рамках общей теории относительности это возможно, если данная субстанция имеет, помимо положительной энергии, отрицательное давление. Действительно, если плотность энергии постоянна или почти постоянна во времени, то при расширении Вселенной энергия (в сопутствующем объеме) растет как объем, так что давление должно быть отрицательным и равным или почти равным по абсолютной величине плотности энергии¹³.

Главный итог космологических исследований последних лет таков: существование темной энергии и создаваемое ею антияготение надежно и теперь уже окончательно доказано. «Согласно теории элементарных частиц, вакуум – это основное, то есть энергетически наименьшее, квантовое состояние поля или системы полей. Следовательно, вакуум есть проявление физического (материального) поля, и в отсутствие последнего нет и первого. Если во время сингулярности вся материя Вселенной была

¹² Ровинский Р.Е. Мировоззренческие проблемы физической науки, наследуемые XXI веком // Вопросы философии. 2008. № 3. С. 130.

¹³ Троицкий С.В. Нерешенные проблемы физики элементарных частиц // УФН. 2012. Т.182. № 1. С. 90.

сконцентрирована в одной точке, то и все поля, а с ними и вакуум должны были быть «сжаты» до точки»¹⁴.

Современные открытия привели к решительной смене физической картины мира, к совершенно новому пониманию того, что представляет собой современная нам Вселенная. Как оказалось, в ней господствует космический вакуум с его антигравитацией, которая заставляет галактики с ускорением разбегаться друг от друга. Но ни галактики, ни их собственная антигравитация, ни даже само время не способны воздействовать на нынешний космический вакуум – он абсолютно неподвижен, неизменен и вечен. Таковы главные аспекты современных когнитивных представлений о темной энергии с позиций философской онтологии.

Подводя итог, следует отметить, что мировоззренческий смысл многих понятий современной космологии принципиально сближается с метафизическими воззрениями на реальность. Многие модели современной космологии создают образ возможных миров. Эти особенности интеграции космологического знания с философской онтологией нельзя не учитывать при анализе их мировоззренческого содержания и значимости в современной культуре.

¹⁴ Гивишвили Г.В. Темная энергия и «сверхсильный» антропный принцип // Вопросы философии. 2008. № 5. С. 75.

Н.Н. Мальцева
(Белгород)

ДЕДУКТИВНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ АСТРОНОМИИ

Исследуются возможности дедуктивного подхода к изучению астрономии как в школьном, так и в вузовском курсах. Автор исходит из того, что для более глубокого понимания материала необходимо его преподавать, исходя из общих представлений о мироздании, а затем последовательно рассматривать иерархическое усложнение космических структур. Это обусловлено тем, что в последние годы в космологии произошел ряд открытий, которые заставляют взглянуть по-новому на происхождение и эволюцию Вселенной, пересмотреть методологические и методические подходы к изучению астрономического знания.

Ключевые слова: мироззрение, астрономия, дедукция, обучение, методика преподавания.

* * *

В июне 2017 года подписан приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 506 «О внесении изменений в федеральный компонент государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования, утвержденный приказом Министерства образования Российской Федерации от 5 марта 2004 г. № 1089». Данный приказ вносит изменения в часть II федерального компонента «Среднее (полное) общее образование» по вопросу возвращения в обязательную часть учебного плана предмета «Астрономия». Это, в свою очередь, потребовало изменения рабочих программ высшего образования и необходимости ввести в вузовские дисциплины курс «Методика преподавания астрономии».

Как показывает анализ современной астрономической науки, за последние годы – за то время, пока в школах эта дисциплина не преподавалась – произошло много научных открытий, которые заставляют пересмотреть подходы и методы исследования Вселенной. Достаточно отметить тот факт, что из 19-и Нобелевских премий 6, то есть почти треть премий XXI века, присуждены за открытия в области космологии. В последние годы появилось достаточно много методологической литературы, которая дает возможность по-новому взглянуть на проблему происхождения Вселенной и место человека в ней. Здесь особо можно выделить исследования В.Н. Князева¹ и В.Е. Пенькова². Если первый из

¹ Князев В.Н. Концепция супервзаимодействия в философии физики. М.: МПГУ, 2018. 194 с; Князев В.Н. Космомикрофизика в свете концепции супервзаимодействия // Наука и школа. 2014. № 1. С.37–40; Князев В.Н., Пеньков В.Е. Философские смыслы моделей мироздания в современной космологии // Наука и школа. 2014. № 5. С. 209–214.

указанных авторов делает упор на целостность астрономического и физического знания, то второй – на космологические проблемы современности. Серьезным изменениям подверглись подходы к происхождению Вселенной из ничего в результате «Большого взрыва». Изменилось представление о самой Вселенной – она рассматривается как часть Универсума, доступная эмпирическому наблюдению и теоретическому анализу, более четко очерчиваются границы современной науки. Причем, что особенно важно, это связано не с принципиальной непознаваемостью мира, а с ограниченными возможностями эмпирических наблюдений, которые постоянно расширяются.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что обновленные учебники не претерпели больших изменений и в их содержании не отражены ни новые астрономические открытия, ни новые методологические подходы, которые могли бы значительно расширить кругозор старшеклассников и способствовать формированию научного стиля мышления, что в современную эпоху особенно важно. В преподавании астрономии парадокс заключается в том, что в настоящее время наблюдается поворот в сторону теоретического изучения Вселенной, а преподавание в школе ведется с упором на эмпирические знания.

Рассмотрим построение школьного курса астрономии по учебнику Б.А. Воронцова-Вельяминова и Е.К. Страута 2018 года издания в свете методических подходов к его преподаванию. Темы излагаются в следующем порядке: практические основы астрономии, строение Солнечной системы, природа тел Солнечной системы, солнце и звезды, строение и эволюция Вселенной. Здесь наблюдается индуктивный подход к изложению материала – от частного к общему. Причем отсутствует некая «красная нить» изложения, нет генеральной линии, вокруг которой астрономический материал излагался бы как целостная система, где одно логическим образом вытекало бы из другого. И во время изучения последней темы представления о происхождении Вселенной, которые несут важную мировоззренческую нагрузку, воспринимаются как некая абстракция, оторванная от предыдущего материала. Также стоит учесть, что в конце учебного года основная доминанта восприятия направлена на подготовку к единому государственному экзамену, а остальной материал проходит по периферии сознания. В результате, тот материал, который можно эффективно использовать и для формирования научного

² Пеньков В.Е. Философские проблемы генезиса, структуры и содержания современной космологии. СПб.: Лань, 2018. 192 с; Пеньков В.Е. Формирование научного стиля мышления школьников в процессе преподавания астрономии // Современные проблемы науки и образования. М.: Издательский дом Академии естествознания, 2020. Т. XVIII. С. 51; Пеньков В.Е. Герменевтика космологического знания: история и современность // Научный результат. Социальные и гуманитарные исследования. 2019. Т. 5, № 1. С. 72–79.

мировоззрения и понимания процессов, происходящих во Вселенной, оказывается невостребованным.

К тому же, как отмечает О.М. Поколенко, «индукция используется в процессе преподавания при получении эмпирических знаний, а дедукция – при получении теоретических знаний. И индукция, и дедукция в преподавании физики взаимосвязаны»³. А выше уже отмечалось, что в последние годы в астрономии очень активно развивалась теоретическая и методологическая составляющие. При индуктивном подходе к изложению астрономического материала указанные аспекты астрономического знания уходят в тень и не откладываются в сознании учащихся. К.Н. Лебедев поэтому по поводу говорит следующее: «Индукция, представленная в современном методе, – обобщение нескольких одинаковых частных зависимостей. Необходимость проверки изучаемой зависимости на нескольких случаях перед ее генерализацией объясняется отсутствием требования учета всех ее существенных причин. Понятно, что в этих условиях даже многократное повторение не может обеспечить «убедительность» полученного вывода. Научная же индукция есть генерализация одного случая, но основанная на полном учете всех его существенных обстоятельств, что и позволяет получить «строгий» вывод в ходе изучения одного случая»⁴. Для изучения Вселенной это наиболее актуально, поскольку она существует в единственном «экземпляре», что делает невозможным ни проверку в нескольких случаях, ни полный учет всех его существенных обстоятельств.

Таким образом, существует проблема изучения астрономии в школе, и решить ее можно путем перестройки учебного материала как школьного учебника, так и методики преподавания астрономии в вузовском курсе. Решение первой проблемы требует определенного времени, в то время как вторая может быть решена достаточно эффективно путем введения в дисциплину «Методика преподавания астрономии» определенных акцентов, что позволит будущим учителям вводить их в изложение астрономического материала в школе.

Наука призвана объективно отражать окружающий мир. Она выявляет закономерности на определенном эмпирическом материале и дает возможность теоретически описывать возможные события, недоступные прямому наблюдению. У школьников, да и у студентов, достаточно часто складывается такое мнение, что наука должна четко и

³ Поколенко О.М. Индукция и дедукция при изучении физики // Теория и методика обучения математике, физике, информатике. Криворожский национальный университет (Кривой Рог). Т. 3. № 2 (8). 2003. С. 268.

⁴ Лебедев К.Н. XXI в.: возвращение в методологию исследования научных методов индукции и дедукции // Проблемы, противоречия и перспективы развития России в современном мире. Экономико-правовые аспекты: сб. ст. Междунар. науч.-практич. конф. Краснодар, 2014. С. 134.

ясно описывать все события и явления. Тем не менее, как отмечает В.М. Гуминенко, «никакое научное знание не может объяснить всего. Оно может лишь предположить причины того или иного явления в той или иной степени вероятности»⁵. При изучении астрономии это особенно актуально. И именно при изучении этой дисциплины имеется возможность это наглядно продемонстрировать студентам и вместе с тем дать им представление о методологии построения науки как целостной системы, поскольку любой раздел науки изучает ту или иную часть Вселенной и должны существовать некие принципы, которые управляют всем мирозданием и проявляются на любом структурном уровне организации материи. «Начиная с момента Большого взрыва Вселенная проходит несколько стадий в своем развитии, характеризующихся преобладанием определенных космологических структур, причем последующее космообразование связано с их еще большим усложнением и явно выраженной в конечном счете иерархией»⁶. Если процесс обучения построить не на накоплении эмпирических данных, как это сделано в современных учебниках, а именно на усложнении иерархии Вселенной, мы получим возможность представить происхождение различных иерархических уровней на основе дедуктивного подхода.

При таком изложении первый вопрос, который необходимо рассмотреть: что представляет собой Вселенная как предмет научного исследования и как современная наука объясняет ее появление.

В учебнике Б.А. Воронцова-Вельяминова и Е.К. Страута данному вопросу посвящен всего один абзац: «Взаимное удаление галактик означает, что в прошлом они были гораздо ближе друг к другу, чем теперь. В еще более раннюю эпоху плотность вещества была так велика, что во Вселенной не могло существовать ни галактик, ни звезд и никаких других наблюдаемых ныне объектов. Расчеты прошлого, проведенные на основе космологических моделей Фридмана, показывают, что в момент начала расширения Вселенной ее вещество должно иметь огромную (бесконечно большую) плотность»⁷. А инфляционная модель А.Д. Линде, разработанная еще в 80-х годах XX века, вообще не рассматривается.

Здесь возникает огромное количество вопросов, которые в традиционном изложении не находят своего ответа. А причина в том, что данная проблема находится на границе между научным и ненаучным знанием. В науке достаточно часто при отсутствии прямых эмпирических

⁵ Гуминенко В.М. Критерии научности и ненаучности знаний (утонченный фальсификационизм Имре Лакатоса). [Электр. ресурс}. URL: <http://dugward.ru/publ/s20.html> (дата обращения 19.06.2020).

⁶ Князев В.Н., Щетинина О.А. Философские аспекты астросинергетики // Гуманитарные науки и образование. 2012. № 3. С. 70.

⁷ Воронцов-Вельяминов Б.А., Страут Е.К. Астрономия. 11 класс. 5-е изд., пересмотр. М., 2018. С. 202.

наблюдений используется метод построения различных сценариев тех или иных процессов, которые имели место, но не могут быть объяснены однозначно. В этом случае критерием научности является совместимость данных сценариев с известными законами и принципами.

Для учащихся это можно продемонстрировать в модели шара Паскаля: внутри шара – знания, а окружность – касание с неведомым. С помощью наглядного образа мы можем понять, почему наука не дает ответа на все вопросы. И особо важно подчеркнуть, что это не ее недостаток, а объективная ситуация, связанная с отсутствием эмпирического материала. Здесь же уместно привести известную фразу: «Модель Большого взрыва (модель Фридмана) ничего не может сказать о самом Большом взрыве», – и выйти на методологические аспекты современной науки, которая имеет дело не с объективной реальностью, а с моделями этой реальности, которые имеют границы применимости.

Для более глубокого осознания учащимися данного тезиса можно провести следующую аналогию. Построим изобару для данной массы газа в осях координат (V, T) (рис. 1). Если устремить температуру к нулю, мы получим бесконечно малый объем, что для данной массы газа означает бесконечно большую плотность, что физически невозможно. Именно поэтому часть графика, соответствующая низким температурам, рисуется штриховой линией. Это очевидно и понятно, старшеклассники уже знакомы с этим материалом и понимают, что при конденсации газа происходит выход за границы применимости закона Гей-Люссака.

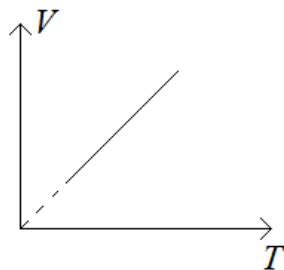


Рис.1

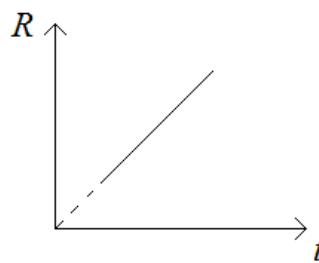


Рис 2.

А теперь построим график зависимости радиуса Вселенной от времени в осях координат (R, t) (рис. 2). Для иллюстрации можно принять упрощенную модель равномерного расширения Вселенной. Если учесть изменение скорости расширения, прямая превратится в кривую, но суть дела от этого не изменится. Логика подсказывает, что здесь также необходимо рисовать штриховую линию, то есть при малом радиусе (объеме) имеет место выход за границы применимости модели Фридмана. Более того, можно это обосновать на основе предыдущих знаний.

Из физики 9 класса учащимся известно, что все тела в поле тяжести падают с одинаковым ускорением. Это является следствием эквивалентности инертной и гравитационной масс или эквивалентности ускорения и гравитации. Именно на этом основана модель «Большого

взрыва». И вот здесь можно задать учащимся вопрос: при каких условиях нельзя различить ускоренно движущуюся в свободном пространстве систему отсчета от покоящейся системы отсчета в поле тяжести? Это верно только при условии, что линии напряженности гравитационного поля параллельны друг другу, то есть гравитационное поле однородно. А теперь представьте себе тело маленького радиуса огромной массы – поле даже на маленьких расстояниях будет сферическое, и о параллельности линий напряженности не может быть и речи. Отсюда следует, что для описания начального состояния модель расширения не работает, и описывать эволюцию Вселенной с момента времени $t = 0$ невозможно, так же как нельзя описывать идеальный газ при низкой температуре.

При таком методическом подходе решается сразу несколько сложных вопросов, которые возникают у школьников, если давать им просто результаты теоретических расчетов без их методологического основания.

Во-первых, очерчиваются объективные границы научных знаний, но с появлением новых научных данных эти границы постоянно расширяются. Понимание этого факта очень важно для формирования научного стиля мышления.

Во-вторых, становится понятным, что термин «Большой взрыв» – всего лишь метафора для обозначения процесса, который на данный момент невозможно описать на строго научной основе.

В-третьих, учащимся можно наглядно показать, что модель расширяющейся Вселенной достаточно верно описывает события начиная с некоторого момента, когда пунктирная линия переходит в сплошную (рис. 2). И особо важно подчеркнуть, что наблюдательные данные мы имеем только из этой «сплошной» области, а все остальное – это теоретические реконструкции, которые, так или иначе, носят гипотетический характер.

Далее можно перейти к вопросам формирования галактик, звезд, планет под действием гравитации, а потом на конкретные космические объекты – планетные системы, звезды, отдельные планеты Солнечной системы. И завершить курс можно темой «Практические основы астрономии» – это то, что мы непосредственно наблюдаем. При таком подходе мы сможем построить изложение материала дедуктивным методом, на основе теоретических моделей, описывающих эволюцию Вселенной.

Такое изложение более целесообразно построить в вузовском курсе астрономии для педагогических специальностей, а также для дисциплины «Методика преподавания астрономии». В средней школе можно совместить оба подхода: и индуктивный, и дедуктивный, – что «обеспечит

наиболее полноценные знания и умения»⁸. На первом уроке астрономии необходимо прочитать лекцию о происхождении и эволюции Вселенной с акцентированием внимания учащихся на обозначенных выше проблемах, а затем уже использовать индуктивный подход, что будет способствовать формированию целостного взгляда на окружающий мир, далее рассказать о месте человека в этом мире. О необходимости формирования такого мировидения подчеркивается в работах И.Э. Соколовской и И.В. Волочкова⁹.

Итак, анализ современного состояния астрономической науки дает право говорить о том, что данная научная дисциплина совершила за последние десятилетия теоретический и методологический поворот. Для того, чтобы наиболее полно изложить новые открытия в этой области в учебном материале старшей школы и вуза, необходимо использовать дедуктивный подход в изложении материала, что позволит более адекватно представить современные достижения этой науки для школьников и студентов, сформировать целостное представление о мире, избавиться от вопросов, связанных с происхождением Вселенной, показать методологию научного исследования, более глубоко проиллюстрировать единство мира на основе межпредметных связей.

⁸ Лубенко В.В., Алаторцева В.Н. Индукция и дедукция в педагогической системе // Наука, техника, образование. 2014. № 6. С. 81.

⁹ Соколовская И.Э., Волочков И.В. Когнитивно-телесная терапия подсознания // Психология. Историко-критические обзоры. 2019. Т.8. № 5-1. С.155-162; Соколовская И.Э., Волочков И.В. Психотехнология познания себя и современного мира – системный гедонизм // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Познание. 2019. № 12 (99). С.91–95.

Н.В. Михайлова
(Минск)

ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИКИ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАГМАТИЗМ ФИЛОСОФИИ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье обосновывается тезис о необходимости нового проблемно-ориентированного подхода в обосновании современной математики на основе раскрытия продуктивности основных направлений обоснования и экспликации недостаточности методологических предпосылок программ формализма и интуиционизма в приращении математического знания. Опираясь для целостного обоснования познавательных теорий математики на синтез различных аспектов математической реальности, автор отмечает его продуктивность в проблемном обучении математике, обращая внимание на методологический прагматизм обоснования теорий современной математики, который должен отражаться и в философии университетского образования.

* * *

Философский подход к математическому образованию обусловлен как процессами дифференциации математического знания в условиях роста знания, так и процессами дифференциации самой философии, хотя философия не является кумулятивной дисциплиной. Философия математического образования как особая сфера философского знания, использующая общефилософские подходы и идеи проблемного обучения для анализа математического образования, возникла сравнительно недавно. Поэтому в философии все еще «пренебрежительно» относятся к исследованиям по проблемному обучению математике, связанному с практическими нуждами математического образования. Как отмечают О.Е. Баксанский и Е.Н. Кучер, «проблема состоит не в том, что образовательный опыт не относится к предмету философского исследования – это не вызывает сомнения, а в том, что в отношении к философскому анализу обучения философия зачастую исчезает»¹. Такого рода ориентация объясняет, почему работы философов образования в значительно большей степени публикуются не в философских журналах, а в профессионально ориентированных изданиях.

Под философией образования, определяющей ее проблемное поле исследований, понимается философско-методологическая рефлексия сферы образования, которая, в частности, критически анализирует методологию педагогического знания. Именно на это будет обращено основное внимание в контексте проблемно-ориентированного обоснования математики в предлагаемом философском исследовании. Следует

¹ Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Проблемное поле философии образования // Преподаватель XXI век. 2010. Т. 1, № 2. С. 107.

отметить, что исследование методологических аспектов обоснования математики столкнулось с принципиальными философскими трудностями. В такой ситуации обоснованием математики можно считать любую деятельность, направленную на объяснение оснований таких свойств математического познания, как достоверность, строгость и полнота. Важность такой работы становится понятной, если учесть изменившийся характер взаимоотношений между формированием математической теории и ее практической проверкой. Однако философия математики не справляется с увеличивающимся потоком математических знаний, ее центральной проблемой остается обоснование классического и современного математического знания.

Актуальной проблемой философии математики остается задача обоснования активно развивающейся в разных направлениях современной математики. Усилиями математиков и философов математики это привело к формированию определенного плюрализма мнений по проблеме обоснования. Несмотря на то что в онтологическом и гносеологическом контекстах пока нет единой системы допущений существующих программ обоснования математики, математика успешно развивается, что должно также отражаться на математическом образовании. Важнейшей целью философии университетского образования является аргументация необходимости использования новых концептуальных подходов к аргументации и обоснованию математики в контексте проблемно-ориентированного математического образования². Сущность понимания системной составляющей в интерпретации методологии обоснования математики и создания ее целостного образа состоит в определении взаимосвязей направлений развития, оказывающих методологическое влияние на формирование ее интегральных свойств.

Особенностью математических систем, отличающей их от математических структур, является то, что система никогда не может быть описана полностью, а всякая новая попытка описать систему на некотором логико-математическом языке охватывает лишь некоторые аспекты системы. Хотя для философии математического образования характерна неоднозначность ответов, что вполне типично для философии, ее выводы не должны рассматриваться в проблемном обучении математике как противоречивые или вторичные по отношению к самому математическому знанию. Методологический подход акцентирует внимание на развитии практической деятельности в конструктивном аспекте и условиях дальнейшего развития математики, но и в философии математического образования тоже подчеркивается роль методологической составляющей философского анализа университетского образования.

² Михайлова Н.В. Проблемно ориентированное обоснование в философии математического образования // Философия образования. 2018. № 75. Вып. 2. С. 124–129.

Известно, что теория проблемного обучения математике развивалась применительно к практике общего среднего образования, но очевидно, что методологическая составляющая проблемно-ориентированного обучения математике в высшей школе имеет свою специфику, связанную со становлением, развитием и обоснованием математического знания. В традиционной методике изучение отдельных разделов математики принято заканчивать там, где с точки зрения методологии проблемного обучения высшей математике начинается важный этап систематизации математических знаний, чтобы непосредственно применить их для решения прикладных задач или более сложных исследовательских задач, в которых особого внимания заслуживает как направление обоснования самого математического знания, так и обоснование выбора метода исследования задачи, создающей проблемную ситуацию. Как авторитетно утверждает О.В. Зимина, «проблемная ситуация создается путем формулирования теоретических утверждений в виде задач, для решения которых необходима трансформация имеющихся знаний и умений, освоение новых областей их приложений»³. С этим нельзя не согласиться.

Необходимость системной методологии обоснования математики в контексте целого обусловлена: во-первых, утратой целостности структуры обоснования; во-вторых, появлением новых форм математической деятельности; в-третьих, экспликацией единства математического знания. Кроме того, исследование системной целостности концепции обоснования математики предполагает решение двух взаимосвязанных задач. Одна из них связана со структуризацией направлений обоснования математики в соответствии с принципом целостности, а другая – с адекватным отображением на предметно-содержательном уровне целостных характеристик развития математического знания, что, безусловно, должно отражаться и на проблемно-ориентированных задачах математического образования. Сущность проблемно-ориентированного обоснования математики заключается в создании условий, при которых, опираясь на приобретенные знания, студенты не только осмысливают проблему, но и обосновывают разные варианты ее решения.

Одним из важнейших методологических оснований учебных разделов математики является формирование такой интуиции, с помощью которой можно постигать неявные когнитивные свойства математических объектов. Философская либерализация обоснованности математики эксплицируется в контексте проблемно-ориентированного подхода к философии математики с помощью признания определяющей концепции понятия задачи, которая характеризуется тем, что функционирование и развитие этой системы направлений обоснования происходит в результате взаимодействия системы компонентов, а не простой совокупности

³ Зимина О.В. Проблемное обучение высшей математике в технических вузах // Математика в высшем образовании. 2006. № 4. С. 69.

конкурирующих направлений обоснования, поскольку в системной методологии целое не сводится к ее частям. Если рассуждать о системной целостности обоснования математики как идеальном объекте, то ее своеобразие заключается в отказе от полноты, в том смысле, что стремление к абсолютной полноте – это несбыточная стратегия активного философско-методологического поиска в прежней обосновательной парадигме математики.

Методологический прагматизм в обосновании современной математики проявляется не только в признании необходимости разработки новых концептуальных подходов к обоснованию, но и во «вторичной концептуализации» работающих направлений обоснования, например, выявлении сильных сторон направлений формализма и интуиционизма. Методологический прагматизм направлений развития теорий математики имеет специфическую и практико-ориентированную природу, что приводит к философскому переосмыслению таких методологически важных в философии математики понятий, как «объективность», «истинность» и «рациональность», находя в них практически вполне допустимые в гносеологии компромиссные решения⁴. Основная идея методологического прагматизма обоснования математики находит свое выражение в критике идеи абсолютного обоснования и прагматической аргументации, состоящей в том, что используемые направления обоснования считаются продуктивными, если они соответствуют эпистемологически оправданному и математически обоснованному критерию.

Кроме того, эффективность проблемно-ориентированного обучения математике, направленного на решение математических задач, зависит как от системной классификации этих задач, так и от выбора методов их решения, который существенно зависит от понимания системной целостности проблемы обоснования математики. Однако, с точки зрения существующей математической практики и проблемно-ориентированного обучения, ни направление формализма, ни направление интуиционизма не являются подлинно репрезентативными для обоснования математики. Так как логическое обоснование, в силу известных гёделевских результатов, не достигает желаемых результатов для многих математических теорий, то вера математиков в их непротиворечивость основывается на практическом отсутствии реальных противоречий в разных современных математических теориях. Но как тогда можно интерпретировать эффективность проблемно-ориентированного обучения математике по отношению к новой концепции обоснования современной математики?

⁴ Михайлова Н.В. Методологический прагматизм проблемно ориентированного обучения математике // Математические структуры и моделирование. 2018. № 1. С. 30–36.

Во-первых, не следует преувеличивать степень непостижимости внутренней логики развития и обоснования математики. Во-вторых, само обоснование математики является эффективным, если оно востребовано для широкого круга математических теорий. Эффективность математики в контексте системной методологии как метода анализа, объяснения и систематизации процессов реального мира несомненна, что подтверждается реальным многовековым опытом. Методология математики характеризуется переходом от одних истинных суждений к другим истинным утверждениям, поэтому логическая непротиворечивость является необходимым условием ее эффективности. Философские интерпретации могут быть полезны, но вся история математики наглядно показывает, что в результате развития математических теорий самоорганизуется с помощью контрпримеров практический и эффективный механизм очистки сложных математических доказательств от некорректных утверждений, обусловленный системным подходом к ее обосновательным процедурам.

Такой философский подход к проблеме обоснования математики представляется наиболее целесообразным в связи с накоплением фактического материала о реальных направлениях развития математики, когда их обоснование усложняется, а их систематизация в философии математического образования становится методологической проблемой. Так, известный математик Ю.В. Матиясевиц, решивший 10-ю проблему Гильберта о разрешимости диофантова уравнения, выступает как явный сторонник полностью формализованных доказательств, которые могут проверить компьютеры, поскольку «формальные доказательства нужны для нашей большей убежденности в правильности»⁵. В философии университетского математического образования необходимо учитывать то, что не каждое «серьезное» математическое доказательство может быть полностью логически формализовано таким образом, чтобы это было понятно студентам, изучающим курс высшей математики, например, в техническом университете.

Однако формальные рассуждения дополняются интуитивно убедительными, по-своему содержательными характеристиками, делая математическое знание надежным, отличающим его от других видов образовательной деятельности. Каждое направление обоснования приобретает значение системной целостности, и в этом заключается суть проблемного обучения высшей математике. При этом устойчивость проблемно-ориентированного обоснования математики обеспечивается еще и тем, что если есть реальное взаимодействие противоположностей, то они не достигают антагонизма, поскольку элементы системного синтеза не исключают друг друга, а характеризуют целостность в рамках новой

⁵ Матиясевиц Ю.В. Математическое доказательство: вчера, сегодня, завтра // Компьютерные инструменты в образовании. 2012. № 6. С. 24.

концепции обоснования современной математики. Любая системная интеграция разных по содержанию и сложности математических дисциплин, использующих гносеологические предпосылки формализма, интуиционизма и платонизма для выявления универсальной системы «онтодидактических» основ, не свободна от критики.

Во-первых, критика сугубо формалистского взгляда на общее обучение математике основана на несоответствии генезису математических теорий, когда математические факты принимаются не из-за их непротиворечия уже известным фактам. Во-вторых, критика интуиционизма в преподавании сконцентрирована вокруг того, что доказательство обязано еще давать соответствующее построение, которое содержит неявно-интуитивные элементы. В-третьих, критика платонистского взгляда на всю математику в образовании связана с тем, что он может морально оправдывать студентов, которые уверены в невозможности для них понять курсы математики. В теоретической и практической математической деятельности, в том числе и в процессе математического образования, приходится анализировать различные функциональные зависимости, поэтому математический анализ, изучающий такого рода зависимости, представляет сейчас наиболее важный раздел современной математики. Несмотря на использование различных способов обоснования анализа, они не являлись удовлетворительными объяснениями до тех пор, пока не появились методы, основанные на понятии предельного перехода, не содержащего логических пробелов⁶. Кроме того, с помощью понятия предела получили объяснение такие важнейшие понятия математического анализа, как производная, интеграл, непрерывность функции, сумма ряда и другие.

Расхождение между интуиционизмом, или одним из его направлений – конструктивизмом, и платонизмом, или реализмом, в общей оценке онтологического статуса объектов математики сосредоточено на том, что платонизм признает существование объектов независимо от мышления человека, а конструктивизм требует предъявления этих абстрактных объектов независимо от онтологических предпосылок. В математическом анализе устоявшиеся понятия непрерывной функции и дифференцируемой функции имеют общность, которая распространяется за интуитивные представления о них. Однако с помощью канторова множества можно, например, построить даже такую непрерывную монотонную функцию, производная которой почти всюду равна нулю, а источником столь интуитивно непонятного примера является канторово множество.

Заметим, что уже при становлении теорий математического анализа стало проявляться внутренне присущее ему специфическое противоречие

⁶ Михайлова Н.В. Проблемно ориентированное обоснование современного математического анализа // Математические структуры и моделирование. 2017. № 4. С. 53–59.

между способностью получать конкретные практически важные результаты и философскими трудностями объяснения или обоснования его новых понятий и применяемых методов. Отметим также, что математический анализ практически реально опирается на теорию действительных чисел, изучение которых привело математику к рассмотрению бесконечных множеств. На наш взгляд, ни один подход к обоснованию математики не абсолютен, каждый справедлив только локально, при некоторых допущениях проблемного подхода. Но, в отличие от общей популярной утопической идеи «абсолютной обоснованности», в самой философии математического образования фиксируется определенный уровень обоснованности, который отвечает еще и разным запросам ее развития.

В таком контексте философия математического образования является ориентиром для реорганизации системы математического образования. И как подчеркивает Е.А. Лодатко, «восхождение на философские позиции при рассмотрении концептуальных вопросов математической деятельности и обучения математике фактически означает формирование философии обучения математике как одной из ключевых смысловых составляющих образовательного пространства»⁷. Заслуживает внимания позиция, которая рассматривает предмет философии математического образования как синтез общих философских и частных математических подходов к изучению математического образования в системной целостности развития отношений. Однако философско-методологическая аргументация синтеза направлений обоснования математики как открытой системы всегда будет проблематичной, если не показано, каковы наиболее существенные признаки направлений обоснования математики, ориентируясь на которые можно конструировать систему математического образования.

Проблемно-ориентированный подход обоснования направлений современной математики, даже на примере классических абстрактных объектов математического анализа и функционального анализа, фиксирует также, каков должен быть содержательный уровень математических теорий, который по-философски практически характеризуется некоторой системной целостностью. В современной математике широко используется синтез разных подходов к анализу, пониманию и решению новых проблемно-ориентированных задач, который можно рассматривать также как методологический прагматизм исследователя. Конкретный математический пример проблемно-ориентированного синтеза разных направлений и разделов математики, таких как теория чисел, математический анализ и дифференциальные уравнения, демонстрирует

⁷ Лодатко Е.А. Философия обучения математике как смысловая составляющая современного образовательного пространства // Вектор науки ТГУ. Сер.: Педагогика, психология. 2015. № 1. С. 109.

алгебра обобщенных функций Коломбо. Системность обосновательных процедур, по сути, означает, что они представляют связное целое, в котором целостность концепции обоснования, например теорий математического анализа, вытекает из философского единства и качественного многообразия современной математики.

В.В. Мороз
(Курск)

ФИЛОСОФСКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ П.А. ФЛОРЕНСКОГО В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМЫ ОБОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ

В статье раскрываются концепции взаимосвязи философии и математики, сложившиеся в направлениях, сформировавшихся в результате третьего кризиса математических основ. Показывается, что кардинальное различие философско-математического синтеза П.А. Флоренского и рассматриваемых программ заключается в целевых установках. Так, главной задачей логицизма, формализма, интуиционизма является обоснование математического знания, и для ее решения представители указанных направлений вынуждены обращаться к философии. А философско-математический синтез нацелен на раскрытие вопросов философского характера и способствует формированию цельного мировоззрения.

* * *

В отечественной и зарубежной научной литературе представлены разные точки зрения на современный кризис оснований математики. Например, согласно позиции Никола Бурбаки, известной группы французских математиков, кризиса вообще не существует. По их мнению, не стоит волноваться по поводу противоречий – они возникали в прошлом, и их всегда удавалось разрешить: «Вот уже двадцать пять веков математики имеют обыкновение исправлять свои ошибки и видеть в этом обогащение, а не обеднение своей науки. Это дает им право смотреть в будущее спокойно»¹. Однако большинство исследователей оценивают современное состояние математики как кризисное и ищут пути выхода из сложившейся ситуации.

Кризис в основаниях математики – это ситуация, когда ставятся такие задачи, которые не могут быть решены средствами и методами, считавшимися законными на данном этапе развития математики. Невозможность решения этих задач обнаруживается в форме парадоксов.

Двадцатое столетие – не единственный период, в течение которого математика испытывала кризис основ. Впервые это произошло в V веке до н. э. в результате открытия несоизмеримости диагонали квадрата и его стороны. Парадокс заключался в следующем: оказалось, что не существует такого числа (имеется в виду рационального), которым можно было бы охарактеризовать отношение диагонали квадрата и его стороны. То есть рациональные числа не заполняют всю числовую ось и

¹Бурбаки Н. Элементы математики. Ч. 1. Основные структуры анализа. Кн.1. Теория множеств. Гл. 1-4. М., 1965. С.30.

существуют такие отрезки, длина которых не может быть выражена никаким рациональным числом. Возникает арифметико-геометрический конфликт, логическая сторона которого выражена в известных апориях Зенона.

Предложенный Аристотелем запрет на применение актуальной бесконечности разрешил затруднения, изложенные в апориях. Впоследствии были изобретены теория пропорций (содержащаяся в 5-й и 10-й книгах Евклида) и метод исчерпывания (принадлежащий Архимеду и Евдоксу) – зачаточная форма теории пределов, широко применявшаяся в средние века в арабской математике. Введение понятия математической величины, не входящей в область рациональных чисел, и «изгнание» актуальной бесконечности из сферы логики и математики позволили на время преодолеть кризисное состояние.

Второй кризис возник в конце XVII – начале XVIII века при обосновании исчисления бесконечно малых (теории, связанной с именами И. Ньютона и Г. Лейбница, которые попытались преодолеть запрет на актуальную бесконечность). Об этом парадоксе красноречиво писал Дж. Беркли в своем сочинении «Аналитик, или рассуждение, адресованное неверующему математику...»: «Что такое эти флюксии²? Скорости исчезающе малых приращений. А что такое эти исчезающе малые приращения? Они не есть ни конечные величины ... но и не нули. Разве мы не имеем права называть их призраками исчезнувших величин?»³.

Рассмотрение дифференциалов как актуально бесконечно малых величин приводило к противоречиям (такая величина меньше любой наперед заданной величины и в то же время не есть ноль). Стремясь преодолеть этот кризис, О. Коши (в 30-е годы XIX века) показал, как безответственное употребление бесконечно малых может быть заменено корректным использованием пределов, а К. Вейерштрасс и другие (в 60-х – 70-х годах XIX века) продемонстрировали возможность полной «арифметизации» анализа и теории функций⁴. Это упрочение математических основ было настолько успешным, что А. Пуанкаре в 1900 году на Втором международном математическом конгрессе заявил, что «теперь в математике остаются только целые числа и конечные или бесконечные системы целых чисел... Математика ... полностью арифметизирована... Мы можем сказать сегодня, что достигнута абсолютная строгость»⁵.

Третий кризис в основаниях математики связан с развитием теории множеств, разработанной Георгом Кантором между 1874 и 1897 годами.

² Флюксии – термин, которым Ньютон называл мгновенные скорости приращений.

³ Беркли Д. Сочинения. М., 1978. С. 425–426.

⁴ См.: Agazzi E. The rise of the foundation research in mathematics // Synthese. Dordrecht, 1974. Vol.27. № 1–2. P.17–18.

⁵ Френкель А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М, 1966. С. 27.

После работ Кантора математиками владело убеждение, что «грандиозное здание анализа приобретает несокрушимую крепость, оказываясь прочно заложенным и строго обоснованным во всех своих частях»⁶. Однако вскоре выяснилось, что новый фундамент математики – теория множеств – весьма далек от абсолютной надежности. Возникновение парадоксов (а к ним относятся логические антиномии Рассела, Кантора, Бурали-Форти, семантические антиномии Ришара, Греллинга, семантическая антиномия «лжец») было связано с перенесением свойств конечных множеств на бесконечные. Однако не столько возникновение антиномий само по себе, сколько тот факт, что различные попытки преодолеть эти антиномии выявили далеко идущие и неожиданные расхождения мнений и точек зрения по поводу важнейших математических понятий (начиная уже с понятия множества и числа), вынуждает говорить о третьем кризисе оснований, который математика переживает до сих пор.

Безуспешные попытки разрешить парадоксы постепенно укрепили убеждение в необходимости переосмысления ряда принципиальных идей математики и отказа от некоторых старых концепций. Вскоре определились три ведущие программы обоснования математического знания: логицизм, связанный с именами Готлоба Фреге (1848–1920) и Бертрانا Рассела (1872–1970), формализм, персонифицированный Давидом Гильбертом (1862–1943), и интуиционизм, теоретиком которого выступил Лейтзен Эгберт Ян Брауэр (1881–1966).

Основной тезис логицистов сводился к утверждению, что математика может быть полностью выведена из логики. Готлоб Фреге, находившийся под влиянием идей Дедекинда, осуществил дедуктивное аксиоматическое построение математической логики, придав ей вид исчисления высказываний и исчисления предикатов. Формализация понятий теории множеств происходила путем определения математических понятий «число» и «количество» через логические «класс» и «отношение». Фреге считал, что все математические законы суть аналитические суждения, то есть утверждают не более того, что неявно заложено в принципах логики. Математические теоремы позволяют выявить это неявное. Не вся математика применима к реальному миру, но вся она заведомо состоит из необходимых истин. В своей работе «Основные законы арифметики» Фреге приступил к выводу из логических посылок арифметических понятий, определений и правил, из которых он впоследствии хотел вывести алгебру, математический анализ и геометрию. Однако в своих выводах он использовал понятие множества всех множеств, приводящее к парадоксам и поэтому недопустимое в основаниях. Таким образом, программа Фреге потерпела фиаско.

⁶ Вейль Г. О философии математики. Сборник работ. М. –Л., 1934. С. 16.

Независимо от Фреге Бертран Рассел наметил ту же программу выхода из кризиса, но идущую в несколько другом направлении. В «Принципах математики» он прямо говорит о том, что математика есть не что иное, как символическая логика. В своей программе Рассел предложил разветвленную теорию типов, в которой запрещаются формулы вида $x \in y$, являющиеся исходными в аксиоматической теории множеств. Каждой индивидуальной переменной ставится в соответствие определенный тип. Предложение правильно построено, если тип элемента, стоящего слева, меньше типа элемента, стоящего справа. Например, выражение $\forall x \wedge \forall y (x \in y)$ в обозначениях Рассела выглядит так: $\forall x^1 \wedge \forall y^2 (x^1 \in y^2)$.

Идеи, в общих чертах намеченные Расселом в «Принципах математики», были подробно развиты им совместно с Алфредом Норттом Уайтхедом (1861–1947) в трехтомном труде «Principia Mathematica». Преодоление парадоксов виделось авторами в создании теории типов и теории описаний, разделявших разные уровни абстракции и устанавливавших языковые запреты на такие подстановки аргументов, которые вели бы к порочному логическому кругу. Чтобы исключить непредикативные образования объектов внутри одного типа, вводится отношение порядка: если некоторый объект, представленный переменной x^1 , определяется посредством некоторой совокупности объектов, представляемой переменными y^1, z^1, u^1, v^1 , то каждой переменной, представляющей элементы совокупности, приписывается порядок, на единицу меньший порядка переменной, определяющей объект. Рассел и Уайтхед в своей математике восстанавливают ступени абстракции (классы становятся предметными переменными). Таким образом, теория типов, аксиоматическая система, построенная в логике предикатов первого порядка с равенством, служила для представления всей математики. В системе Рассела–Уайтхеда удалось исключить все известные парадоксы и получить все теоремы классического анализа.

Однако в своем построении авторы «Principia Mathematica» использовали искусственный прием, введя аксиому сводимости. Она гласит: «Если мы вводим какой-нибудь объект с помощью непредикативного определения, опирающегося на совокупность объектов меньшего порядка, то на уровне порядка определяемого объекта существуют аналоги (изоморфные системы) исходного уровня»⁷. Рассел и Уайтхед строили свою систему, чтобы обосновать основной тезис логицизма, но вывести математику из аксиом логики не удалось, так как оказалось невозможным построить систему без аксиомы бесконечности, которая не является строго логической.

⁷ Об аксиоме сводимости см., например: Френкель А., Бар-Хиллел И. Основания теории множеств. М., 1966. С. 188–189.

Следующая фундаментальная аксиома в системе Рассела-Уайтхеда – аксиома выбора – также вызывает сомнения относительно ее чисто логической природы⁸.

Итак, аксиомы сводимости, бесконечности и выбора показывают несостоятельность теории логицизма. К тому же логицистская программа не дала ответа на вопрос, каким образом в математику могут входить новые идеи и как математика может описывать реальный мир, если ее содержание целиком выводимо из логики. Тем не менее своим фундаментальным трудом Рассел и Уайтхед способствовали прогрессу математической мысли, осуществив всю аксиоматизацию в чисто символическом виде, тем самым значительно продвинув развитие математической логики.

Взаимосвязь философии и математики в рамках логицизма реализуется в его основной цели – сведении математики к логике. Так как логика всегда считалась частью философии, то, на первый взгляд, представляется картина максимального сближения математики с философией. Однако логика Фреге и Рассела, «очищенная» от «психологизма», перестает быть философской и превращается в формальную («пустую», по Канту), и математические символы лишаются всяких смыслов и превращаются в значки. Сама же математика теряет содержательную сторону, и поиск истины сводится к доказательству непротиворечивости математических объектов и систем. Основания математики есть область формальной логики.

Конечно, нельзя умалять значения формально-логических методов в научном познании (опасна лишь их абсолютизация) и тех результатов, которые были получены на пути реализации программы логицизма и явились предпосылкой для возникновения новых областей (например, математической логики). Более того, как справедливо подчеркивает Е.И. Арепьев, «вместе с разработкой формальных средств построения теорий происходит переосмысление роли и признание важности естественного языка в теоретических исследованиях».⁹ Таким образом, попытки логизации математического знания способствовали углублению исследований в философской области, а именно в философии языка.

Другим проектом обновления математики, выросшим отчасти на анализе «Principia Mathematica», стал формализм. «Основная идея моей теории доказательства, – говорил основатель указанного направления Давид Гильберт, – сводится к описанию деятельности нашего разума,

⁸ Аксиома выбора: если имеется какое-то множество, то всегда можно образовать множество его единичных подмножеств. Подробнее об этой аксиоме см.: Френкель А., Бар-Хиллел И. Указ соч. С. 65 и сл.

⁹ Арепьев Е.И. Аналитическая философия математики. Курск, 2002. С. 127–128.

иначе говоря, это протокол о правилах, согласно которым фактически действует наше мышление».¹⁰

Программа Гильберта предполагала создание формальной системы, обосновывающей логику и математику, – метаматематики – в виде специальной теории доказательства, позволявшей придать логике и математике вид исчислений. Для этих целей, во-первых, вся математика аксиоматизируется, во-вторых, содержательная аксиоматическая теория формализуется, то есть превращается в чистую работу с символами. Эта формализованная математика интерпретируется в содержательной теории (метаматематике), которая ограничивается финитными методами, то есть методами, не выходящими за рамки содержательной арифметики, и методом математической индукции. Если, по мнению Гильберта, удастся доказать в метаматематике синтаксическую непротиворечивость формальной системы, то задачу обоснования математики можно считать выполненной.

На пути реализации программы формализма была доказана непротиворечивость многих теорий (например, логики высказываний, логики предикатов первого порядка с равенством). Однако в конце 30-х годов XX века Курт Гедель (1906–1978) предложил свою знаменитую теорему о том, что не может быть доказана непротиворечивость формальной теории методами, погруженными в саму эту теорию¹¹. Следовательно, доказательство непротиворечивости невозможно финитными методами. Но в 1936 году представителю гильбертовской школы Герхарду Генцену (1909–1945) удалось ослабить запреты на методы доказательства, допустимые в метаматематике Гильберта, и он смог доказать непротиворечивость арифметики и отдельных разделов математического анализа, используя метод трансфинитной индукции¹². Тем не менее достижения Геделя положили конец идеалу законченной математики и логики как непротиворечивой системы знаний.

В программе формализма, сближающегося в этом отношении с логицизмом, надежды возлагались на аксиоматическое построение основ

¹⁰ Гильберт Д. Основания геометрии. М.–Л., 1948. С. 382.

¹¹ Первая теорема Геделя о неполноте: если система непротиворечива, то она не полна (т.н. с ней всегда можно построить неразрешимую формулу, которая не доказуема и неопровержима средствами системы).

Вторая теорема Геделя о неполноте: если система непротиворечива, то невозможно построить доказательство ее непротиворечивости средствами, формализуемыми в этой системе (ибо относительно непротиворечивости системы можно создать неразрешимую формулу).

¹² Трансфинитная индукция – принцип, позволяющий утверждать суждение $A(x)$ для любого элемента x вполне упорядоченного класса E , если установлено, что для всякого $z \in E$ из истинности $A(y)$ для всех $y < z$ следует истинность $A(x)$: $\forall z (\forall y < z \rightarrow A(y)) \rightarrow A(z) \rightarrow \forall x A(x)$ (См.: Математическая энциклопедия. М., 1977. Т. 5. С. 451).

математики и полную формализацию знания как отображение его в искусственной символике и подчинение всех знаковых преобразований строгим правилам. Как логицизм, так и формализм тяготели к укреплению образа автономной, замкнутой, независимой от эмпирии, «чистой» математики. Понимание взаимосвязи философии и математики в формализме близко по сути логицистскому. Математика здесь представляется как формализованная дедуктивная система, а основания математики – метаматематика, представляющая собой математическую дисциплину, в минимальной степени нагруженную философскими понятиями.

Представители третьего направления обоснования математического знания, получившего название интуиционизма, пытались обосновать истинность математики, ссылаясь непосредственно на человеческий разум. Однако выводы из логических принципов интуиционисты считали менее надежными, чем непосредственные интуитивные соображения.

Позиция родоначальника интуиционизма Лейтзена Эгберта Яна Брауэра проистекает из его философских взглядов. Разум непосредственно постигает основные, ясные и понятные, интуитивные представления. Парадоксы, с точки зрения Брауэра, – это симптомы болезни, и те методы, которые предлагают логицисты, не излечивают ее, потому что они не устраняют главный источник – насилие над интуицией. Понятие множества настолько неясно и неотчетливо, что построить на его основании хорошую математику невозможно. Единственное основание – натуральный ряд чисел как потенциальная бесконечная совокупность.

Фундаментальное интуитивное представление, согласно Брауэру, – это постижение различных событий в хронологической последовательности. Математика возникает тогда, когда сущность двойки, появляющаяся вследствие хода времени, абстрагируется от всего частного. Пустая форма общего содержания всех двоек становится исходным интуитивным представлением математики и, повторяемая неограниченно, создает новые математические сущности. Математическое мышление, по Брауэру, представляет собой процесс мысленного построения, создающего свой собственный мир, не зависящий от опыта и ограниченный лишь тем, что в основе его должна лежать фундаментальная математическая интуиция. Однако представлять ее надо не как нечто сходное по природе с неопределяемыми понятиями, встречающимися в аксиоматических теориях. Наоборот, через нее должны постигаться разумом все неопределяемые идеи, используемые в различных математических системах, если они действительно призваны служить математическому мышлению. Кроме того, математика по своей природе синтетична. Она занимается составлением истин, а не выводит их из логики.

Согласно Брауэру, каждое математическое понятие говорит о процессах построения во времени. Образцом такого построения является интуиция натурального числа. Помимо этого, Брауэр считал интуитивно ясными сложение, умножение и математическую индукцию. Интуиция наполняет высказывания смыслом и служит критерием истинности. Закон исключенного третьего не обладает интуитивной ясностью, особенно в построениях с бесконечностью. В том же было отказано отрицанию отрицания как утверждению (известный принцип доказательства «от противного») и актуальной бесконечности. Таким образом, в рамках данной программы радикально менялись взгляды на классические логические категории, такие как доказательство, существование и т.д. Критерием осмысленности суждения, с точки зрения интуиционизма, является возможность его построения. Законы логики, применяемые в математике, должны быть соотнесены с конструктивностью. «Чистые» доказательства существования считались бессмысленными и потому недопустимыми.

В 30-е годы XX века Брауэр переходит от критики к положительной программе. Он пытается построить интуитивную теорию континуума, используя понятие «свободно становящейся последовательности», или последовательности свободного выбора. Все последовательности Брауэр делит на два класса: *lowlike* (последовательности, становящиеся по какому-то закону или законам) и *lowless* (так называемые «беззаконные» последовательности, которые, в свою очередь, делятся на относительные и абсолютные). Континуум есть среда свободного становления, или поток последовательностей, а свободно становящаяся последовательность – конкретный путь в этом потоке. В своих последних работах Брауэр построил интуиционистскую версию классического анализа, в которой доказываются основные теоремы.

В интуиционистской концепции обоснования математического знания прослеживается стремление к принципу: «Математика сама себе философия». Однако, в отличие от логицизма, математика здесь рассматривается как область конструктивной деятельности человеческого разума, как теория творящего субъекта, ей придается философский характер. Математические знаки суть символы, наполненные содержанием, а доказательство – не исчисление, а убеждение другого математика (субъекта) в истинности теоремы. Работа Брауэра «Жизнь, искусство, мистицизм», которую некоторые исследователи, в частности М.И. Панов, считают «точкой отсчета» для интуиционистской программы, демонстрирует тесную взаимосвязь философии и математики. В этом произведении «философские, культурологические, ценностные установки и математические идеи были слиты воедино, «произрастали» друг из друга, взаимопроникали и взаимодополняли друг друга... Идеи

интуиционизма возникли у Брауэра именно из глубоких размышлений о месте математики в системе культуры»¹³.

Идеи интуиционизма были восприняты и переработаны на новой методологической и философской основе конструктивным направлением в математике. Прежде всего свободно становящаяся последовательность была заменена уточненным понятием алгоритма. Интуиционистские принципы конструктивности и интуитивной ясности исходных объектов, конструктивного построения математических объектов были полностью поддержаны конструктивным направлением, однако цель обоснования математики понималась здесь иначе. Как следует из выступлений А.А. Маркова, конструктивное направление выделяет в «чистом» виде конструктивную часть математики и специально исследует именно эту часть в отвлечении от неконструктивных разделов математики. При такой постановке вопроса речь не идет об обосновании всей математики, разделении ее на обоснованную и необоснованную с тем, чтобы последнюю не считать приемлемой¹⁴.

Ситуацию в математике, вызванную расщеплением ее оснований на несколько конфликтующих направлений, красноречиво описал М. Клайн в своей знаменитой книге «Математика. Утрата неопределенности»: «Та самая наука, которая в начале XIX века, несмотря на все зигзаги логического развития, была провозглашена совершеннейшей из наук, та самая наука, в которой теоремы доказывались с помощью неопровержимых безупречных рассуждений, наука, утверждения которой считались истинами об окружающем нас мире, а в глазах некоторых оставались истинами в любом из всевозможных миров, не только отказалась от всяческих притязаний на истину, но и запятнала себя конфликтами между различными школами в основаниях и взаимоисключающими утверждениями о правильных принципах логики»¹⁵. Проблема не снята и по сей день. В настоящее время предпринимаются попытки построения новой философии математики на отличных от логицизма, формализма и интуиционизма принципах. Однако этот процесс еще только намечается¹⁶.

Обращение к взглядам П.А. Флоренского и предложенной им версии философско-математического синтеза позволяет обозначить пути

¹³ Панов М.И. Основные направления гуманитаризации современной математики // Проблемы гуманитаризации математики и естественнонаучного знания: Сб. научно-аналитических обзоров. М., 1991. С. 58.

¹⁴ См.: Петров Ю.А. Роль философии в обосновании математики // Проблема конструктивности научного и философского знания: сб. ст. Курск, 2003. Вып.2. С. 94–133.

¹⁵ Клайн М. Утрата определенности. М., 1984. С. 298.

¹⁶ См.: Целищев В.В. Поиски новой философии математики//Философия науки. Новосибирск, 2001. № 3. С. 135–147.

преодоления противостояния между различными направлениями, сложившимися в основаниях математики.

Многие замечания Флоренского свидетельствуют о том, что к программе логицистов он относился без энтузиазма, так как считал, что свести математику к чистой логике, по существу, означает «очистить» математику от интуиций. «При ближайшем рассмотрении подобных попыток, – пишет он, – всегда оказывается, что сами они изобилуют интуициями (с одним лишь отличием – бледностью и расплывчатостью их), проводимыми украдкой и выдаваемыми за чистую логику. Но если бы и в самом деле математика сводилась к чистой логике, то еще – большой вопрос, как должна быть понимаема самая логика и что лежит в основе ее законов»¹⁷.

В примечаниях к книге «Столп и утверждение Истины» имеется одно замечательное место, из которого совершенно ясным становится тот культурный контекст, в котором Флоренский рассматривал попытки логицистов. Рационализм, говорит он, есть выражение стремления «диалектически породить доказываемое». Это относится, как к рационализму Фихте, Шеллинга, Гегеля, марбуржцев, так и к рационализму логицистов. «В сущности, все они заняты одною задачею, изгнать из области мысли все то, что не построено чисто логически, т.е. рационализировать все мышление. Но все же наиболее последовательно и строго эта «логизация» науки, чрез посредствующее звено «арифметизации», проводится в области основ математики. Однако нельзя не видеть, что интуиция, изгоняемая за дверь, у всех их, а в том числе и у математиков, неизбежно влетает в окна. Но, как мужественная попытка, как опыт наглядного приведения к абсурду самого принципа рационалистического, все эти течения в высокой степени интересны и поучительны»¹⁸. Логичисты, как и все последовательные рационалисты, стремятся свести человеческое мышление к его рассудочной составляющей, но сохранить при этом действительность познания. Очевидно, им это не удастся – они подменяют, сами того подчас не замечая, чисто рассудочное познание рассудочно-образным, символическим познанием.

Конечно, о. Павел ни в коем случае не отрицает важность логического аспекта математических рассуждений, однако сведение всего богатства математики только к этой составляющей он справедливо считает неприемлемым. Математика, согласно Флоренскому, есть символическое описание и относится не к рассудочному, а рассудочно-образному, то есть более высокому, по его мнению, уровню познания. Тем не менее,

¹⁷ Флоренский П.А. Физика на службе математики // Социалистическая реконструкция и наука. М., 1932. Вып. 4. С. 43.

¹⁸ Флоренский П.А. Столп и утверждение Истины. Опыт православной теодицеи в двенадцати письмах // Флоренский П.А. Сочинения: в 2 т. М., 1990. Т. I (1–2). С. 625–626.

понимание науки как языка, внимание к вопросу отношения языка к реальности сближают позицию Флоренского с логицизмом и сложившимся под его влиянием лингвистическим направлением в обосновании математики.

Критика логицизма, рассуждения о роли интуиции в математике и логике обнаруживают сходство концепции Флоренского с интуиционистско-конструктивистским направлением в основаниях математики. Подтверждением являются следующие слова мыслителя: «Чтобы придумать математический механизм, необходима ясность математических рассуждений; но и придумать математическую формулу – это значит уметь конструировать. Формула есть воплощение отвлеченных понятий в некотором конкретном материале – в слове, в буквах, в знаках; она есть конструкция, она необходимо содержит в себе деятельность инженера, как в свой черед инженерные сооружения непременно воплощают в себе некоторую математическую мысль»¹⁹. Естественно вспоминается сравнение математика со столяром у Г. Вейля.

Однако полное отсутствие подчеркиваемого Брауэром субъективизма во взглядах Флоренского на математику, убежденность в возможности адекватного словесного воплощения математического образа, принятие актуальной бесконечности как важнейшего понятия математики свидетельствуют о том, что позиция о. Павла не вписывается в рамки интуиционистско-конструктивистских взглядов и далеко не во всем согласуется с ними.

Понимание математики как символического описания, на первый взгляд, роднит позиции Флоренского и Гильберта. Более того, проблему формы о. Павел считал одной из важнейших в понимании реальности. Однако форма для Флоренского неотделима от содержания, и математические формы благодаря своей «отвлеченности» и емкости являются благодатным полем для разнообразных интерпретаций, позволяющих продуцировать новые смыслы. У Гильберта же символы вырождаются в знаки, лишённые всякого смысла, что делает метаматерику автономной дисциплиной и закрывает ее от взаимодействия с другими областями культуры.

Что касается проблемы непротиворечивости математики, то прямых высказываний Флоренского по этому вопросу нет, однако общий контекст его взглядов, а также ряд косвенных высказываний позволяют представить его позицию достаточно отчетливо. Так, в «Автореферате» о. Павел писал, что он «считает всякую систему связною не логически, а лишь телеологически и видит в этой логической обрывочности (фрагментарности) и противоречивости неизбежное следствие самого

¹⁹ Флоренский П.А. Физика на службе математики // Социалистическая реконструкция и наука. М., 1932. Вып. 4. С. 46.

процесса познания»²⁰. Для Флоренского непротиворечива лишь безжизненная схема; всякое живое познание неизбежно противоречиво, неизбежно антиномично: будь то религиозный догмат или теория множеств. Антиномичность для О. Павла скорее аргумент не «против», а «за» некоторую теорию – она сигнализирует о реальном соприкосновении с жизнью, о реальном взаимопроникновении познающего и познаваемого.

Наконец, кардинальное различие философско-математического синтеза Флоренского и изложенных выше программ заключается в целевых установках. Так, главной задачей логицизма, формализма, интуиционизма является обоснование математического знания, и для ее решения представители указанных направлений вынуждены обращаться к философии. Философско-математический синтез нацелен на раскрытие вопросов философского порядка, для чего элементы математики вписываются в философский дискурс, и в более широком контексте способствует формированию цельного мировоззрения.

Согласно В.Т. Мануйлову, современная ситуация по отношению к математическому знанию характеризуется распадом единого поля теоретизирования на три относительно самостоятельные, хотя и тесно взаимосвязанные между собой области: (1) собственно математика; (2) философия математики и (3) собственно философия²¹. Принимая во внимание данную позицию, можно утверждать, что философско-математический синтез, несомненно, относится к области (3). Это позволяет рассматривать направления в основаниях математики не как исключают друг друга, а как взаимосвязанные и взаимодополнительные точки зрения, вскрывающие различные аспекты феномена математики, обогащающие ее образ и раскрывающие новые грани взаимодействия математики с другими областями культуры.

²⁰ Флоренский Автореферат // Флоренский П.А. Сочинения: в 4 т. Т. 1. М., 1994. С.40.

²¹ См.: Мануйлов В.Т. Аналитическая и конструктивная философия математики // Наука и философия на рубеже тысячелетий: перспективы и горизонты. Тезисы докладов Всероссийской научной конференции. Курск, 1995. С.57.

М. Ю. Морозов
(Москва)

ПОНЯТИЕ «ФРАКТАЛЬНОСТЬ» КАК ЛОГИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ

В статье обсуждаются проблемы обоснования теории фрактального и связи такой теории с вопросом о наличии абсолютного основания научных теорий вообще. Рассматривается современное состояние взглядов на фрактал и фрактальность в контексте утверждаемого научным сообществом принципа плюрализма и конвенционального представления об истине. Делается вывод об отсутствии единой теории фрактального и о необходимости создания такой теории. В связи с этим намечаются основные методологические пункты ее разработки: выбор средств и метода исследования, анализ наиболее существенных проблем, в таком исследовании возникающих, а также онто-гносеологическая проблематика, специфическая для фрактала как предмета изучения. Выдвигается гипотеза о рассмотрении фрактального как логической категории.

Ключевые слова: фрактальность, основание, диалектика, методология науки, логика, теория познания.

* * *

Проблемы обоснования – математических ли наук, естественных или каких-либо иных – требуют внимательного отношения к самой сущности науки и специфике ее особой предметной области. Такой тезис сегодня вряд ли нуждается в отдельном доказательстве, но одного этого мало. Рассуждение о «проблемах обоснования» должно начинаться с постановки проблемы самого обоснования – что оно суть самое по себе? Так, по утверждению М.М. Новосёлова, «обоснование – способ убеждения в истинности (правильности) чего-либо, напр. мысли или действия»¹. Философия проходила в своем становлении различные исторические этапы, и подобное утверждение было бы справедливо для эпохи «грядущего заката культуры» античности. Почему же? «Зловещим признаком» такого заката Э.В. Ильенков считает появление софистики, для которой философия превратилась в способ ловкого доказательства принятых заранее тезисов, то есть именно «способ убеждения в истинности», утратив важнейшую функцию осмысления действительности. История человеческого общества не развивается линейно – с этим сегодня как будто бы тоже спорить не принято; напротив, мы скорее услышим тут и там слова о «нелинейности, сложности, бифуркационности» развития. Слова эти, впрочем, зачастую остаются лишь словами, особенно когда речь заходит о «наполнении категорий

¹ Новосёлов М.М. Обоснование // Новая философская энциклопедия: в 4 т. / Институт философии РАН; Национальный общественно-научный фонд; председатель науч.-ред. совета В.С. Степин. М.: Мысль, 2000–2001. [Электронный ресурс]. URL: <https://iphlib.ru/library/collection/newphilenc/page/about> (дата обращения: 13.06.2020).

человеческим содержанием», по выражению А.С. Канарского. Это и не удивительно, ведь оставаться сторонником необходимости мышления во времена неограниченного господства безмыслия – задача очень и очень трудная. Кто же захочет в здравом уме проводить далеко не двузначные аналогии между временем начала упадка древнегреческой культуры и сегодняшним днем, имея в виду характерные для обоих периодов черты разложения?

Вернемся, однако, к проблеме обоснования. *«Если в качестве оснований, – пишет далее Новоселов, – берутся чувственные восприятия или эмпирические наглядные представления, то обоснование, согласно Г. Вейлю, будет абсолютным в том смысле, что "независимо от того, насколько туманным оно может быть, в этой туманности есть нечто, данное именно так, а не иначе"»*². Так в фокус нашего внимания попадает проблема абсолютного, иными словами – проблема **основания** обоснования. Как справедливо указывает Г.В. Лобастов, *«даже стихийная логика мышления опирается на несомненное, и рефлексия этого мышления пытается придать этому несомненному статус обоснованности. Здесь – то впервые и появляется проблема всеобщезначимости смыслов, а потому и тех форм действительности, на которые эти смыслы опираются»*³.

На Г. Вейля, впрочем, ссылается и представитель противоположной позиции – весьма и весьма известный философ, отрицающий всеобщезначимость смыслов и абсолютное основание: вместо опоры науки на прочный фундамент, утверждает К. Поппер, *«жесткая структура ее теорий поднимается, так сказать, над болотом. Она подобна зданию, воздвигнутому на сваях. Эти сваи забиваются в болото, но не достигают никакого естественного или "данного" основания»*⁴. Позиция эта сегодня утверждена в научном сообществе тем же конвенциональным принципом, на котором «основывается» сам Поппер. Можно даже, пожалуй, прямо по-гегелевски сказать, что такая позиция «обосновала сама себя», хотя это и придется сказать с высокой долей иронии. Так, *«в философии физики как разделе философского знания существует неизбежный плюрализм пониманий фундаментальных мировоззренческих и философско-методологических средств осмысления реальности»*⁵, и дело обстоит так не только в «философии физики», отнюдь. И в вопросе о мышлении, и в вопросе о бытии положение то же: *«... плюрализм историко-философских*

² Там же.

³ Лобастов Г.В. Диалектика разумной формы и феноменология безумия. М.: Русская панорама, 2012. С. 113.

⁴ Поппер К.Р. Логика научного исследования. М: Республика, 2004. С. 147–148.

⁵ Князев В.Н. Методологическая роль понятия «физическая реальность» в научном познании // Проблемы онто-гносеологического обоснования математических и естественных наук: сб. науч. тр. Вып. 9 / гл. ред. Е.И. Арепьев; Курск. гос. ун-т. Курск, 2018. 112 с.

подходов к бытию настолько безбрежен, что может быть обобщен лишь в определенных парадигмальных типах»⁶. Плюрализм этот, говоря прямо, лишает цело-направленности (как направленности на полноту, тотальность своих определений) саму науку философии: из нее последовательно изгоняются как специфика предмета (мышление, взятое в функции его истинности), так и особенности ее исторического развития, в русле которого плюрализм – ступень преодоленная. Более того, сам статус философии как науки о мышлении сегодня представляется чем-то вроде пережитка, пережеванного прошлого, который по известным причинам изредка встречается еще в философских текстах.

Вместо понимания природы, единого источника происхождения различных философских концепций (например, бытия) – их рядоположенное перечисление. Вместо продуманного логического начала и восхождения от абстрактного к конкретному – случайно выбранный «аспект исследования» и *«процедура чисто формального выведения одной мысли из другой, в лучшем случае – с упомянутым уже полаганием объекта в его абстрактной форме»⁷*. Вместо единой научной теории данного объекта – пестрый хор голосов, упорядочить который призвано «строгое методологическое» высказывание: *«Наука – это то, чем занимаются ученые»*.

Такой абрис существующего положения дел может показаться излишне драматичным – увы, лишь до тех пор, пока не поставлена задача серьезного исследования. Понятие «фрактал», предстающее как объект теоретических изысканий, может наглядно продемонстрировать убедительность обрисованных выше контуров.

Самое распространенное понимание фрактала как самоподобного объекта мы встречаем во множестве работ, различаются в них лишь оттенки. Например, К.В. Кочелаевская пишет о фракталах как о *«математических и физических объектах с дробной размерностью и свойством самоподобия»⁸*, а Г.П. Меньчиков, претендующий на философское осмысление фрактала как «всеобщей категории бытия», в результате также сводит все к указанному признаку: *«... фракталом называется структура, состоящая из частей, которые в определенном смысле подобны (гомотетичны) целому»⁹*. А.Н. Книгин в «Учении о категориях» определяющим свойством фрактала снова называет самоподобие, хотя и приходит в результате небезынтересного анализа к

⁶ Там же.

⁷ Канарский А.С. Диалектика эстетического процесса. Киев, 2008. С. 40.

⁸ Кочелаевская К.В. Пространство: фрактальные представления // Известия Саратовского ун-та. Нов. серия. 2013. Т. 13. Сер. Философия. Психология. Педагогика. Вып. 1. С. 40.

⁹ Меньчиков Г.П. Фрактальность – всеобщее свойство бытия // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер.: Гуманит. науки. 2008. Т. 150, кн. 4. С. 81.

более глубокому определению: «Фрактал есть континуальное органическое целое. Это новый тип объектов и новая идея в понимании часть/целое, так как прежде органические целые мы понимали лишь как дифференцированные. Но именно в этой своей особости идея фрактала может быть применена в более глубоком описании привычных объектов»¹⁰.

Другим способом определения фрактала, который легко найти в научной литературе, является определение фрактала как множества с дробной размерностью. Самое известное – определение первооткрывателя (или, как пишет о нем В.В Тарасенко, «перво-рассматривателя») фракталов Б. Мандельброта: «Фракталом называется множество, размерность Хаусдорфа–Безиковича для которого строго больше его топологической размерности»¹¹. С ним не соглашается С.Д. Хайтун, чье внушительное исследование истории развития науки о хаосе дает ему основания утверждать, что знак в указанном Мандельбротом неравенстве должен непременно быть заменен на обратный¹². О недостатках такого определения фрактала пишет и В.В. Тарасенко, отмечая при этом еще два качественных свойства: итеративность (версия Пайтгена, Юргенса и Заупе) и скейлинг (масштабное преобразование)¹³.

Нечто любопытное к этому можно добавить, приняв во внимание определение Е.М. Николаевой: «Фрактал (от лат. *fractus* – дробный, ломаный) означает переходное, квазиустойчивое состояние становящейся системы, характеризующееся хаотичностью, нестабильностью, которое постепенно эволюционирует к устойчивому, упорядоченному целому»¹⁴. Она развивает далее представление о фрактале как о категории движения: «Фрактал – не мгновенная, а динамическая, растянутая во времени бифуркация, выражающая идею переходных состояний»¹⁵. Созвучна с этим позиция В.Э. Войцеховича: «Фрактал является главной стадией эволюционирующей системы, поскольку сам процесс эволюции системы

¹⁰ Книгин А.Н. Учение о категориях: учебное пособие для студентов философских факультетов. Томск, 2002. С. 142.

¹¹ Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. С. 31.

¹² Хайтун С.Д. От эргодической гипотезы к фрактальной картине мира: Рождение и осмысление новой парадигмы. М.: Ленанд, 2016. 251 с.

¹³ Тарасенко В.В. Фрактальная семиотика: «слепые пятна», перипетии и узнавания. Изд. 3, испр. и доп. М.: URSS. 2020. 248 с.

¹⁴ Николаева Е.М. Социализация личности как самоорганизующийся процесс // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. Философия. 2007. № 1. С. 65.

¹⁵ Там же.

(физической, биологической, социальной) есть дробное, самоподобное, переходное состояние-процесс»¹⁶.

Речь, впрочем, сейчас не о том, какое определение фрактала считать «правильным». Указанные выше различные точки зрения свидетельствуют не столько о плюсах плюралистического подхода, сколько о минусе отсутствия понимания самого существа фрактального, которое не может быть сведено к внешней сумме его «определяющих свойств». Самое опасное здесь – то, что отрицается сама необходимость такого понимания. Так, в другой статье В.В. Тарасенко отмечает: *«Как известно, точного определения фрактала до сих пор не предложено – с одной стороны, все формулировки разрушались контрпримерами. С другой стороны, определение для категории фрактала особо и не нужно (выделено мной. – М.М.) после того, как родилась интерсубъективная практика научного применения категории»¹⁷.* В обоснование такой позиции автор приводит процесс формирования в научном сообществе «личностного» знания; оно есть *«подразумеваемое знание о фрактале, придающее статус очевидности категории фрактала, создающее контекст фрактальной концепции и снимающее необходимость точного определения фрактала (выделено мной. – М.М.)»¹⁸.*

С такой позицией трудно согласиться, оставаясь на позициях научной философии: декартовское очевидное усмотрение истины никак не может сегодня быть названо высшим достигнутым уровнем формирования понятия предмета, хотя такое усмотрение является неотъемлемым моментом становления понятия вообще. Но как же становится оно? *«Подлинное познание, чтобы не оставаться за пределами предмета, но на деле заниматься им, должно быть имманентным предмету, собственным движением его природы, выраженным только лишь в форме мысли и воспринятым в сознании»¹⁹,* – пишет Гегель. Здесь необходимо упомянуть, что и определение, и понятие, и логика в русле диалектической традиции имеют иной смысл, нежели широко распространенный сегодня. Поэтому замечание Тарасенко о контрпримерах выдает лишь неувоенность категории «всеобщее», которое (и в этом не вина Тарасенко, а его беда) сплошь и рядом понимают сегодня как «абстрактно-общее». Определение же есть не столько дефиниция²⁰, сколько проявление материальной природы данного объекта.

¹⁶Войцехович В.Э. Синергетическая концепция фракталов // Синергетическая парадигма: человек и общество в условиях нестабильности. М., 2003. С. 141–156.

¹⁷Тарасенко В.В. Метафизика фрактала // Стили в математике: социокультурная философия математики / под ред. А.Г. Барабышева. СПб.: РХГИ, 1999. С. 425.

¹⁸ Там же.

¹⁹ Гегель Ф.В.Г. Философия религии: в 2 т. Т. 2. М., 1977. С. 344.

²⁰Дефиницией только заканчивается успешное исследование; ср. с противоположной позицией Б. Мандельброта: *«Назвать – значит узнать».*

С каких же позиций изучать фрактальность? Каково может быть «собственное движение его природы»? Разногласия представлений о фрактале, как мы видели выше, не так уж часто выходит за пределы мнения о нем. Рассудочная логика, которая отказывается подняться до логики разумной, неизбежно оставляет внутри себя абсолютный разрыв между субъектом и объектом, между мышлением и бытием. Отвергнув «пароль на право входа» – диалектическое тождество различного – философия, развивая себя на своем собственном основании, неминуемо приходит к отказу от мышления, в каких бы формах ни выражалась подобная капитуляция: с этой точки зрения отвоеванное для веры пространство не так уж далеко отстоит от постмодернизма. Только и остается надеяться на «интерсубъективность»²¹, которая коллективно-бессознательно сделает то, что не под силу никакому разуму. Однако если нечто нельзя постигнуть средствами рассудочной логики, то, как верно замечает Канарский, *«это не означает, что такое постижение невозможно средствами диалектической логики, с помощью построения цельной системы знаний, как ее можно понять в значении восхождения этих знаний до уровня полноты отражения сущности»*²².

Что же значит диалектически понятая логика? Об этом написано довольно много, и повторяться здесь ни к чему; ключевое методологическое положение заключается в идее совпадения диалектики, логики и теории познания, которое снимает разделение «онтологии» и «гносеологии» предмета исследования. Внутренняя диалектика его определений должна быть понята как логика (= история и теория развития) его становления; будучи же понята именно так, эта диалектика (= логика) становится и теорией познания этого предмета, обнажая в единстве логического и исторического предельные контуры его – предмета – бытия: от возникновения, через самодвижение к своему отрицанию, снятию себя в качественно ином образовании.

Задача, таким образом, сводится к развертыванию этого движения в формах мысли – за неимением для подобных областей знания лучших инструментов, как подчеркивал Маркс. Не останавливаясь сейчас на особенностях механизма такого развертывания, необходимо отметить, что образ действительной истории становления предмета исследования в содержательной логике не должен быть вульгарным, упрощенным,

²¹ К сожалению, важнейшая категория «межсубъектность» по смыслу употребления все больше превращается сегодня в идеологический конструкт того же порядка, что и «открытое общество» у Поппера, а по своей функциональной роли заменяет категорию «объективность», бездумное употребление которой в прежнее время придавало рассуждениям вес. В качестве примера серьезно-теоретического отношения к категории «межсубъектность» можно привести работу М. Семека «Две модели межсубъектности».

²² Канарский А.С. Диалектика эстетического процесса. Киев, 2008. С. 81.

рассудочным. Сам механизм здесь по необходимости диалектичен – то есть внутренне присущ процессу отражения как становлению тождества всех противоречивых определений предмета.

С чего же начинать это движение? В каких необходимых категориях должно себя определить фрактальное? Каковы основные моменты такого движения? Как и в чем возможно снятие фрактального? Вопросов масса: развернутый ответ на них и может единственно составлять саму теорию фрактального. Оставляя такой ответ за рамками данного текста и имея в виду вопрос, помещенный в заглавии, обозначим некоторые методологически важные пункты.

Прежде всего, необходимым моментом движения познания от абстрактного к конкретному является движение обратное, совершающееся на каждом шаге. Маркс, говоря о здравом смысле, что требует начинать исследование с конкретного и реального – населения в случае политической экономии, – указывает: *«Таким образом, если бы я начал с населения, то это было бы хаотическое представление о целом, и только путём более близких определений я аналитически подходил бы ко всё более и более простым понятиям: от конкретного, данного в представлении, ко всё более и более тощим абстракциям, пока не пришёл бы к простейшим определениям»*²³. Почему эти движения не рядоположены, а именно одно является моментом другого, разъясняет и Ильенков²⁴, и Гегель²⁵, и Канарский²⁶, и сам Маркс²⁷. Делая фрактал объектом изучения, мы должны признать в некотором роде успешным проведенный ранее анализ, выявивший его существенные определения; этот анализ помогает составить первоначальное представление об области фактов, которые будут относиться к исследованию. Но также мы вынуждены констатировать отсутствие на сегодняшний день **логического начала** построения его теории. Вероятно, причиной тому – та же проблема, которую отмечает Маркс, говоря о трудностях понимания 1 главы «Капитала»: *«Форма стоимости, получающая свой законченный вид в денежной форме, очень бессодержательна и проста. И, тем не менее, ум человеческий тщетно пытался постигнуть её в течение более чем 2 000 лет, между тем как, с другой стороны, ему удался, но крайней мере приблизительно, анализ гораздо более содержательных и сложных форм. Почему так? Потому что развитое тело легче изучать, чем клеточку тела. К тому же при анализе экономических форм нельзя пользоваться ни*

²³ Маркс К., Энгельс Ф. ПСС. 2 изд. Т. 46. Ч. 1. М.: Изд-во полит. лит., 1968. С. 37.

²⁴ Ильенков Э.В. Абстрактное и конкретное. Собр. соч. Т. 1. М: Канон+, 2019.

²⁵ Гегель Ф.В.Г. Энциклопедия философских наук. Т.1. Наука логики. М.: Мысль, 1974. 452 с.

²⁶ Канарский А.С. Диалектика эстетического процесса. Киев, 2008. 380 с.

²⁷ Маркс К., Энгельс Ф. ПСС. 2 изд. Т. 46. Ч. 1. М.: Изд-во полит. лит., 1968.

микроскопом, ни химическими реактивами. То и другое должна заменить сила абстракции»²⁸.

Изучение фрактальности рождает еще одно затруднение: если капитализм у Маркса как прогрессивная эпоха общественно-экономической формации и эстетическое у Канарского, понятое как движение человеческой чувственности, несомненно обнаруживают себя и в объективной реальности, и в форме отдельных наук, делающих, соответственно, экономические и эстетические отношения своим предметом, то однозначное отнесение фрактальности к сфере определенной науки довольно затруднительно. Это, в свою очередь, приводит и к проблеме выявления форм фрактального в объективной реальности, к проблеме его «онтологии»: справедливо ли говорить о существовании фрактала или это лишь «понятие, позволяющее структурировать внешний мир»? Думается, что понимание логики как диалектической позволяет исключить крайности рассмотрения и понять фрактальное как процесс (в том числе исторический), в который введена повседневная практика действительных людей, необходимо создающих в этой практике как «внешний мир», так и свою субъективность.

Остается существенная трудность: если мы ведем изучение фрактала средствами диалектической логики, значит ли это, что фрактал должен быть понят и как логическая категория? Трудность немалая, особенно учитывая то, что существующие до сих пор прикладные логики не трактовали объектов своего исследования таким образом. В самом деле, эстетическое – вовсе не категория логики, капитализм – и подавно. Проблема введения в логику новых категорий обсуждалась прежде довольно остро, и было бы странно не учитывать разумных аргументов «против». Что результат использования диалектического метода не есть само по себе результат развития логики, отмечает Э.В. Ильенков: *«Диалектика впитывает в себя жизненные соки действительности только через процесс ее применения к решению уже не специально-философских проблем, или, точнее, не только специально-философских проблем, а и проблем любой другой области знания, что вовсе не означает, однако, что «применение» диалектики автоматически совпадает с развитием ее собственного теоретического аппарата»²⁹.*

Так, может быть, фрактал – частнонаучная категория? Е.П. Ситковский очень точно обращает наше внимание на различие категориальных типов: *«Частнонаучные категории надо отличать от философских, логических категорий, которые обычно обозначаются как категории материалистической диалектики. Не должно ни у кого вызывать чувства обиды или неудовольствия, если та или иная*

²⁸ Маркс К., Энгельс Ф. ПСС. 2 изд. Т. 23. М.: Изд-во полит. лит., 1960.. С. 6.

²⁹ Ильенков Э.В. Античная диалектика как форма мысли // Философия и культура М.: Политиздат, 1991. С. 56.

частнонаучная категория, излюбленная каким-либо философом, не возводится в ранг универсальных диалектических понятий, на которых держится все человеческое мышление! И частнонаучная категория есть категория и полновластный хозяин в своей области»³⁰.

Звучит резонно. Но в какую же частную науку фрактал «уместить»? Может ли он быть выражен с помощью умелого и точного обращения с уже существующими категориями? Именно к такому обращению призывает Э.В. Ильенков: *«Может случиться — что и случается очень часто, — что в “усовершенствовании” нуждаются вовсе не исторически разработанные категории, а всего-навсего умение их грамотно “применять”, т.е. представления о действительном, уже разработанном в философии содержании этих категорий. В наши дни очень часто приходится слышать разговоры о том, что категории классической диалектики устарели, что их нужно радикально переработать, приведя в согласие с “новейшими достижениями науки”. А на поверку сплошь и рядом оказывается, что устарели не определения категорий, а то понимание их, из которого в данном случае исходят»³¹.*

Ниже, однако, он признает, что развитие категорий диалектики — задача *«сама по себе и необходимая, и благородная, и философски оправданная»³²*. Ключ к ответу находим у Гегеля: *«Продвигаясь в своей «Логике» от категории к категории, Гегель на каждой ступени своего углубления в познание идеи ставит и решает вопрос: что дает данная категория для познания идеи или, говоря материалистическим языком, для познания сущности вещей?»³³*. Представляется верным, что случай фрактального особенно интересен тем, что он является одновременно и логической категорией, и объектом действительности. В смысле его исследования как объекта прикладной логики, он проявляет себя в определениях всесторонней фрагментарности, хаотичности и тотальной разорванности бытия в различных масштабах и уровнях: прежде прочих следует отметить принадлежность к отчетливо фрактальной проблематике таких знаменитых проблем, как проблема отчуждения, проблема симуляции и иллюзорности, проблема становления и действия превращенных форм, проблема заблуждения в теоретическом познании. В логическом же плане разворачивание моментов фрактального (фрагментарности, самоподобия, итеративности, масштабной

³⁰ Ситковский Е.П. Философская энциклопедия Гегеля // Гегель Ф.В.Г. Энциклопедия философских наук. Т.1. Наука логики. М.: Мысль, 1974. С. 45.

³¹ Ильенков Э.В. Античная диалектика как форма мысли // Философия и культура М.: Политиздат, 1991. С. 56.

³² Там же, с. 57.

³³ Ситковский Е.П. Философская энциклопедия Гегеля // Гегель Ф.В.Г. Энциклопедия философских наук. Т.1. Наука логики. М.: Мысль, 1974. С. 40.

инвариантности, стохастичности) намечает связь с «тотальностью», важнейшей гегелевской категорией.

Основная рабочая гипотеза исследования заключается в том, что категория фрактальности как предельная частичность есть «свое иное» тотального, целостного и снимается последним³⁴ именно на том этапе, когда фрактальное в своих сущностных определениях становится актуальным субъектом логического движения – и не ранее. Сам характер этого снятия также интересен тем, что он необъясним с точки зрения гегелевской логики, с помощью самодвижения понятия – недаром тотальность у Гегеля непосредственно является тем рычагом, что это самодвижение обеспечивает. Подобное «исключение из правил» неизбежно имеет своим следствием появление полярной категории, которая также в определенном смысле является исключением. Гипотеза эта, впрочем, требует самого тщательного подтверждения в исследовательской работе.

³⁴ Гегель отмечает, что в случае столкновения противоположных понятий, необходимо выяснить, «не есть ли нечто третье их истина или не есть ли одно из них истина другого» (Наука логики, т. 3, с. 186). В случае противоположности фрактального и тотального существуют основания утверждать, что такой истиной является тотальное.

В.Е. Пеньков
(Белгород)

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СТРУКТУРНОГО УСЛОЖНЕНИЯ МАТЕРИИ

Рассматриваются различные подходы к решению проблемы тепловой смерти Вселенной. Автор показывает, что второй закон термодинамики является частным случаем более общей закономерности, а именно – стремления системы к наиболее вероятному состоянию. Если в системе между ее отдельными элементами невозможно образование связей, система стремится к термодинамическому равновесию, в противном случае наиболее вероятное состояние соответствует образованию структуры. Такой методологический подход объясняет образование сложных структур в эволюции Вселенной.

Ключевые слова: *тепловая смерть Вселенной, структурная организация, энтропия, вероятность.*

* * *

Одной из наиболее сложных проблем современного естествознания является проблема тепловой смерти Вселенной, суть которой заключается в том, что согласно второму закону термодинамики энтропия замкнутой системы стремится к максимальному значению, что соответствует стремлению системы к термодинамическому равновесию, а следовательно, образование сложных структур в такой системе если не невозможно, то крайне маловероятно.

Тем не менее в этом вопросе существует немало противоречий и споров. Наиболее проблемным в методологическом отношении является вопрос о возможности применения второго начала термодинамики к различным процессам. И если эволюцию сложных химических систем, а тем более биологических видов можно объяснить тем, что это сложные формы движения материи и на них не всегда можно распространять физические законы, или, что еще более просто, указанные системы необходимо рассматривать как незамкнутые, в которых второй закон термодинамики и не должен выполняться, то при рассмотрении эволюции на этапе физической формы движения материи этот вопрос становится наиболее острым.

Как правило, говоря о втором начале термодинамики, ученые подчеркивают, что постепенно все сложные структуры должны распадаться, хаос увеличиваться, энергия обесцениваться. Так в науке обозначена проблема тепловой смерти Вселенной. В то же время современные данные говорят о том, что мир родился из хаоса в результате квантового скачка, при котором ситуация была неравновесной и поэтому была возможность образования сложных структур. Однако одним из постулатов теории о происхождении Вселенной является ее однородность

и изотропность. То есть, даже если и было неравновесное состояние в момент квантового скачка, оно очень быстро перешло в равновесное состояние, и лишь потом из него стали образовываться определенные структуры. Таким образом, надо ставить вопрос не о том, что Вселенную в будущем ждет тепловая смерть, а о том, каким образом из равновесного состояния образовались устойчивые структуры, ведь это противоречит второму началу термодинамики, которое утверждает, что замкнутая физическая система стремится к состоянию термодинамического равновесия. Но если на ранних стадиях эволюции Вселенной в ней существовала только физическая форма движения материи и она была в равновесном состоянии, то каким же образом могли образовываться упорядоченные структуры?

В традиционных подходах эта проблема решается следующим образом: либо Вселенная считается не замкнутой, либо в ее отдельных областях существуют неравновесные состояния, приводящие к образованию сложных структур, либо, учитывая статистический характер второго начала термодинамики, говорят, что в принципе образование структуры возможно, хотя и маловероятно. Однако за миллиарды лет существования Вселенной такие маловероятные события все же случаются.

Тем не менее опыт показывает, что усложнение структур идет во Вселенной повсеместно – это скорее закономерность, нежели случайность. Может быть, проблема состоит в том, что мы не до конца понимаем все процессы и пытаемся применять закон термодинамики там, где это неприемлемо. Вместо того чтобы искать причины нарушения этого закона, необходимо посмотреть на ситуацию под другим методологическим углом и найти другое решение.

Энтропия системы S определяется как величина, пропорциональная натуральному логарифму статистического веса макросостояния системы Ω , где коэффициентом пропорциональности служит постоянная Больцмана k :

$$S = k \cdot \ln \Omega. \quad (1)$$

В свою очередь, статистический вес (число способов реализации данного макросостояния) системы с заданным числом частиц в каждой ячейке N_1, N_2, \dots, N_m определяется как отношение:

$$\Omega = \frac{N!}{N_1! \cdot N_2! \cdot \dots \cdot N_m!}, \quad N_1 + N_2 + \dots + N_m = N, \quad (2)$$

где N – полное число частиц, m – число ячеек¹.

Если в системе между отдельными частицами невозможно образование связей, то полное число частиц в системе не изменяется, происходит только перераспределение числа частиц по ячейкам: это может быть положение в пространстве, распределение по высоте, по скоростям и т.п. Наиболее вероятное состояние системы соответствует распределению частиц, которое близко к равномерному. Этому же состоянию соответствует максимальный статистический вес, что тождественно максимуму энтропии. Изменение статистического веса при неизменном числе частиц происходит за счет их перераспределения между частями сосуда.

Если же частицы могут при взаимодействии образовывать более сложные структуры, то полное число частиц в системе меняется (система становится другой). Сравнить энтропию системы до образования связи и после методологически некорректно, поскольку это будет уже не изменение энтропии замкнутой системы, а сравнение энтропии двух разных систем. При этом меняется числитель в формуле (2), и физика процесса не соответствует второму закону термодинамики.

В этом случае считается, что вероятность образования связей достаточно мала, и второй закон термодинамики не нарушается, а просто в силу случайности происходит событие с малой вероятностью. При таком подходе образование структур выступает все-таки как маловероятное, а не закономерное событие.

Однако и здесь имеется методологическая ошибка. Когда говорят о том, что вероятность образования сложной структуры очень мала, неявно подразумевается, что попытка ее образования проходила единожды, забывая о том, что в природе одни и те же процессы могут повторяться большое количество раз. И.Л. Генкин отмечает: «Вопреки распространенным представлениям более вероятно именно состояние вещества с развитой структурой, а отнюдь не первозданный хаос... Представление, согласно которому появление предпочтительных структур маловероятно, основано на недоразумении, на применении комбинаторики там, где она неприменима»².

Рассмотрим конкретный пример. Какова вероятность того, что при бросании игральной кости выпадет цифра 6? При первом бросании она равна $\frac{1}{6}$. При втором бросании это уже условная вероятность, и ее легче просчитать, вычислив вероятность того, то в обоих случаях цифра 6 не

¹ Барышева Т.Б. Второе начало термодинамики и энтропия. М., 2017 С. 15.

² Генкин И.Л. Энтропия и эволюция Вселенной // Астрономия, методология, мировоззрение. М., 1979, С. 181–182.

выпадет, а потом из единицы вычтешь полученное значение: $1 - \left(\frac{5}{6}\right)^2 = \frac{11}{36}$,

что намного больше, чем для одного броска.

В общем виде это можно выразить следующим образом.

Пусть вероятность образования связи между двумя элементами при их взаимодействии $0 < p < 1$. Тогда вероятность того, что при взаимодействии структура не образуется, равна $1 - p$. При числе взаимодействий, равным n , вероятность необразования связи будет равна $(1 - p)^n$. При стремлении числа взаимодействий к бесконечности вероятность того, что связь не сможет образоваться, можно найти как предел:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (1 - p)^n = 0, \quad (3)$$

поскольку $0 < (1 - p) < 1$. Вероятность же образования связи при $n \rightarrow \infty$ будет равна единице.

Таким образом, при любой, не равной нулю вероятности образования какой-либо связи она неизбежно образуется, и это как раз будет наиболее вероятное состояние системы. Когда же новая структура образовалась, она уже выступает как единое целое, и, применяя вышеизложенные рассуждения для нее, мы приходим к выводу, что и она рано или поздно образует связи с другими элементами.

В формуле (2) это будет выражаться в уменьшении полного числа частиц N (фактически система становится качественно другой), что приводит к уменьшению числителя, а физически это соответствует образованию сложной структуры. Таким образом, изменение энтропии происходит по принципиально иной причине, нежели в случае отсутствия взаимодействия между элементами системы, и в этом случае она не увеличивается, а уменьшается.

Но и в том, и в другом случае система стремится к наиболее вероятному состоянию, которое в первом случае предстает как термодинамическое равновесие, а во втором соответствует образованию структуры. Другими словами, второй закон термодинамики является следствием более общего положения: система стремится к наиболее вероятному состоянию.

Вторая проблема структурного усложнения материи связана с тем, что в природе образуются конкретные структуры, способные выполнять определенные функции.

Для объяснения вышеуказанного факта как события с вероятностью, стремящейся к нулю, в традиционных подходах используется гипотеза о множественности Вселенных. При этом вероятность рассчитывается не

ступенчато, а линейно в строго определенной последовательности событий, при которой любой неудачный шаг приведет к обрыву цепочки и невозможности образования структуры.

Однако несложный анализ показывает, что такие рассуждения некорректны. Если нет цели каких-либо действий, то говорить о какой-либо вероятности просто бессмысленно. Ведь, согласно классическому определению, это есть отношение числа благоприятных событий к числу возможных.

Даже если мы рассматриваем частотное определение вероятности, все равно неявно предполагается существование как благоприятных, так и неблагоприятных исходов. Если же нет цели, то понятие благоприятного исхода теряет смысл, ведь в принципе любой исход будет равнозначен. Достаточно, чтобы материя в процессе эволюции образовывала все более сложные структуры, а в какой форме это будет осуществляться, не имеет никакого значения.

А вот когда конкретные формы уже появились, повторить такой же процесс практически невозможно, поскольку возможностей бесчисленное множество, а благоприятное событие уже задано, и вероятность имеет определенный физический смысл. Однако в этом случае вероятность повторения того или иного события при неограниченном числе возможностей практически равна нулю. В том числе и поэтому не удастся воспроизвести молекулу ДНК в лабораторных условиях.

На основе вышеизложенного остановимся на вопросе о возможностях науки в объяснении тех или иных эволюционных процессов. Здесь так же содержится серьезная методологическая ошибка.

У многих возникает мнение, что наука обязана объяснить любое явление и дать однозначный ответ – каким образом развивалась или будет развиваться система. Этого в принципе сделать нельзя по следующей причине: наш мир является нелинейным, и система, подходя к качественному преобразованию (точке бифуркации), может двигаться в различных направлениях, каждое из которых теоретически возможно. Какое из этих направлений выберет природа, можно определить только экспериментально.

При рассмотрении событий в прошлом направлении возникает следующая ситуация: мы видим какое-то конкретное состояние системы, но прийти в это состояние природа могла разными путями, каждый из которых теоретически возможен. Выбрать один из возможных путей можно только экспериментально. А поскольку наблюдательных данных из прошлого у нас нет (или их недостаточно), невозможно однозначно сказать, каким образом система пришла в то или иное состояние.

Если мир является нелинейным и неоднозначным, то и наука, которая объективно описывает мир, не может давать однозначных

предсказаний, если отсутствуют экспериментальные данные, что зачастую бывает при изучении эволюционных процессов.

В этом случае задача науки состоит не в том, чтобы однозначно описать, как именно развивались события, а в том, чтобы объяснить принципиальную возможность тех или иных явлений.

Если изначально не задана цель эволюции, говорить о вероятности образования конкретных форм некорректно, поскольку отсутствуют благоприятные события, и понятие вероятности теряет смысл.

Повторить же экспериментально тот или иной эволюционный процесс невозможно ввиду малой вероятности. Когда событие один раз свершилось, мы уже имеем благоприятное событие, в отличие от начального состояния. А поскольку возможных вариантов очень и очень много, вероятность осуществления того же самого события стремится к нулю.

От науки нельзя требовать однозначных предсказаний. Наука не должна однозначно говорить о том, как пойдет то или иное событие. Ее задача должна состоять в том, чтобы выявить законы, по которым идет развитие мира, а конкретные формообразования предсказать нельзя.

При описании прошлых событий нельзя однозначно сказать, как проходила эволюция материи, ввиду того, что конкретные формообразования могли быть получены различными путями. Так как мы не имеем полных экспериментальных данных, наука должна описать принципиальную возможность появления тех или иных форм, а не проследить всю цепочку эволюции.

Я.С. Яскевич
(Минск)

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И СОЦИАЛЬНАЯ АНАЛИТИКА: ВЫЗОВЫ ГЛОБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

В статье раскрывается статус и предназначение социальной аналитики и цифровой экономики в условиях глобальной социальной коммуникации и вызовов информационного общества. Показывается, что 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.

* * *

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 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,

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

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

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, и тогда он 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 кампаний 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 медиаплощадках – соцсетях, блогах 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 необходимо своевременно отвечать системе университетского образования. 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 от того, 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

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 обращения 04.03. 2017).

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 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 включения 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 медиакоммуникации в экономике, социологические методы исследования цифровых медиа и Интернета, блоггинг и социальные сети, новые медиа и политические коммуникации, PR и реклама в Интернете, социальные проблемы компьютерных и онлайн-игр, для их последующей реализации в самых различных областях исследования – образовании, экономике, политике, бизнесе.*

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*, то есть 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,

⁵ Десять трендов аналитики социальных медиа в 2016 году [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pvsm.ru/analiz-danny-h/116978> (дата обращения 04.03. 2017).

аналитическое исследование обсуждения закона о «Праве на забвение», проведенное компанией *YouScan* 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

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 государственного экономического университета. Мн.: БГЭУ, 2010. С. 3–10.

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 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 невостребованными⁹. Эффективное управление персоналом становится ключевым показателем. 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 (НСИ), оценивающий различные методы и принципы управления персоналом и принятия решений, подтверждает четкую взаимосвязь между эффективностью сотрудников компании и высоким доходом акционеров, как показывают исследования

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

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

международной компании Watson Wyatt Consulting¹⁰.

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, 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

¹⁰ Oliver J. Invest In People and Profitability and Productivity // Management Today. 1998 March. – Tsupport@Bellhowell, inforlearning – com.

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

¹² Залесский Б.Л. Медийная инноватика: взгляд в будущее // Materiały VIII Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Europejska nauka XXI powieka – 2012. Vol. 12. Filologiczne nauki: Przemysl. Naukai Studia. С. 43–51.

подхода, гибкой мобильности, ориентированности на корпоративную культуру и интересы клиента.

Б.Л. Яшин
(Москва)

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГУМАНИТАРИЗАЦИИ МАТЕМАТИКИ

В статье раскрываются различные аспекты процесса гуманитаризации математики. Освещается связь математических построений с их социокультурными основаниями, место математического знания в системе наук.

* * *

На современном этапе развития одной из характерных особенностей науки является все более усиливающееся внимание учёных и философов к проблемам её гуманитаризации, которая обусловлена потребностью в «очеловечивании» этой сферы духовного производства. Под гуманитаризацией науки при этом чаще всего понимают усиление внимания к наиболее важным проблемам жизни и деятельности человека как высшей ценности, к его роли в науке и технике, к использованию научных результатов с максимальной пользой для людей и минимизацией возможностей нанесения вреда человеку и окружающей его природе. Кроме этого гуманитаризация науки предполагает сближение социально-гуманитарного, естественнонаучного и технического знания в области их методологии, а также преодоление в науке технократических тенденций, противоречащих потребностям и всестороннему свободному развитию личности.

Процесс гуманитаризации науки не мог не затронуть и такой, казалось бы, строго формальной, не имеющей прямого отношения к гуманитарным проблемам человека и человечества науки, как математика. Хотя в период, когда названный процесс еще только-только начал проявлять себя в научном познании, потребность «очеловечивания» математической науки рассматривалась большинством математического сообщества как своеобразное покушение на такие её специфические черты, как объективность и определенность, как «еретическое» отклонение от принятых в математической науке канонов.

Такая же ситуация была и в философии математики: многие философы, занимавшиеся теми или иными проблемами математики, считали её в некотором смысле «самодостаточной» наукой, изолированной от других систем научного знания, абсолютно независимой от влияния на неё человека.

К настоящему времени положение дел существенным образом изменилось. Вопрос о том, возможна ли гуманитаризация математики¹, уже не вызывает недоумения, а сама идея гуманитаризации математической науки не пугает ни математиков, ни философов. Более того, некоторые из них настаивают на включении математики в гуманитарную культуру.

Известный американский математик Р. Херш, например, в одной из своих работ убедительно показывает, что математика не только представляет собой человеческую деятельность, которая близка деятельности гуманитариев, но и то, что результат этой деятельности – система математического знания – это исторический и социальный феномен, являющийся частью человеческой культуры. Именно поэтому он считает, что математику необходимо включить в гуманитарную культуру².

В предисловии к книге «18 Unconventional Essays on the Nature of Mathematics», редактором которой был Р. Херш, он пишет, что собрал в ней статьи философов, когнитивистов, социологов, компьютерщиков и даже математиков, которые говорят оригинальные, даже провокационные вещи о математике, заставляющие задуматься. Р. Херш предлагает математической философии не искать несомненную истину, а рассматривать математические объекты как особую разновидность социально-культурно-исторического объекта, а математическое знание таким, как оно есть на самом деле. Знанием, в котором вполне возможны ошибки и их исправления. Знанием, которое может быть недостоверным и эволюционирующим, как и любой другой вид человеческого знания³.

А в одном из своих интервью Р. Херш прямо утверждает, что математика является частью культуры, частью истории, что она, как закон, как религия, как деньги и как все вполне реальные вещи, созданные человеком, реальна только лишь как продукт коллективного человеческого сознания⁴.

Идея принадлежности математики к духовной культуре, её тесной связи с конкретными историческими условиями, зависимости от таких факторов, как время и география, особенности культуры и социума той или иной страны в настоящее время активно отстаивается в работах отечественных и зарубежных представителей социокультурного или, как

¹ Панов М. И. Возможна ли гуманитаризация математики // Диалектика фундаментального и прикладного. М.: Наука. 1989. С.74–84; Строгалов А.С., Шеховцов С.Г. Математика как гуманитарная наука. М.: МГУ. 2002.

² Hersh R. What Is Mathematics, Really? Oxford Univ. Press, 1997.

³ 18 Unconventional Essays on the Nature of Mathematics / Reuben Hersh, ed. New York: Springer, 2005. P. 326.

⁴ Reuben Hersh [Электронный ресурс]. URL: https://www.edge.org/conversation/reuben_hersh-reuben-hersh-1927-2020 (дата обращения: 02.05.2020).

его еще называют, нефундаменталистского направления в философии математики⁵.

В рамках этого направления сосуществуют различные подходы, точки зрения и трактовки математического творчества, характера связей математики и культуры. Среди всех работ здесь выделяются исследования исторического характера, в которых основное внимание уделяется некумулятивистскому подходу к пониманию развития математики; работы, связанные с изучением истории математической науки в контексте характерных черт социума и существующих в нем на том или ином этапе развития социальных отношений; а также исследования, где обосновывается тезис о том, что развитие математики во многом определяется особенностями культуры, в рамках которой она возникает и развивается⁶.

Идея принадлежности математики к духовной культуре, её зависимости от конкретных исторических и социокультурных факторов далеко не нова, её высказывали уже в своих трудах такие, например, авторитетные во всем мире философы, как Н.Я. Данилевский и О. Шпенглер.

В частности, Н.Я. Данилевский в своей книге «Россия и Европа» писал, что наука в целом несёт на себе «печать национальности». Это выражается, с его точки зрения, в предпочтениях разными народами разных наук, в их «естественной односторонности способностей и мировоззрения», а кроме того – в «народном характере», являющемся примесью субъективных индивидуальных особенностей каждого народа к объективной истине.

«Народный характер», по мнению Н.Я. Данилевского, проявляется и в «чистой математике»: если «греки в своих математических изысканиях употребляли так называемую геометрическую методу», пишет он, то «ученые новой Европы употребляют преимущественно методу аналитическую». Такое различие в методах исследования «не есть случайность, а находит себе самое удовлетворительное изъяснение в психических особенностях народов эллинского и германо-романского культурного типов»⁷.

О. Шпенглер в своем понимании взаимосвязей математики и культуры пошёл дальше Н.Я. Данилевского, утверждая, что корни

⁵ Яшин Б.Л. Особенности нефундаменталистского (социокультурного) подхода к математике // Яшин Б.Л. Философские проблемы математики: история и современность. М.–Берлин: Директ-Медиа. 2018. С. 137–141.

⁶ Стили в математике: социокультурная философия математики / под ред. А.Г. Барабашева. СПб.: РХГИ. 1999. С. 254–255.

⁷ Данилевский Н.Я. Отношение народного к общечеловеческому // Россия и Европа [Электронный ресурс]. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Sociolog/aver/14.php (дата обращения: 12.04.2020).

культуры, в том числе религии, искусства и науки в целом, имеют математический характер, так как математика запечатлевает в себе разное отношение к миру вещей людей, принадлежащих к разным культурам.

Более того, О. Шпенглер настаивает на том, что математика не универсальна, что существует столько же математик, сколько существует культур. Каждая математика, утверждает он, зависит от специфики культуры, в которой она коренится, и от того, какие люди о ней размышляют. Каждая из этих математик имеет свой собственный язык, близкий языку форм таких искусств, как музыка, поэзия, скульптура и т. п., представляющих собой разные модификации одной и той же души. Главное отличие, например, античной математики от современной западноевропейской математики, с его точки зрения, состоит в том, что первая имеет своим фундаментом стереометрию и поэтому знает только действительные числа. Вторая же – владеет уже комплексными, гиперкомплексными, неархимедовыми и другими видами чисел⁸.

Точку зрения о том, что «математика вне зависимости от её практического использования представляет собой феномен духовной культуры», что она обладает высоким гуманитарным потенциалом, активно отстаивают и многие наши современные ученые. Известный математик и лингвист В.А. Успенский, например, в одной из своих работ утверждает, что «безоговорочное отнесение математики к естественным наукам» вызывает серьёзные возражения. И хотя нередко математику считают частью физики в силу того, что «математика описывает свойства внешнего, физического мира, – пишет В.А. Успенский, – с тем же успехом её можно считать частью психологии, поскольку изучаемые в ней абстракции суть явления нашего мышления и тем самым должны проходить по ведомству психологии. Не менее очевидна и логическая, приближающаяся к философской, составляющая математики»⁹. Кроме этого он утверждает, что «математика входит в мировую культуру и своим этическим аспектом», что подтверждается тем, что «математика не допускает лжи. «Она требует, – пишет В. А. Успенский, – чтобы утверждения не просто провозглашались, но и доказывались. Она учит задавать вопросы и не бояться непонимания ответов. Она по природе демократична: её демократизм обусловлен характером математических истин. Их непреложность не зависит от того, кто их провозглашает, академик или школьник»¹⁰.

⁸ Шпенглер О. Закат Европы. Образ и действительность. Том 1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.e-reading.club/book.php?book=97744> (дата обращения: 02.03.2020).

⁹ Успенский В.А. Математическое и гуманитарное: преодоление барьера. М.: МЦНМО. 2011. С. 3.

¹⁰ Успенский В.А. Апология математики, или О математике как части духовной культуры // Новый мир. 2007. № 11, 12. [Электронный ресурс]. URL: <http://lpcs.math.msu.su/~uspensky/zhurnzal.html> (дата обращения: 02.05.2020).

На сближение математики и гуманитарных наук еще в конце прошлого века указывал и советский геометр И.М. Яглом, который в своих работах по истории математики изучал взаимосвязи математики, естественных и гуманитарных наук, а также её влияние на различные аспекты жизни социума. В частности, в одной из таких работ он писал: «... сближение математики с гуманитарными дисциплинами привело к определенной «гуманизации» математики, к проникновению в неё подходов и точек зрения, характерных для наук гуманитарного цикла ... можно даже сказать, что для наших дней типичен не только математически мыслящий гуманитарий, но и гуманитарно мыслящий математик»¹¹.

То, что математика, как и наука в целом, представляет собой феномен культуры, как мне кажется, сегодня ни у кого не вызывает сомнений. Некоторые сомнения и вопросы возникают лишь тогда, когда, во-первых, пытаются с определенной строгостью установить место, которое она занимает в такой области культуры, как научное знание, где традиционно выделяют естественные, технические и гуманитарные науки. Во-вторых, когда стремятся выявить некую гуманитарную составляющую математики, а в-третьих, когда, полагая математику абсолютно негуманитарной наукой, стремятся найти варианты её гуманитаризации.

Что касается попыток строго и однозначно установить место математики в общей системе современного научного знания, то я считаю вполне обоснованной точку зрения, согласно которой математические науки в своей совокупности образуют в ней относительно самостоятельную группу. Ни одна из этих наук, строго говоря, не имеет эмпирического базиса. Каждая имеет дело с весьма специфическими идеализированными объектами: числами и геометрическими фигурами, дифференциалами, интегралами и функциями, множествами, полями и кольцами, матрицами и их детерминантами, то есть с абстракциями, созданными человеческим умом. В каждой из этих областей математического знания нередко используются и свои собственные методы. Математика и развивается исключительно теоретически, без оглядки на реальный мир.

С определёнными трудностями сталкиваются исследователи и при попытках выделения в математике гуманитарной составляющей. Во многом это связано с отсутствием в науке и философии однозначной трактовки гуманитарности.

В самом общем плане под гуманитарностью науки чаще всего понимают последствия воздействия человека на процесс и результаты познавательной деятельности, а вместе с этим – и на самого себя. Гуманитарность проявляет себя прежде всего «в тех процессах мышления,

¹¹ Яглом И. Что такое математика [Электронный ресурс]. URL: http://www.math.com.ua/articles/what_is_math.html (дата обращения: 02.03.2020).

высказывания, межличностных отношений, где человек находится в процессе самосоздания, где он менее всего определен и завершен»¹². Иными словами, «гуманитарность» предполагает наличие у человека уникальной способности, связанной с направленностью на раскрытие потенциала его души и разума, формирование у него качеств, возвышающих личность.

Достаточно очевидно, по-моему, что при таком понимании гуманитарность для математики оказывается связанной с возможностями использования её универсального языка практически во всех областях научного знания, и в первую очередь – знания социально-гуманитарного. А кроме того с тем, что она сама являет ярчайший пример критического мышления и аналитического склада ума, умений рассуждать логично, обоснованно и т.п.

Что же касается гуманитаризации математики, то в этом случае чаще всего имеют в виду процесс взаимопроникновения математического и социально-гуманитарного знания, ускорения обмена в области их методологии, усиления влияния на математику гуманитарного знания, в котором используются её методы¹³.

С процессом гуманитаризации математики связаны сегодня также поиск и разработка новых математических методов. В её арсенале в настоящее время уже не только количественные методы, он пополняется нечисловыми и негеометрическими структурами и различными методами исследования качественных сторон объектов и процессов. Эти методы вполне могут стать ответом на ожидания социально-гуманитарных наук «надлежаще разработанного математического инструментария – “мягких моделей”, работающих в условиях нечетких формулировок и недостаточных данных»¹⁴.

Одним из вариантов реализации идеи приобщения математики к «мягким наукам», в котором «за Геркулесовыми столбами жёстких канонов» многим математикам видится «заманчивая перспектива», некоторые исследователи считают асимптотическую математику, в

¹² Эпштейн М. Будущее гуманитарных наук. Техногуманизм, креаторика, эротология, электронная филология и другие науки XXI века [Электронный ресурс]. URL: <https://paperpaper.ru/campus/chtenie-na-bumage-otryvok-iz-knigi-ku/> (дата обращения: 02.05.2020).

¹³ Яшин Б.Л. Гуманитарный потенциал математики // Яшин Б.Л. Философские проблемы математики: история и современность. М.–Берлин: Директ-Медиа. 2018. С. 201.

¹⁴ Чеботарева Е.Э. Математические модели в гуманитарных и естественных науках // Мысль (Журнал Петербургского философского общества. Вып. 17). СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. 2014. С. 74–75.

которой, по их мнению, есть все, что необходимо: «мягкость, гибкость, открытость. И контролируемая оценка точности»¹⁵.

Асимптотическая математика, по мнению этих исследователей, вместе с синергетикой могла бы быть фундаментом новой парадигмы, приблизив математическую науку к реальной жизни с её динамичностью, нелинейностью и недетерминированностью. Тем самым она, обладающая вышеназванными свойствами «мягкости» и «гибкости», способствующими сохранению целостности изучаемых объектов, вполне смогла бы стать, утверждают они, доминантой общего процесса гуманитаризации научной деятельности¹⁶.

В завершение разговора о некоторых проблемах гуманитаризации математики, мне кажется, следует еще раз подчеркнуть, что сама математика во всём своём объёме является продуктом деятельности человека. Именно поэтому современная философия математики обращает особое внимание на субъекта, производящего и воспроизводящего этот продукт, на математика и сообщество математиков¹⁷. Каждый математик, работая в рамках той или иной культуры, сам представляет собой её «произведение». А будучи погруженным в культуру, впитывая в себя её дух, он, вольно или невольно, воспроизводит этот дух в своем творчестве.

Вместе с тем и деятельность самого математика влияет не только строго на область математики, в которой он работает. Эта деятельность имеет весьма существенное значение и для культуры в целом, так как сама математика необходимым образом связана с другими ее составляющими: естественными и социально-гуманитарными науками, философией, религией и мифологией, литературой и изобразительным искусством, музыкой и архитектурой... Она не отделена от них непреодолимой пропастью. Она взаимодействует с этими составляющими культуры, привнося в каждую из них математическое и приобретая у каждой из них что-то специфическое, индивидуальное, а вместе с тем и общее для всех – гуманитарное¹⁸.

¹⁵ Баранцев Р.Г. Философский аспект асимптотической математики // Философия математики: актуальные проблемы: материалы междунар. науч. конф. 15–16 июня 2007. М.: Издатель Савин С.А., 2007. С. 14.

¹⁶ Андрианов И.В., Баранцев Р.Г., Маневич Л.И. Асимптотическая математика и синергетика. М.: Едиториал УРСС, 2004.

¹⁷ Шапошников В.А. Три парадигмы в философии математики // Философия математики: актуальные проблемы: материалы междунар. науч. конф. 15–16 июня 2007. М.: Издательство Савин С.А. 2007. С. 91–93.

¹⁸ Яшин Б.Л. Гуманитарный потенциал математики // Яшин Б.Л. Философские проблемы математики: история и современность. М.–Берлин: Директ-Медиа. 2018. С. 202–204.

МАТЕРИАЛЫ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОГО ОНЛАЙН-СЕМИНАРА С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «ОНТОГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОТКРЫТИЙ В ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУКАХ»

(, 15.05.2020)

Д.Н. Букин
(Волгоград)

ОТКРЫТИЯ В МАТЕМАТИКЕ: ТИПОЛОГИЯ И КОНТУРЫ ПРОБЛЕМНОГО ПОЛЯ

Вопросу об онтологических и гносеологических аспектах открытий в математике мы считаем нужным предпослать вопрос о типологии последних. Не стремясь ни в коем случае нивелировать заслуги уважаемых исследователей различных эпох, следует признать, что математические открытия могут различаться по своей масштабности, теоретической и прикладной значимости как для самой математики, так и для других наук, степени общественной полезности и т.д.

Так, особое место в истории математических наук занимают открытия, сопряженные с так называемыми кризисами оснований математики. На наш взгляд, эти кризисные состояния глубоко онтологически укоренены, поскольку обусловлены отсутствием в онтологии абстрактных категориальных конструкций, необходимых для описания математических объектов, бытие и становление которых выходит за рамки допустимых в данную эпоху представлений о мире. В этих случаях либо невозможно объяснить существование математических понятий, описывающих объект, либо оказывается неясным, как соотносится с действительностью математический объект, существование которого не доказано¹. Тем не менее, «благодаря» этим кризисам были открыты иррациональные числа, бесконечно малые величины, парадоксы теории множеств и др., что привело к значительному развитию наук (не только точных) как в эпистемологическом, так и в методологическом отношении.

Сказанное, впрочем, не означает, что эпохальные открытия в математике непременно должны быть связаны с тем или иным кризисным состоянием ее оснований. Примером могут служить исследования

¹ Подробнее об этом см.: Букин Д.Н. Кризис оснований математики как кризис онтологии // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Сер. Социальные науки. 2011. № 4 (24). С. 95–101.

Г. Перельмана в области теории пространств Александрова, а также гипотез Терстона и Пуанкаре. К другим, возможно, менее известным открытиям современности можно отнести, например, результаты исследований А.А. Болибруха (решение проблемы сведения произвольной неприводимой СЛДУ с рациональными коэффициентами к стандартной биркгофовой форме), Л.Д. Фадеева (разработка уникального метода исследований квантовых интегрируемых моделей), Ю.Л. Ершова (построение принципиально нового расширения поля рациональных чисел с помощью теории локальных полей), математиков из Университета Северной Каролины и Университета Брауна (обнаружение нового механизма перемещения и взаимодействия мелких частиц в жидкостях) и т.д. Отдельной «разновидностью» открытий выступают результаты, в значительной степени полученные с помощью мощных ЭВМ (в частности, в России для этих целей суперкомпьютеры используют сразу несколько институтов РАН). В этом отношении интерес представляют предположения в духе прогнозов профессора математики Боннского университета К. Сцегеди, полагающего, что к 2029 году «компьютеры будут доказывать математические теоремы лучше, чем люди»². Вместе с тем, при всем уважении к коллеге, мы все же склоняемся к точке зрения его оппонента – британского математика К. Баззарда, который верит в то, что к этому времени компьютеры не продвинулись дальше того, чтобы «помогать нам доказывать утомительные леммы уровня ранних аспирантов»³.

Таким образом, назревает ряд вопросов. Как онтология современных математических открытий связана с онтологией «кризисных»? Каков онтологический статус замены человеческого мышления машинным на определенных этапах исследования? Имеет ли смысл говорить о единых онтологических (а, может быть, и онтических?) основаниях открытий в математике? Безусловно, проблемное поле темы онтологических предпосылок и онтологического статуса математических открытий может и должно быть дополнено многими другими вопросами. Так или иначе, до тех пор, пока мы полагаем, что наше сознание является частью мира, а не наоборот, такие исследования не прекратятся и во многом обогатят знания в области теоретической философии в целом и философской онтологии в частности.

² 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).

³ Там же.

В.Н. Князев
(Москва)

ОБ ОДНОМ ВАЖНОМ ОТКРЫТИИ, ЛЕЖАЩЕМ В ОСНОВЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СМЕНЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА

На рубеже XIX–XX вв. в классической физике, как заметил У. Томсон (Кельвин), на ее в целом чистом горизонте были лишь два темных облачка, которые, разумеется, свидетельствовали о ее неполном совершенстве и завершенности: опыт Майкельсона–Морли и проблема распределения энергии в спектре излучения абсолютно черного тела. Следует признать, что к концу XIX века классическая физика накопила весьма много достижений в рамках развития электродинамики и термодинамики (Дж. Максвелл, Л. Больцман, Р. Клаузиус, Г. Кирхгоф, Г. Гельмгольц, Г. Герц, Дж. Рэлей, Дж. Джинс, В. Вин и др.). К исследованиям этих знаменитых физиков обратился и Макс Планк, заинтересовавшись проблемой термодинамического равновесия теплового излучения с веществом. В частности, Планк задумал более строго осмыслить и математически обосновать закон излучения Вина. Он интуитивно чувствовал, что необходимость исследования энергетического спектра теплового излучения связана с изучением резонансного характера поглощения и излучения электромагнитных волн между осциллятором Герца с возбуждающей его электромагнитной волной. Ему удалось вывести формулу соотношения между спектральной плотностью теплового излучения и средней энергией одного резонатора. Он писал: «При этом получился тот замечательный результат, что такое соотношение совершенно не зависит от постоянной затухания осциллятора – обстоятельство, которое для меня было очень радостным и желанным, потому что оно позволяло до такой степени упростить всю проблему, что вместо энергии излучения можно взять энергию осциллятора, и таким образом, вместо запутанной системы, имеющей много степеней свободы, возникала простая системы с одной единственной степенью свободы»¹.

В 1900 году Рэлей изучал спектральные свойства излучения черного тела с позиции статистической физики на основе закона равномерного распределения энергии по степеням свободы. Вместе с Джинсом они выявили, что описание длинноволновой части спектра излучения абсолютно черного тела (АЧТ) вполне удовлетворительно, а вот коротковолновая часть спектра приводит к экспоненциальному росту интенсивности излучения («ультрафиолетовая катастрофа»). В этой связи В.А. Ильин и В.В. Кудрявцев пишут: «Формулы Вина и Рэля–Джинса не

¹ Планк М. Избранные труды. М.: Наука, 1975. С. 604

смогли адекватно описать особенности излучения АЧТ. Как стало ясно в дальнейшем, этого и нельзя было сделать в рамках классической физики... Нужны были новые идеи и новые подходы к решению. И это оказалось по силам *Максу Планку*. Им был сделан революционный шаг – высказана гипотеза о том, что *излучение абсолютно черного тела происходит дискретно, квантами*².

Имя Макса Планка действительно символизирует начало физики XX века. Очень часто его называют отцом квантовой физики, в истоки которой он заложил фундаментальный «первокирпичик». Известный историк науки М. Джеммер писал по этому поводу следующее: «На заседании Немецкого физического общества 14 декабря 1900 г. – эту дату часто считают «днем рождения квантовой теории» – Планк зачитал свою историческую статью «К теории распределения энергии излучения в нормальном спектре», в которой он ... ввел «универсальную постоянную» h , которой было суждено изменить ход развития теоретической физики»³. Открытие кванта действия объективно произвело революцию в физике, хотя субъективно самому Планку не было присуще стремление совершить грандиозный переворот в фундаментальной физике. Более того, вся его научная жизнь и деятельность была подчинена идее единства физической картины мира (ФКМ), преемственности этапов ее развития. Последовательное проведение этой идеи с неизбежностью натолкнуло его на один из существенных пробелов в физике конца XIX века.

Именно в поисках путей преодоления неизбежной, согласно закону Рэлея–Джинса, «ультрафиолетовой катастрофы» Планк во многом интуитивно выдвинул следующее предположение: энергия осциллятора с собственной частотой ν может принимать только значения, кратные величине $h\nu$. Именно допущение о прерывном характере испускания и поглощения света веществом, сама гипотеза о квантах света принципиально не вписывалась в существовавшую тогда картину мира классической физики.

Одной из характерных черт научного творчества Планка был его постоянный интерес к такому аспекту методологии физики, как эволюция физической картины мира. По мнению Планка, высшей своей целью научное познание считает обобщение пестрого многообразия физических явлений в единую стройную систему – картину мира. «Осуществлению системы единства в физике» (Планк) способствовали и принцип сохранения энергии, и принцип наименьшего действия, и принцип возрастания энтропии, и их объединение.

Планк был убежден в закономерном развитии физики. При этом оказывается, что каждый новый ее этап в теоретическом плане является

² Ильин В.А., Кудрявцев В.В. История и методология физики. М.: Издательство Юрайт, 2014. С. 260.

³ Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. М.: Наука, 1985. С. 32–33.

более бледным, сухим и лишенным непосредственной наглядности по сравнению с пестрым, красочным великолепием первоначальной картины. Однако, теряя в красках, физика приобретает все большее теоретико-модельное единство. «Старую систему физики, – писал Планк в своей статье «Единство физической картины мира», – можно сравнить не с одной картинкой, а скорее с целой коллекцией картин ... Можно было удалить любую из них, нисколько не повливав на все остальные. Это кажется уже невозможным по отношению к будущей картине физического мира. В ней нельзя будет пренебречь ни одним штрихом. Каждый штрих представится необходимой составной частью целого и будет иметь определенное значение для наблюдаемой природы»⁴.

Представляется довольно точной характеристика Планком реального пути развития физики XX столетия, особенно учитывая то, что она высказана в 1908 году. Он правильно замечает, что при предсказании основных черт будущей картины мира нужно быть предельно осторожным. Одновременно он довольно жестко настаивает на полном освобождении ФКМ от индивидуальности творческого ума (от антропоморфных элементов), что связано с использованием все более формализованных и математизированных моделей, преобладанием коллективного характера научного поиска и необходимости выработки объективно истинного знания о реальности.

В силу продуктивности методологической позиции Планка многие его утверждения о единстве ФКМ можно без всяких натяжек применять и сегодня. Современное понимание вопроса о единстве картины мира обусловлено нынешней степенью развития физики как науки о фундаментальных взаимодействиях. При этом развитие физического познания от первых попыток единых теорий поля к сегодняшним моделям объединения фундаментальных взаимодействий необходимо привело к концепции супервзаимодействия⁵.

⁴ Планк М. Избранные труды. М., 1975. С. 632.

⁵ Князев В.Н. Концепция супервзаимодействия в философии физики М.: МПГУ, 2018.

В.Я. Перминов
(Москва)

ПРОБЛЕМА ОБОСНОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Каждый человек, более или менее знакомый с математическими рассуждениями, имеет представление об основных объектах математики. Это, во-первых, числа и геометрические фигуры, а, во-вторых, многочисленны внутренние конструкции математических теорий: мнимые и иррациональные числа, уравнения и системы уравнений, матрицы, функции, пространства, множества, различные типы операторов и т.д. Ясно, что когда мы говорим о математических объектах, то мы имеем дело не с типами физического существования, но с логическими конструкциями, имеющими ценность в рамках определенной теории. Здесь возникают несколько методологически значимых вопросов, которые так или иначе должны разрешаться в практике математического мышления: как мы вводим исходные объекты в математике, как и в каких случаях мы вводим производные объекты, в каком смысле мы считаем математические объекты существующими, имеется ли необходимая связь между математическими объектами и объектами физического мира, как эволюционирует система объектов математической теории и математики в целом, можем ли мы относительно какого-то математического объекта утверждать его полную обоснованность и безусловную необходимость?

В элементарной математике мы имеем достаточно простую систему объектов: это числа и простые геометрические фигуры, а также понятия, производные от этих основных. Это такие понятия как простое и составное число, арифметическая и геометрическая прогрессия, размещения, сочетания и перестановки и т.п. Эти понятия уже не являются исходными, но вводятся при развертывании теории. Особенность элементарной математики состоит в том, что ее утверждения выглядят законченными и неопровержимыми. Как говорил пифагореец Филолай, ложь не может быть примешана к числу. То же самое относится и к системе объектов. Особенность объектов элементарной математики состоит в том, что они легко принимаются нашей интуицией и не вызывают проблем, связанных с их существованием. Можно сказать, что арифметика и элементарная геометрия являются наглядными не только в своих первичных понятиях, но и в системе своих производных понятий.

Но эта простота исходных положений и объектов характерна только для первого этапа развития математики. Мы знаем, что уже в античности появилась потребность во ведении иррациональных чисел, которые не являются непосредственно оправданными в интуиции и для своего принятия требуют некоторого нетривиального логического рассуждения. Проблема обоснования, в действительности, возникает уже и для

отрицательных чисел. Само по себе введение отрицательного числа не связано с какими-то трудностями для интуиции, но операции во множестве отрицательных чисел теряют статус непосредственно истинных: математики 17-го века не могли объяснить, почему -5 , умноженное на -5 , дает $+25$. С еще большим затруднением математики встретились с введением мнимых чисел. Если существование иррациональных и отрицательных чисел можно было еще как-то оправдать, то с существованием мнимых чисел возникла неразрешимая проблема. Эту проблему в определенной степени разрешил только Гаусс через введение геометрической интерпретации этих чисел.

Еще большие трудности с определением исходных объектов возникли в процессе обоснования дифференциального исчисления. Понятия флюксии и флюенты, введенные Ньютоном, были недостаточно ясно определены. Хотя было очевидно, что Ньютон исходит из интуиции предельного перехода, но поскольку эта интуиция не получила у него строгой экспликации, то вся его аргументация выглядела незаконченной и не вполне достаточной. Понятие бесконечно малого, которое положил в основание анализа Лейбниц, также не было удовлетворительным. Это понятие Лейбниц вводит не применительно к числовой последовательности, как это принято в современных изложениях анализа, а сразу применительно к дифференциалу; как следствие, строгое вычисление дифференциала в его системе было невозможным.

Прогресс математики ведет к постоянному усложнению объектов математического мышления: эти объекты теряют непосредственную интуитивную ясность и становятся проблематичными в плане их строгого определения и ставят задачу их логического оправдания. Становление дифференциального исчисления в 18-ом веке представляло собой проблему, прежде всего, в плане введения и обоснования новых понятий. Теория здесь существенно отставала от практики. Ценность дифференциального исчисления была понята сразу: никто не сомневался в том, что оно позволяет решать задачи, которые не поддавались решению средствами старой математики. Но, понимая ценность этого исчисления и решая трудные задачи небесной механики, математики вплоть до середины 19-го века не могли устранить внутренние противоречия в построении математического анализа. Мы должны, говорил Л.Эйлер, возвратиться к строгости греков. Но эта строгость оставалась недостижимой. Основная проблема заключалась в неразработанности системы внутренних объектов этой науки.

Еще более драматичной проблема объектов математического мышления становится в 19-ом веке. Построив новую геометрию, Лобачевский изменил традиционный предмет геометрической науки. Вместо интуитивно ясных объектов, описывающих отношения окружающего нас пространства, Лобачевский вводит пространственные

отношения и связи, которые не поддаются наглядному представлению. Может ли быть так изменен предмет геометрической науки и необходимо ли такое изменение? Сам Лобачевский был уверен в необходимости этого поворота. Он предполагал, что новая геометрия найдет себе приложение при исследовании космических пространств, а также и узких пространств, в которых действуют молекулярные силы. Он также допускал и тот вариант, что его геометрия может не найти приложения «для измерений на самом деле», но и в этом случае, считал он, она должна быть сохранена в математике как средство развития математического анализа. Лобачевский доказал непротиворечивость своей геометрии через отражение ее внутренних отношений на отношениях сферической геометрии и впервые выдвинул то важное положение, что математический объект является оправданным, если он обоснован в качестве непротиворечивого.

Недостаток методологии Лобачевского состоял в определенном преувеличении роли опыта в оправдании геометрии. Лобачевский считал, что все аксиомы евклидовой геометрии, кроме аксиомы параллельности, безусловно, навязаны и обоснованы опытом и, таким образом, единственным дефектом евклидовой геометрии является произвольность аксиомы параллельности, которая не имеет эмпирического или телесного оправдания. Но отсюда следовало, что существует только одна система геометрии, отличная от евклидовой, это геометрия с измененной или обобщенной аксиомой параллельности. Б. Риман понял то важное обстоятельство, что и другие аксиомы евклидовой геометрии также могут быть изменены, что может привести к введению других систем неевклидовой геометрии, отличных от евклидовой геометрии и от геометрии Лобачевского. Наряду с геометрией Лобачевского появилась геометрия Римана. В дальнейшем Д. Гильберт в своих «Основаниях геометрии» (1901) ввел неархимедову, непаскалеву и недезаргову геометрии. Таким образом, в 19-ом веке математика пришла к радикальному изменению и обобщению предмета геометрии. В 19-м столетии это движение от первичных интуитивно ясных объектов к конструкциям, не имеющим интуитивного оправдания, имело место и в других областях математики. Здесь мы видим определенную тенденцию в развитии математического знания: появившись как система знания, основанная на непосредственном видении или на созерцании своих объектов, математика постепенно и неуклонно уходит от этой установки, по крайней мере, в процессе введения новых объектов.

Риман также в определенной мере преувеличивал роль опыта в формировании математических понятий. В своей лекции «О гипотезах, лежащих в основаниях геометрии» он выдвинул предположение, что те свойства, которыми отличается пространство от других мыслимых троекратно протяженных величин, могут быть выведены только из опыта. Предполагается, что некоторая система измерений должна привести нас к

точному ответу на вопрос, является ли наше реальное пространство евклидовым или неевклидовым. В настоящее время ясно, что это утверждение является заблуждением. Даже если бы опыт принудил нас признать, что в некоторых реальных треугольниках сумма углов меньше двух прямых, то мы должны были бы только заключить, что наши физические углы и прямые в каких-то отношениях не соответствуют определениям евклидовой геометрии, но это никак бы не поколебало истинности евклидовой геометрии самой по себе и не дало бы никаких оснований утверждать, что наша пространство неевклидово. Этот опыт указывал бы всего лишь на неадекватность принятой интерпретации, но он не доказывал бы ни внутренней несостоятельности евклидовой геометрии. Гаусс и Лобачевский, предпринимавшие попытки измерить углы реальных треугольников с тем, чтобы выявить истинную геометрию пространства, не осознавали в должной мере безосновательности своего замысла. Они думали, что можно непосредственными измерениями углов в очень больших треугольниках убедиться, равна ли сумма таких углов двум прямым или нет. Однако ясно, что подобные измерения не могли привести ни к какому результату, так как сам план наблюдений был построен на логическом круге: дело в том, что параллакс звезды, который Лобачевский использовал в качестве безусловно данной величины, определялся как раз с помощью евклидовой аксиомы, и эти данные, очевидно, не могли быть использованы для ее опровержения. В действительности достоверность геометрических аксиом не может ни подтверждаться, ни опровергаться посредством реальных измерений.

Полный отказ от эмпирических доводов в определении статуса математического объекта мы видим только у Г. Кантора. Обсуждая вопрос о статусе бесконечных множеств, Кантор пришел к выводу, что эмпирические доводы никак не помогают нам в определении допустимости или недопустимости математического объекта. Приведем отрывок из его статьи «Основы общего учения о многообразиях» (1872), который исчерпывающим образом разъясняет его позицию. «Математика в своем развитии совершенно свободна и связана только тем само собой разумеющимся условием, что ее понятия должны быть непротиворечивы, а также должны находиться в неизменных, установленных определениями отношениях к образованным раньше и уже имеющимся налицо испытанным понятиям. ... Как только какое-нибудь число удовлетворяет этим условиям, то его можно и должно рассматривать в математике как существующее и реальное. В этом я вижу основание того, почему рациональные, иррациональные и комплексные числа можно считать существующими совершенно таким же образом, как и конечные положительные целые числа». С этой точки зрения, все геометрии в одинаковой степени реальны и ни одна из них не имеет преимущественного отношения к опыту.

Мы приходим, таким образом, к новому пониманию математического объекта, которое можно назвать логическим или формалистским. Согласно этому взгляду, объектом математической теории может быть любая конструкция, оформленная в терминах этой теории и обладающая непротиворечивостью, то есть совместностью с аксиомами этой теории. Ориентируясь на элементарную математику, мы могли бы сказать, что математический объект должен быть дан в опыте или в созерцании. Но ясно, что уже для математики 19-го века эта установка совершенно не подходит. Кантор, Пуанкаре, Гильберт отказались от эмпирического и априористского понимания математического объекта и приняли формалистскую позицию как наиболее адекватную.

Формалистская философия, однако, также не решает проблемы в целом, ибо неясно, как мы можем обосновать непротиворечивость вводимых понятий. В начале прошлого века Д. Гильберт поставил задачу обоснования непротиворечивости математических теорий, но эта задача осталась не решенной, и, как показал К. Гедель, эта задача и не может быть решена методами математики. Э. Борель и Н.Н. Лузин несколько изменили проблему, перенеся ее в прагматическое русло. Их идея состояла в том, что приемлемость математических объектов определяется не их непротиворечивостью, которую трудно доказать, а их эффективностью: если понятие принято и эффективно для развития теории и ее приложений, то из этого можно заключить о приемлемости и даже о непротиворечивости этого понятия. Эта идея в какой-то мере также была намечена Кантором. После процитированного выше отрывка он писал: «Каждое математическое понятие носит в себе необходимый корректив. Если оно неплодотворно или нецелесообразно, то это весьма скоро обнаруживается благодаря его полной непригодности». Оборачивая этот тезис Кантора, можно прийти к прагматическому оправданию математического понятия: если математическое понятие показывает свою несомненную плодотворность и целесообразность, то оно, несомненно, приемлемо и, скорее всего, непротиворечиво.

В настоящее время мы имеем два подхода к оправданию математических объектов. Мы можем ориентироваться на непротиворечивость теории, но при этом мы не имеем возможности строго доказать непротиворечивость какой-либо достаточно богатой теории. Мы можем, в соответствии с идеей эффективизма, ориентироваться на продуктивность понятий, но продуктивность понятия не проявляется в одночасье, а кроме того, понятие, которое в некотором интервале доказывало свою продуктивность, как это мы видели в случае с понятием бесконечно малого, может оказаться непродуктивным и вообще излишним. Но это значит, что в настоящее время у нас нет теоретического обоснования объектов математики, которое позволило бы понять или хотя бы отчасти рационализировать практическую стихию их введения и

утверждения в математике. Работающий математик вводит понятия, которые позволяют решать задачи, значимые для данного времени. Вопрос о безусловной непротиворечивости этих понятий или об их несомненной продуктивности для теории остается вне поля рассмотрения, так как у нас нет никаких средств для решения такого рода вопросов. Надо признать, таким образом, что современная философия математики не решает проблемы статуса математических объектов в сколько-нибудь конкретном виде, то есть в плане рационального понимания логики их введения и закрепления в теории.

Я.С. Яскевич
(Минск)

ОНТО-ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ НАУЧНЫХ ДИСКУССИЙ И ОТКРЫТИЙ В КВАНТОВОЙ МЕХАНИКЕ

Научная дискуссия – далеко не одномоментный акт и не «антикварный сюжет», ограниченный в пространстве и времени эпизод. Истинный смысл рациональных научных дискуссий и их онто-гносеологических оснований раскрывается лишь в ретроспективе, в исторических масштабах, в свете новых достижений науки. Широко распространенное высказывание о том, что «в споре рождается истина», является, очевидно, правильным не с точки зрения того, что в процессе научной дискуссии происходит интеграция, синтез противоположных концепций (по формуле «тезис – антитезис – синтез»), а лишь в том плане, что научная дискуссия инициирует ученых на поиск новых аргументов в защиту своей позиции, более прочных и убедительных экспериментальных методик, способствует порождению нестандартных теоретических обобщений и подходов. Так, применительно к квантовой теории можно отметить, что до сих пор продолжаются дискуссии о построении адекватной картины квантово-механической реальности. Немаловажно и то, что дискуссия о квантово-механических процессах представляла собой интенсивную духовную работу интеллектуального научного сообщества, где демонстрировались наивысшие (по сравнению с другими областями) эталоны взаимной взыскательности, доказательности, высокой этики коммуникативной связи ученых.

Наличие дружественной обстановки и благоприятного нравственно-психологического климата в науке, несомненно, создает предпосылки для плодотворных результативных дискуссий. В этом плане представляет интерес научная дискуссия о природе космического излучения между двумя нобелевскими лауреатами – Р. Милликеном и А. Комптоном, которая происходила в 30-е годы в США.

Основой дискуссии послужили идеи Милликена о том, что космическое излучение – это фотоны больших энергий. Космические лучи, по гипотезе Милликена, представляют собой «первый крик» ядер ряда элементов, рождающихся, синтезирующихся из водорода в космическом пространстве. Комптон усомнился в фотонной природе космического излучения благодаря опытам, указывающим, что большая часть космического излучения в атмосфере состоит из заряженных частиц.

Начавшаяся дискуссия стимулировала крупнейшую по своему размаху в истории физики коллективную работу ученых разных стран. В дискуссии каждый использовал только веские научные аргументы. Прессу и широкую общественность в этой истории больше интересовало не то,

какая концепция правильна, а сам «спектакль ученых», то, что один из нобелевских лауреатов наверняка ошибается. Более молодому Комптону язвительных комментариев досталось, несомненно, больше. Когда в 1936 году Комптон, получив интересные результаты, хотел продолжить дискуссию, Милликен предупредил его, что лучше этого не делать, так как публика будет наблюдать за ней, «как за собачьей схваткой между двумя нобелевскими лауреатами, а это никому не поможет». Позже в Калифорнийском университете в кабинете Милликена, куда специально из Чикаго приехал молодой Комптон, ученые пожали друг другу руки и возобновили прерванные личные отношения. Дискуссия была закончена благородным жестом Комптона, который не захотел ставить Милликена в неловкое положение.

В данной публичной научной дискуссии аргументы, представленные одной из сторон, оказались убедительными и неопровержимыми. Нельзя не отметить и то, что определенная мировоззренческая установка и ненаучные предубеждения Милликена в силу его большого авторитета в науке обусловили поддержку его позиции за рамками научного сообщества и в период дискуссии влияли на проводимые им и его сотрудниками экспериментальные исследования. И все же Милликен, будучи истинным ученым, для которого важны как идеалы доказательности научного знания, так и этические нормы, признал правоту Комптона.

Б.Л. Яшин
(Москва)

НЕЯВНОЕ ЗНАНИЕ КАК ПРЕДПОСЫЛКА РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИКИ

1. Неявное знание, как сегодня хорошо известно, представляет собой одну из форм существования предпосылочного знания. Не менее известно и то, что в той или иной форме оно представлено и в математическом познании, которое отличается использованием формального дедуктивного доказательства, отличающегося своей строгостью и кажущейся полной контролируемостью формулировок.

Однако на самом деле математик нередко опирается на те или иные положения, явным образом не сформулированные, не выраженные в языке. В силу этого в его рассуждениях иногда возникают ситуации, когда в том или ином доказательстве некоторого положения используются ссылки на внутреннюю убежденность в истинности утверждения, являющегося результатом неосознанного умозаключения. Бывает и так, что в своих рассуждениях математики используют и неявные ссылки на хорошо известное и признанное в математическом сообществе знание. Иными словами, в математическом познании неотрефлексированное, непроявленное субъектом знание, то есть неявное знание, нередко кладется в основание некоторого доказательства, некоторого рассуждения. А в некоторых случаях это знание становится началом дальнейших разработок математических теорий. Влияние неявного знания сказывается и на характере предпосылок, которые лежат в основе создаваемых математиками методов, дающих возможность вывести те или иные теоретические утверждения, которыми затем наполняются учебники¹.

2. Многие исследователи математического творчества отмечали, что в математических теориях можно обнаружить немало ситуаций, связанных с наличием в них не осознанного субъектом знания, чего-то непроявленного, скрытого за явно выраженным знанием, подразумевания какого-либо условия, опоры на невербализованные предпосылки в рассуждениях.

Евклид, например, в своих «Началах» опирается на постулат о параллельных прямых, который явным образом там не представлен. В его аксиомах отсутствует и доказательство того, что всякое замыкание делит плоскость в точности на два множества точек, а переход из одного множества в другое обязательно связан с пересечением границы между ними. И хотя операция такого рода встречается сегодня практически в

¹ См.: Лекторский В.А. Субъект, объект, познание. М., 1980.

любом школьном учебнике геометрии, ее использование никаким образом не обосновывается².

Еще одним примером такого рода может служить доказательство «от противного», эффективно работающее во всех отраслях математического знания, при использовании которого лишь подразумевается то, что оно опирается на законы противоречия и исключенного третьего.

3. Неявное знание существует и в современных математических теориях, где его можно обнаружить в виде скрытых лемм и определений. В операциональной теории множеств Ч. Феффермана (OST – теория), например, явным образом не используется понятие актуальной бесконечности, однако эта теория неявно включает некоторую форму ее существования. Понятие актуальной бесконечности, весьма важное для математики, включают и аксиомы Цермело-Френкеля, так как без принятия этого понятия невозможно доказать теорему Кантора о несчетности континуума³.

4. Наличие неявного знания в математике приводит к поиску ответа на вопрос о том, каким же образом проникают в эту самую строгую, самую рациональную (в классическом понимании) из всех наук неявные компоненты?

Убедительный ответ на этот вопрос дает, с моей точки зрения, Л.А. Микешина, которая считает, что наибольшими возможностями введения неявных предпосылок в научное знание «обладают индуктивные методы (индукция, аналогия, экстраполяция). В этих методах вывод носит вероятностный характер, предположение о его правомерности, правдоподобии основано на неполной информации и зависит от различного рода неявных предпосылок, в том числе мировоззренческого характера»⁴.

5. В математике наибольшими возможностями для проникновения в ее теории неявного знания обладает аналогия, с помощью которой устанавливается общность самых отдаленных областей математического знания и нередко создаются обобщающие математические теории. Благодаря этому в теорию вводятся интуитивные, невербализованные, не всегда осознаваемые элементы, обусловленные интеллектуальными,

² Султанова Л.Б. Роль интуиции и неявного знания в формировании стиля математического мышления. [Электронный ресурс]. URL: http://www.bim-bad.ru/biblioteka/article_full.php?aid=1349&binn_rubrik_pl_articles=70 (дата обращения 24.09.2020).

³ Зенкин А.А. О некоторых семантических дефектах в логике интеллектуальных систем// Девятая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием (КИИ–2004). Секция 3. Правдоподобные рассуждения и неклассические логики. Труды конференции. Т. 1. Тверь, 2004. С. 271–280.

⁴ Микешина Л. А. Философия науки: современная эпистемология. Научное знание в динамике культуры. Методология научного исследования: учеб. пособие. М., 2005. С. 321–322.

мировоззренческими и другими особенностями эмпирического (индивидуального или коллективного) субъекта.

6. В определенной мере роль аналогии повышают и «внелогические» познавательные процедуры сравнения, выбора, предпочтения гипотез, методов, оценки и решения проблем, способов доказательства, обоснования и т. п. Каждая из них в той или иной мере содержит интуитивные, неявные, невербализованные и не всегда осознаваемые элементы — как интеллектуальный и ценностный «фонд» субъекта научной деятельности»⁵.

Именно это по сути дела имеет в виду Ж. Дьедоне, когда пишет, что неявное взаимодействие теории аналитических многообразий и теории чисел приводит Б. Римана к созданию новой теории, названной впоследствии бирациональной алгебраической геометрией кривых⁶. Здесь Ж. Дьедоне подразумевает особый тип математической интуиции, который он называет «переносом интуиции» и который, по его мнению, является основным и одним из наиболее важных источников развития математического знания. На мой взгляд, этот «перенос» происходит именно на основе неявного (неосознаваемого) использования аналогии.

7. При анализе возможных путей проникновения неявного знания в математику, нельзя сбрасывать со счетов и такой метод, как индукция. Именно благодаря неявному использованию аксиомы математической индукции, пишет А. Пуанкаре, совершаются многие открытия в математике⁷. Как известно, эта аксиома в своей совокупности с методом математической интерпретации имеет глубоко лежащие корни в «гносеологической подпочве» неявного знания. Поэтому вполне понятно, что их рационализация (и как следствие – осознание) оказалась достаточно сложной.

Надо сказать, что в математике, как и в научном познании в целом, нередко неявным образом используется и неполная индукция, служащая, как правило, основанием для общих выводов, а потому может вполне рассматриваться в качестве одного из основных каналов проникновения неявного знания в математику. Эта разновидность индуктивного вывода является важным условием возникновения стереотипов, формирующих в определенной их совокупности специфический «жизненный горизонт» субъекта, который неявным для него образом становится ориентиром, определяющим для него выбор цели и средств ее достижения.

⁵ Яшин Б.Л. Неявное знание в математике // Преподаватель XXI век. М.: МПГУ. 2014. № 4. С. 229–236.

⁶ Дьедоне Ж. Абстракция и математическая интуиция// Математики о математике. М.: Знание. 1982. С. 6–21. [Электронный ресурс]. URL: <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000674/index.shtml> (дата обращения 17.06.2019).

⁷ См.: Пуанкаре А. О науке. М.: Наука. 1990.

8. Еще одной формой неявного знания в математике является так называемое априорное знание, роль которого в познании обосновал И. Кант и которое входит в содержание многих неформализуемых понятий математики. «Настоящие математические положения, – утверждал И. Кант, – всегда априорные, а не эмпирические суждения, потому что они обладают необходимостью, которая не может быть заимствована из опыта»⁸.

Говоря об априорности как форме неявного знания в математике, нельзя не сказать и о такой её интересной трактовке, основанной на понятии практики, которую предлагает в своих работах В.Я. Перминов. Суть её состоит в том, что априорное в математике вполне может быть представлено как «система универсально нормативных представлений, проистекающая из необходимой деятельностной (практической) ориентации мышления»⁹.

9. В завершении краткого обсуждения проблемы неявного знания в математическом познании отмечу следующее. Во-первых, я вполне согласен с тем, что «редукция научно-познавательной деятельности, а также её результатов, к одним только дискурсивным рассуждениям и к полной элиминации интуитивной составляющей из научной теории, невозможна»¹⁰. А, во-вторых, я полагаю, что проблему неявного знания в научном познании нельзя ограничивать лишь проблемой выявления онтогносеологических предпосылок его возникновения. Её изучение должно предполагать более широкий контекст, включающий и проблемы, связанные с трактовкой, осознанием и пониманием, проникновением в смысл тех или иных положений науки.

⁸ Кант И. Критика чистого разума/ Кант И. Соч.: в 6 т. Т. 3. М.: Мысль. 1964. С. 113.

⁹ Перминов В.Я. Реальность математики//Вопросы философии. 2012. №2. С. 24–39.

¹⁰ Султанова Л.Б. Неявное знание в развитии математики: автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. филос. наук. М. 2005. С. 6–7.

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

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Выпуск 11

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

Лицензия ИД № 06248 от 12.11.2001 г.

Подписано в печать 2020 г.
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 6
Заказ _____ Тираж 100 экз.

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

Отпечатано в лаборатории оперативной полиграфии
Курского государственного университета