

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

**Выпуск 3**



**КУРСК  
2010**

УДК 1: 001  
ББК 87  
П78

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
Курского госуниверситета

**П78** Проблемы онто-гносеологического обоснования математических и естественных наук: сб. науч. тр. Вып. 3 / гл. ред. Е.И. Арепьев; Курск. гос. ун-т. – Курск, 2010. – 117 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), *Воронин В.В.* – канд. физ.-мат. наук (Курск), *Еровенко В. А.* – д-р физ.-мат. наук (Минск), *Кочергин А. Н.* – д-р филос. наук (Москва), *Кудинов В.А.* – д-р. пед. наук (Курск), *Мануйлов В. Т.* – канд. филос. наук (Курск), *Мороз В. В.* – д-р филос. наук (Курск), *Перминов В.Я.* – д-р филос. наук (Москва), *Яскевич Я.С.* – д-р филос. наук (Минск)

ISSN 2074–5052

© Коллектив авторов, 2010  
© Курский государственный университет, 2010

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ	4
<i>Арпьев Е.И.</i> Онто-гносеологические основания геометрической составляющей математики в концепциях логицизма и аналитической философии	5
<i>Воронин В.В.</i> Математическое моделирование нечеткости	12
<i>Ерovenko В.А., Михайлова Н.В.</i> Онтологические и гносеологические проблемы обоснования современной математики	18
<i>Кочергин А.Н.</i> Математика и теория информации	28
<i>Мороз В.В.</i> Природа геометрии в русских философско-математических концепциях конца XIX – начала XX в.	39
<i>Перминов В.Я.</i> О влиянии философии на развитие науки	49
<i>Побережный А.А.</i> Геометрическая составляющая конструктивной математики	64
<i>Яскевич Я.С.</i> Инновационно-методологические и гносеологические парадигмы в развитии естествознания и техники	74

## ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Настоящий сборник представляет собой третий 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, ссылок, библиографических и статистических данных, географических названий и т.п. сведений 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](mailto:arepiev@yandex.ru)

**Е.И. Арепьев**  
(Курск)

## **ОНТО-ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ МАТЕМАТИКИ В КОНЦЕПЦИЯХ ЛОГИЦИЗМА И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ФИЛОСОФИИ**

*Статья посвящена рассмотрению проблемы онтологических и гносеологических оснований геометрической составляющей математического знания в концепциях представителей логицизма и аналитической философии. На основе реконструкции взглядов Г. Фреге, Б. Рассела, Л. Витгенштейна, У. Куайна и других представителей аналитической философии предлагается авторская интерпретация сущностного статуса геометрической компоненты фундамента математики.*

\* \* \*

Признание и аргументацию фундаментальной роли геометрической компоненты в сущностном обосновании математики можно обнаружить, по всей видимости, лишь в теоретическом наследии Г. Фреге, относящемся к самому концу его жизни. Оставаясь до конца верным своей задаче – обоснованию математики через арифметику, этот мыслитель пересматривает свою установку о том, что вся арифметика выводима из одной лишь логики. В небольшой работе «Новая попытка к обоснованию арифметики»<sup>1</sup>, написанной в последний год жизни и опубликованной уже после смерти, ученый указывает, что арифметика не нуждается в апелляции к чувственному восприятию для подтверждения своих истин. Эта идея проходит через все творчество Фреге. Однако он отказывается от принятого им ранее взгляда, что доказательство арифметических истин не нуждается в интуиции, понимаемой как источник геометрических аксиом.

Фреге выделяет три источника познания в математике и физике: чувственное восприятие, геометрический источник и логический. Он отмечает, что чувственное восприятие никак не может дать нам представления о бесконечном, не может служить основой математического познания и что, как выяснилось, к числам прийти не удастся на основе одной лишь логики. В связи с этим Фреге заявляет, что основой арифметики, геометрии и всей математики должен быть признан геометрический источник с неизбежным, однако, привлечением логического. Он указывает также, что обоснованию подлежат не положительные целые (то есть натуральные) числа, а действительные и прежде всего комплексные числа, так как понятие числа должно включать в себя с самого начала конечную цель<sup>2</sup>.

· Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 08-03-00049а.

<sup>1</sup> Frege G. A new Attempt at a Foundation Arithmetic // Posthumous Writings. Basil Blackwell, Oxford, 1979. P. 278.

<sup>2</sup> Ibid. P. 279.

Основной идеей Фреге в этой статье выступает определение чисел как отношений отрезков. Для этого он предлагает построение соответствия между точками плоскости и отношениями отрезков. Суть этого соответствия сводится к тому, чтобы выбрав произвольный единичный отрезок  $OA$  в координатной плоскости для произвольной пары отрезков  $PQ$  и  $PR$  однозначно задать точку  $C$  так, чтобы треугольник  $OAC$  был подобен треугольнику  $PQR$ . Тогда единственная точка  $C$ , а вернее, комплексное число, заданное парой ее координат, будет соответствовать отношению отрезков  $PQ:PR$ <sup>3</sup>. Таким образом, определение чисел оказывается основанным у Фреге на базисных понятиях геометрии, в его интерпретации, – на понятиях точки, прямой и отношения симметричности двух точек относительно прямой<sup>4</sup>.

Представления Фреге о природе математики, очевидно, не изменились в онтологическом плане. Он остался представителем реализма, трактуя базисные математические истины в объективистском ключе. Однако если ранее Фреге в качестве исходных понятий рассматривает понятие нуля, единицы, натуральных чисел, что ориентирует нас на отражение арифметикой дискретных свойств действительности, то его новый подход связан с выбором комплексных чисел в качестве базисных понятий арифметики, что позволяет говорить об отражении арифметикой и свойства непрерывности, и свойства бесконечности.

Теоретико-познавательные аспекты этого вопроса представляются достаточно сложными. Как известно, Фреге не соглашается с Кантом, утверждавшим, что арифметические и геометрические истины, это синтетические а priori, тогда как логические истины, по Канту, это аналитические априорные истины. Так вот, Фреге утверждал в своих прежних работах, что аналитическими а priori являются и логические, и арифметические истины, поскольку последние имеют, согласно Фреге, логическую природу, а синтетическими а priori являются лишь геометрические истины<sup>5</sup>. Теперь же он утверждает, что числа нужно определять, начиная с комплексных чисел, и это определение должно базироваться на геометрических понятиях и геометрической интуиции. Получается, что статус арифметических истин пересматривается, и они могут трактоваться не как аналитические, а как синтетические а priori.

Еще одним важным аспектом, имеющим методологическое значение, выступает позиция Фреге по поводу статуса областей математики относительно ее сущностных оснований и, с другой стороны, относительно дальнейшего построения математической теории. Фреге остается верен двум своим прежним установкам. Во-первых, это признание

<sup>3</sup> Ibid. P. 280–281.

<sup>4</sup> Ibid. P. 280.

<sup>5</sup> Фреге Г. Основоположения арифметики. Логико-математическое исследование понятия числа / Томск: Водолей, 2000. С. 110–111.

арифметической составляющей математического знания наиболее значимой и нуждающейся в обосновании в первую очередь. Во-вторых, это уверенность в необходимости и возможности сущностного обоснования арифметики посредством обращения к другой составляющей математики: в более ранних работах – к логической, а затем – к геометрической.

Все вышеперечисленные установки Фреге, на наш взгляд, по-своему продуктивны. Действительно, сохраняя реалистическую позицию, он нашел способ интерпретировать сущностный фундамент арифметической составляющей таким образом, что дискретные и непрерывные свойства действительности оказываются изначально представленными при введении базисных понятий – комплексных чисел. В этом есть несомненное преимущество перед истолкованием основ арифметики, которое в качестве базисных объектов рассматривает натуральные числа. Последний подход подразумевает необходимость дополнительных пояснений, а именно пояснения того, как мы переходим от дискретного натурального ряда к непрерывности.

В теоретико-познавательном отношении рациональное зерно поздних работ Фреге состоит, по-видимому, в том, что арифметические исходные истины и объекты вполне способны давать информацию о внешнем мире и, таким образом, могут трактоваться в духе Канта, как синтетические априорные истины. Вообще, вопрос об априорности–апостериорности истин, на наш взгляд, имеет большее значение и более четко очерчен в философии математики, чем проблема аналитичности–синтетичности. Это отмечает и сам Фреге<sup>6</sup>.

Однако нас интересует прежде всего геометрическая компонента математики. И в этой связи нужно отметить методологическую часть вклада поздних изысканий Фреге, который вполне убедительно показал, что геометрическая компонента может с успехом быть представлена в виде фундаментальной для математики. Если учесть многочисленные свидетельства возможности рассмотрения арифметической и логической компонент в качестве фундаментальных, а также учесть, что все попытки редукции математических областей к какой-либо единственной области не дали исчерпывающих результатов, то указанный результат Фреге можно, с некоторыми оговорками, интерпретировать как аргумент в пользу равнозначности, самостоятельности и взаимодополнительности трех составляющих математики – геометрической, логической и арифметической.

Теоретико-познавательная и методологическая значимость геометрической составляющей математики признается и ведущими современными исследователями. В частности, В.Я. Перминов отмечает,

---

<sup>6</sup> См.: Там же. С. 109–111.

что роль поздних идей Фреге состоит именно в раскрытии фундаментальности геометрической компоненты для математики, ее неэмпиричности, надежности, в раскрытии того, что именно геометрическая составляющая выступает истоком идей математической бесконечности<sup>7</sup>. В.Я. Перминов справедливо отмечает, что геометрическая очевидность является не менее надежной, чем очевидность арифметическая, предметная или логическая, то есть является равнозначной с ними по своему онто-гносеологическому и методологическому статусу<sup>8</sup>.

Рассмотрение вклада в онто-гносеологическое истолкование геометрической составляющей математики в концепциях логицизма и аналитической философии, помимо Г. Фреге, также дает нам некоторый материал для дальнейших изысканий. Б. Рассел, продолжатель многих начинаний Г. Фреге, придерживается позиции, что геометрическая составляющая математики вторична и производна от арифметической: «Совокупность всех упорядоченных триад реальных чисел образует трехмерное евклидово пространство. При такой интерпретации вся евклидова геометрия дедуцируется из арифметики. Даже неевклидова геометрия допускает подобную арифметическую интерпретацию»<sup>9</sup>. Или: «Вся традиционная чистая математика, включая аналитическую геометрию, может рассматриваться как состоящая полностью из суждений о натуральных числах. То есть термины, которые она содержит, могут быть определены через натуральные числа, а ее утверждения могут быть выведены из свойств натуральных чисел, если добавить идеи и утверждения чистой логики»<sup>10</sup>. Таким образом, Рассел говорит даже не о вторичности геометрии, а о производности ее от арифметики, основа же последней, согласно Расселу, в логике. Здесь он очевидным образом заблуждается. Можно указать множество аргументов в пользу самостоятельности и фундаментальности геометрической компоненты математики. Например, ясно, что сфера приложения геометрических истин специфична, что геометрическая интуиция, а правильнее будет сказать – очевидность, принципиально отличается от логической и арифметической, но является не менее надежной и пр. «Необходимо признать, – пишет В.Я. Перминов, – что принижение геометрической очевидности в ее надежности и обосновательной роли является одним из самых тяжелых

<sup>7</sup> См.: Перминов В.Я. Философия и основания математики М.: Прогресс-Традиция, 2001. С. 22–23, 194.

<sup>8</sup> Там же. С. 22–23, 192, 194.

<sup>9</sup> Рассел Б. Человеческое познание: его сфера и границы. М., 2000. С. 199. // [http://ihtik.lib.ru/lib\\_ru\\_philosbook\\_22dec2006.html](http://ihtik.lib.ru/lib_ru_philosbook_22dec2006.html)

<sup>10</sup> Рассел Б. Введение в математическую философию. Избр. работы / вступ. ст. В.А. Суровцева; пер. с англ. В.В. Целищева, В.А. Суровцева. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. С. 71

заблуждений философии математики на протяжении последних двух столетий. Первейшая задача современной философии математики состоит в устранении этого предрассудка»<sup>11</sup>.

Витгенштейн, в отличие от Рассела, осознает и неоднократно отмечает существенную значимость геометрической составляющей математики. Так, в «Замечаниях по основаниям математики» он пишет: «Сила логического доказательства заключена в силе геометрического доказательства и разрушается вместе с ней... логическое доказательство, например, расселовского типа, имеет силу до тех пор, пока оно обладает также геометрической силой убеждения... Логическая достоверность доказательства, смею утверждать, не превышает его геометрической достоверности»<sup>12</sup>. Эти идеи просматриваются уже в «Логико-философском трактате». В данном труде Витгенштейн не только отстаивает фундаментальность геометрической компоненты, но и отчасти раскрывает онтологический смысл составляющих математики: «3. 411. Геометрическое и логическое место соответствуют друг другу в том, что они оба есть возможность существования»<sup>13</sup>. Он отмечает также различие между эмпирической наукой и геометрией: «3. 0321. Мы можем, пожалуй, пространственно изобразить атомарный факт, противоречащий законам физики, но не атомарный факт, противоречащий законам геометрии»<sup>14</sup>. Фактически, Витгенштейн развивает в своих работах прогрессивную идею о том, что геометрическая составляющая является фундаментальной для математики компонентой, обладающей онтологической и гносеологической значимостью, наряду с другими компонентами.

Уиллард Куайн, еще один представитель аналитической философии, уделяет достаточно большое внимание проблеме истолкования геометрических объектов. Вначале он рассматривает аргументы в пользу аналогии между физическими и геометрическими объектами. Он говорит, что вопрос о природе геометрических объектов подобен вопросу об элементарных частицах в физике и является вопросом физической теории: «Пусть внешний облик и терминология не вводят нас в заблуждение видеть в геометрии нечто слишком отличающееся от физики»<sup>15</sup>. Куайн пишет, что теории Эйнштейна предлагали не только физическое, но и геометрическое решение. В интересах простоты физической теории был

<sup>11</sup> Перминов В.Я. Философия и основания математики М.: Прогресс-Традиция, 2001. С. 23–24.

<sup>12</sup> Витгенштейн Л. Замечания по основаниям математики // Философские работы. Ч. II. Кн. I. М., 1994. С. 89.

<sup>13</sup> Витгенштейн Л. Логико-философский трактат // Философские работы. Ч. I. М.: Гнозис, 1994. С. 5–73. // [http://ihtik.lib.ru/lib\\_ru\\_philosbook\\_22dec2006.html](http://ihtik.lib.ru/lib_ru_philosbook_22dec2006.html)

<sup>14</sup> Там же.

<sup>15</sup> Куайн У.В.О. Слово и объект / 7.5 Геометрические объекты / Пер. с англ. А.З. Черняк, Т.А. Дмитриев. М.: Логос, Праксис, 2000. 386 с. // [http://ihtik.lib.ru/lib\\_ru\\_philosbook\\_22dec2006.html](http://ihtik.lib.ru/lib_ru_philosbook_22dec2006.html)

сделан выбор в пользу неевклидовых геометрий, хотя они не так удобны, как система Евклида: «...принимая такую неевклидову геометрию четырех измерений, наряду с релятивистской физикой, как буквальную истину (по сегодняшним меркам), можно рассматривать евклидову геометрию, наравне с физикой Ньютона, как удобный миф, более простой для решения некоторых задач, но символический в отношении высшей истины»<sup>16</sup>.

Рассуждения Куайна об аналогии между геометрией и физикой не преследуют цели как-либо обосновать объективность, реальность геометрических объектов: «До сих пор я защищал геометрические объекты не потому, что я думаю, что лучше их признать как часть того, что украшает нашу вселенную, но только для того, чтобы продемонстрировать релевантные соображения. Между тем, очевидно, сохраняется возражение против геометрических объектов, отталкивающееся от соображений экономии объектов. Посмотрим теперь, как можно обойтись без них»<sup>17</sup>. Действительно, далее Куайн рассматривает возможность исключения геометрических объектов из числа сущностей и, таким образом, возможность обходиться в науке без обращения к чисто геометрическим терминам. Он говорит о декартовском способе выражения пространственных отношений и о том, что при необходимости описания времени в этом случае было бы достаточным четырех параметров. Куайн рассматривает и альтернативный декартовскому подход, при котором необходимо задать пять исходных точек-событий...<sup>18</sup> Однако описание Куайном способа устранения геометрических понятий из научного обращения наглядно демонстрирует возникающую проблему: громоздкость, неуклюжесть альтернативной системы, снижение функциональности и игнорирование геометрических очевидностей, что, несомненно, никак не оправдано. Таким образом, можно сказать, что наличие более или менее эффективных способов альтернативного выражения геометрических отношений, так же как и наличие подходов, редуцирующих с определенной полнотой арифметические отношения к логическим, ни в коем случае не отменяет онтологической и гносеологической значимости геометрической (равно как и арифметической, и логической) компоненты, ее самостоятельности и фундаментальности для математического знания, ее неустранимости из области оснований этой науки.

Куайн, пытаясь продемонстрировать аналогию между проблемами сущностного статуса геометрических и физических истин, фактически отстаивает эмпирическую трактовку геометрии, что является распространенным заблуждением. Об этом совершенно ясно говорится в передовых современных исследованиях: «Тенденция к освобождению

---

<sup>16</sup> Там же.

<sup>17</sup> Там же.

<sup>18</sup> См.: Там же.

начал анализа от геометрической очевидности, которая наметилась в XVIII веке, сама по себе вполне законна. Объективно она была направлена на то, чтобы сузить до минимума интуитивное основание анализа как определенной математической дисциплины. Однако эта тенденция была ошибочно истолкована математиками и философами как освобождение математики от эмпирической наглядности, приводящей к заблуждениям. В основе этого истолкования лежало ошибочное представление о геометрии как опытной науке, как о науке, родственной механике, связанной с исследованием пространства как объекта, данного в опыте»<sup>19</sup>.

Обобщая наше краткое исследование, можно заключить, что в концепциях аналитической философии наиболее значимый вклад в развитие представлений о природе геометрии, о ее роли в основаниях математики в целом вносят поздние воззрения Г. Фреге и взгляды Л. Витгенштейна. Витгенштейн отстаивает фундаментальность геометрической составляющей для математики, наряду с логической. Фреге придерживается объективистской трактовки онтологического статуса математики вообще и, в последний период творчества, аргументирует возможность интерпретации арифметики через геометрические объекты и отношения. Такая возможность, на наш взгляд, не свидетельствует на самом деле о какой-либо вторичности арифметики, как, видимо, полагал Фреге. Вклад этого мыслителя в данном случае состоит в аргументации онто-гносеологической значимости и фундаментальности геометрической компоненты математики.

Что же касается взглядов других аналитиков, то, по-видимому, придется признать их достаточно условную ценность для понимания природы геометрии, ее места в системе наук. Как и в некоторых других направлениях, здесь геометрия ошибочно рассматривается либо как производная от арифметики область, либо как эмпирическая наука, надежность которой оказалась под сомнением после создания неевклидовых систем.

---

<sup>19</sup> Перминов В.Я. Философия и основания математики. С. 22.

**В.В. Воронин**  
(Курск)

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЧЕТКОСТИ**

*Статья посвящена описанию связи некоторых разделов математической логики с процессами и закономерностями действительности, обладающими свойством нечеткости. В работе дано обозрение основных понятий и положений нечеткой логики (fuzzi logic), идей, лежащих в основе «мягких вычислений», освещаются подходы к математическому выражению нечеткости.*

\* \* \*

Одним из основных свойств человеческого интеллекта является возможность принятия решений в условиях недостатка информации. Моделирование приближенных рассуждений человека входит, таким образом, в число важнейших проблем науки.

Недостаток информации может быть обусловлен либо непосредственным отсутствием части информации, либо ее неопределенностью, нечеткостью. При неопределенности информации в качестве математической модели принимают случайные события и величины, к которым применяются методы теории вероятностей, теории принятия решений, теории управления, теории возможностей, меры доверия и ряд других. Случайность бывает обусловлена неопределенностью вопроса о принадлежности или непринадлежности объекта к некоторому множеству, то есть связана с классами, для которых невозможно указать точную границу, отделяющую элементы, принадлежащие к данному классу, от элементов ему не принадлежащих. В качестве математической модели нечеткости выступают нечеткие множества (точнее — нечеткие подмножества). Теория нечетких (расплывчатых) множеств была создана профессором Калифорнийского университета Лотфи А. Заде в 1965 г. В своей работе<sup>1</sup> он расширил понятие множества допущением, что функция принадлежности элемента к множеству может принимать любые значения на отрезке  $[0;1]$ , а не только 0 или 1. Такие множества были названы им расплывчатыми (fuzzi). Сейчас общепринятым термином является нечеткие (fuzzi) множества. Позднее Л.А. Заде обобщил понятие логического вывода и ввел понятие лингвистической переменной, создав тем самым нечеткую логику (fuzzi logic)<sup>2</sup>. В 1994 г. Л.А. Заде вводит термин «мягкие вычисления» (Soft

<sup>1</sup> Zadeh Lotfi A. Fuzzi Sets // Inf. Control. 1965. № 8. P. 338–353.

<sup>2</sup> Zadeh Lotfi A. Fuzzi logic and approximate reasoning // Synthese. 1975. № 30. P. 407–428.; Zadeh Lotfi A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I, II, III. // Inf. Sci. 1975. № 8. P. 199–257, 301–357; № 9. P. 43–80.

Computing)<sup>3</sup> для обозначения совокупности неточных, приближенных методов решения задач, зачастую не имеющих решения за полиномиальное время. В область мягких вычислений входят: нечеткая логика, нейронные сети, генетические алгоритмы, эволюционное моделирование и теория хаоса.

Нечеткость проявляется при попытке объединения объектов обладающих некоторым общим свойством.

В традиционной теории множеств принята аксиома выделения. Для любого множества  $A$  и произвольного предиката  $P(x)$ , определенного на  $A$ , существует множество  $B$ , состоящее из тех и только тех элементов  $A$ , для которых истинно  $P(x)$  —  $B = \{x \mid P(x)\}$ . При этом каждый элемент множества  $A$  можно охарактеризовать характеристической функцией, или функцией принадлежности

$$\chi: A \rightarrow \{0,1\} \text{ —}$$

такой, что

$$\chi(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \notin B, \\ 1, & \text{если } x \in B. \end{cases}$$

На практике свойство, описываемое предикатом  $P(x)$ , может и не привести к возможности точно и однозначно описать множество  $B$  из-за того, что могут существовать граничные элементы  $x$ , для которых не ясно, обладают они свойством  $P(x)$  (и, значит, принадлежат  $B$ ) или нет. Например, невозможно описать все «малые натуральные числа», все «дорогостоящие автомобили» и т.д. Тем не менее, всегда возможно, по крайней мере, охарактеризовать некоторые объекты, типичные для рассматриваемого свойства. Так, очевидно, что 1 — малое натуральное число, а Maybach 62 за \$700 000 — дорогостоящий автомобиль. Объекты, которые без сомнения обладают свойством  $P(x)$ , называются прототипами. В общем случае говорим, что  $B$ , задаваемое с использованием некоторого свойства, является нечетким множеством.

Нечеткость не может быть устранена из способов объяснения человеком окружающего мира. В одной из своих работ<sup>4</sup> Л.А. Заде описал принцип неопределенности, который показывает, что нечеткость необходима для передачи содержательной информации.

Одной из отличительных характеристик нечеткости является ее непрерывность. Это означает, что если какой-то объект обладает некоторым свойством, а другой объект мало отличается от него, то он обязан иметь то же свойство.

<sup>3</sup> Zadeh Lotfi A. Fuzzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing // Communications of the ACM. March 1994. Vol. 37. No. 3. P. 77–84.

<sup>4</sup> Zadeh Lotfi A. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes. IEEE Trans. Syst. // Man and Cybern. 1973. № 1. P. 28–44.

При математическом моделировании нечеткости используется шкалирование с помощью вполне упорядоченного несчетного множества, обычно отрезка  $[0;1]$ . Подобное шкалирование используется при характеристике отношения между объектом и его свойством. Такой подход представляется общим принципом человеческого мышления, который используется при попытке выяснить, обладает объект свойством в полной мере или только частично, поскольку данное свойство нечетко. Например, мы часто говорим, «практически белый снег», «очень мощный мотор», «несколько неприятная ситуация» и т.п. Во всех этих случаях мы встречаем скрытые степени интенсивности рассматриваемых свойств.

Пусть  $U$  является достаточно большим множеством (в традиционном смысле), из которого мы выбираем объекты  $x$ . Это множество называется *универсумом*, или *универсальным множеством*. Отметим, что данное предположение не является ограничивающим, поскольку такое множество всегда найдется. Например, говоря о возрасте людей (в годах), мы можем положить  $U = \{x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 150\}$ . Далее, пусть  $L$  — шкала истинностных значений, имеющая своими наименьшим и наибольшим элементами  $L_0$  и  $L_1$  соответственно. Обычно полагаем  $L = [0;1]$ , что необязательно, но общепринято. Таким образом, 1 выражает то, что  $P(x)$  без всяких сомнений имеет место, а 0 выражает то, что  $P(x)$  совсем не имеет места. Остальные значения выражают то, что  $P(x)$  имеет место частично.

*Нечеткое множество*  $A$  — это множество упорядоченных пар  $(x, \mu(x))$ , где функция  $\mu: U \rightarrow [0;1]$  называется *функцией принадлежности*, а ее значение  $\mu(x) \in [0;1]$  называется степенью принадлежности элемента  $x$  к нечеткому множеству  $A$ .

Нечеткое множество записывается как

$$A = \{(\mu(x)/x) \mid x \in U\},$$

где пара  $(\mu(x)/x)$  означает, что «элемент  $x$  принадлежит  $A$  со степенью принадлежности  $\mu(x)$ ».

Функция принадлежности — это некоторое субъективное измерение нечеткой принадлежности элемента заданному множеству. Под субъективной мерой, как правило, понимается степень принадлежности элемента  $x$  нечеткому множеству  $A$ , определенная опросом одного или нескольких экспертов.

Например, пусть дано 10 шаров. Множество всех подмножеств множества шаров содержит пустое множество, одно-, двух- трех- и т.д. до десятиэлементного подмножества. Пусть множество этих подмножеств есть универсальное множество, т.е.  $U = \{\emptyset, \{1\}, \{1,2\}, \dots, \{1,2,\dots,10\}\}$ . Необходимо оценить степень принадлежности любого из этих подмножеств нечеткому множеству «несколько шаров». Для подмножеств, содержащих нуль, один, два, половину или все шары, эксперт определил

значение функции принадлежности равным нулю. Для подмножеств, содержащих три или девять шаров, эксперт определил значение функции принадлежности равным 0,4, для подмножества, содержащего восемь шаров — равным 0,6, для подмножеств, содержащих четыре, шесть или семь шаров, — равным 0,8.

Таким образом, на основе субъективной меры, установленной экспертом,

$$A = \{(0,4/3), (0,8/4), (0,8/6), (0,8/7), (0,6/8), (0,4/9)\}.$$

На случай нечетких множеств обобщаются теоретико-множественные операции и вводится понятие нечеткого отношения.

Термин «нечеткая логика» стал использоваться в конце шестидесятых годов XX века. Сначала он означал любую логику, имеющую более двух истинностных значений. Позднее, после выхода известной статьи Л.А. Заде<sup>5</sup>, он получил два других значения: нечеткая логика в узком и широком смыслах.

«В узком смысле нечеткая логика FLn представляет собой логическую систему, нацеленную на формализацию приближенных рассуждений. В этом смысле FLn является расширением многозначной логики. Однако программа FLn в значительной мере отличается от традиционной многозначной логики. В частности, к таким ключевым понятиям, как понятия лингвистической переменной, канонической формы, нечетких если-то правил, нечетких кванторов и дефаззификации, модификации предикатов, истинностной квалификации, принципа обобщения и интерполяционного рассуждения традиционные системы не обращаются», – утверждает Л.А. Заде<sup>6</sup>.

Таким образом, нечеткая логика в узком смысле представляет собой специальную многозначную логику, нацеленную на обеспечение формальных основ подхода к нечеткости. Нечеткая логика в широком смысле является расширением нечеткой логики в узком смысле и нацелена на создание математической модели естественных человеческих рассуждений, в которых принципиальную роль играет естественный язык.

Нечеткая логика обеспечивает разрешимость некоторых, классически не разрешимых, проблем. К примеру, хорошо известными являются древние парадоксы sorites (куча) и falakros (лысый человек).

**Sorites.** *Одно пшеничное зерно не образует кучи. То же верно для двух зерен, трех и т. д. Следовательно, куча не существует.*

**Falakros.** *Человек без волос или только с одним волосом — лысый. То же верно для человека с двумя волосами и т. д. Следовательно, все люди — лысые.*

<sup>5</sup> Zadeh Lotfi A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning I, II, III. // Inf. Sci. 1975. № 8. P. 199–257, 301–357; № 9. P. 43–80.

<sup>6</sup> Zadeh L. (1994), «Preface», in R. J. Marks II (ed.), *Fuzzy logic technology and applications*, IEEE Publications.

Эти парадоксы возникают тогда, когда свойства «быть кучей» и «быть лысым» понимаются точно, т.е. исключая их нечеткость.

Каким образом нечеткость свойств влияет на логическое рассуждение? Очевидно, что классическая двузначная логика не способна с этим справиться. Причина состоит в следующем.

Пусть  $P(x)$  — некоторое нечеткое свойство, определенное на множестве целых неотрицательных чисел. Проблема заключается в оценке истинности импликации  $P(x) \Rightarrow P(x+1)$ . Если эта индукция понимается классически, то, отправляясь от  $P(0)$ , с необходимостью приходим к указанным выше парадоксам. Однако для различных  $x$  истинность высказывания  $P(x) \Rightarrow P(x+1)$  различна. Предлагаемое нечеткой логикой решение заключается в допущении, что импликация  $P(x) \Rightarrow P(x+1)$  истинна только в некоторой степени, близкой к 1, скажем,  $1 - \varepsilon$ , где  $\varepsilon > 0$ . При этом допущении парадокс «куча» (так же как и «лысый») исчезает.

Одним из важнейших понятий нечеткой логики является понятие лингвистической переменной, которое позволяет строить математические модели человеческих рассуждений.

*Лингвистическая переменная* характеризуется: *именем*, например «возраст», «рост» и т.д.; *значениями*, которые являются языковыми переменными, например «очень молодой», «молодой», «средних лет», «пожилой», «старый» и т.д.; *универсальным множеством*  $U$ , например  $U = [0; 150]$  в случае «возраст»; синтаксическим правилом, позволяющим формировать новые значения лингвистической переменной, в том числе и с помощью нечетких кванторов; семантическим правилом, приписывающим каждому значению лингвистической переменной нечеткое множество в универсуме  $U$ .

Лингвистические переменные используются в схемах приближенных рассуждений. Например, следующая схема поведения водителя автомашины:

ЕСЛИ препятствие *близко* И скорость *высока*, ТО следует *сильно* тормозить.

ЕСЛИ препятствие *далеко* И скорость *мала*, ТО следует тормозить *слегка*.

Препятствие *очень близко* И скорость *высокая*.

---

Следует тормозить *очень сильно*.

Данная схема содержит нечеткие выражения, в том числе так называемые нечеткие ЕСЛИ-ТО правила. Отметим, что данная схема

весьма естественна для человеческого рассуждения. В действительности, при вождении автомобиля внешние условия меняются так быстро, что вождение было бы затруднено без способности к установлению нечетких правил. Эта сильная сторона человеческого мышления возможна, в основном, благодаря его способности обращаться с нечеткостью. Всякая попытка найти точное решение проблемы, подобной этой, обречена на провал.

Ситуация усложняется при использовании нечетких кванторов, т.е. таких слов, как «много», «большинство», «часто», «почти», «довольно много» и т.п. Например, мы можем расширить вышеприведенную схему следующим правилом:

В случае опасности *большинство* препятствий надо объезжать слева при условии отсутствия приближающихся автомобилей.

Нечеткая логика предлагает модели приближенных рассуждений. Оригинальным предложением Л.А. Заде является так называемое обобщенное правило *modus ponens*. Нечеткая логика в широком смысле не только включает схемы приближенных рассуждений, но имеет и более общую цель — смоделировать естественный способ человеческого рассуждения, принципиальную роль в котором играет естественный язык.

**В.А. Еровенко, Н.В. Михайлова**  
(Минск)

## **ОНТОЛОГИЧЕСКИЕ И ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБОСНОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МАТЕМАТИКИ**

*До рефлексивных результатов о неполноте неявно предполагалось, что математическая теория должна быть полной и непротиворечивой. Гёдель показал, что полна и непротиворечива только «чистая логика», а достаточно содержательная конкретная математическая теория всегда неполна. Философам математики ясно, что даже без этого результата математическая истина выходит за ограничительные рамки любой интерпретации программы формализма. Работа посвящена тому, как эту философско-методологическую идею можно уточнять неэквивалентными способами с помощью дальнейших философских и методологических соглашений.*

\* \* \*

Проблема обоснования современной математики состоит из двух взаимосвязанных уровней – математического и философского. Если сущность первого состоит в применении программы обоснования к конкретной теории, что составляет чисто математическую работу, то сущность второго состоит в том, что каждая программа обоснования нуждается в философском анализе ее соответствия своей исходной философско-методологической задаче. Поэтому круг философско-математических вопросов, нуждающихся в дальнейшем изучении, связан с естественным синтезом различных философско-методологических традиций в математике с целью создания единой программы обоснования. Философско-математическому сообществу всегда не хватает таких философов науки, которые выполняли бы роль «соединителя» методологических противоположностей в математике с помощью современных общеполитических принципов.

Обращение математиков к философии и методологии происходит в такие периоды, когда требует нового осмысления разнородный и часто методологически противоречивый накопленный математический материал. Для философов математики ориентиром в такой обосновательной деятельности может служить стабильность, историческая устойчивость и мировоззренческая общность математики. Философско-методологическое обоснование математики необходимо для того, чтобы найти адекватные средства, гарантирующие надежность сверхсложных и труднообозримых современных математических доказательств и компьютерных вычислений. Главная методологическая трудность всех имеющихся программ обоснования математики состоит в определении природы и границ «обосновательного слоя», установившегося при разных методологических подходах к этой проблеме.

Методы обоснования математики довольно плохо поддаются детальному объяснению на философском уровне. Неудачи классических программ обоснования математики явились следствием слабости их философско-методологических предпосылок. Итог исследований по основаниям математики прошлого столетия состоит в том, что или следует отказаться от построения программ обоснования математики вообще, или надо воспользоваться новой обосновательной методологией, с помощью которой можно попытаться некоторым образом реабилитировать актуальное бесконечное, имеющее непосредственное онтологическое обоснование через оправдание некоторой части трансфинитной математики. Таким образом можно уйти от финитизма в программах обоснования, существенно расширяя тем самым возможности формалистского подхода, в основном русле которого развивается современная математика.

Конечной целью программ обоснования должен стать естественный синтез различных философско-мировоззренческих традиций, устоявшихся в философии математики, с целью создания единой многомерной теоретико-методологической программы обоснования. Системный подход предопределяет когнитивные схемы такого синтеза, который направляет мысль на выявление причинно-следственной обусловленности сложного. Системные соображения, отнесенные к конкретной математической теории, могут рассматриваться в качестве ее логического обоснования, для оправдания доказательности которых следует признать, что надежная дедукция возможна не только на уровне формализации. Когда философские идеи и концепции хорошо соответствуют реальной науке и раскрывают разные точки зрения и философско-методологические аспекты математической реальности, то при этом, вообще говоря, не возникает никаких противоречий.

Методологическая трудность обоснования современной математики, в основе которой лежит важнейшая философская проблема непротиворечивости аксиоматической системы, не позволяет выделить какую-либо одну из известных философско-математических программ обоснования. Поскольку, с одной стороны, аксиоматические теории содержат в себе неформализуемые аспекты, которые опираются на некоторые очевидности, то их, вообще говоря, нельзя принять в качестве онтологически истинных без какого-либо обоснования. Но, с другой стороны, едва ли можно привести пример реального математического направления, где работающий математик очень сомневался бы в непротиворечивости своих методов исследования. Для разрешения указанных противоречий необходим принципиально новый философский взгляд, невозможный в линейной, точнее, одномерной, структуре.

Современные философы математики и методологи науки отдают должное гармоничности теоретико-системного подхода и

конструктивности научных гипотез, способствующих целостности познания. Опираясь на принцип системности, можно объединить различные методологические подходы в обосновании математики, что способствует установлению путей их синтеза и осмыслению их взаимной дополнителности. По мнению методолога науки И.В. Блауберга, «системный подход представляет собой методологическую ориентацию исследователя, основанную на рассмотрении объектов изучения в виде систем, то есть совокупностей элементов, связанных взаимодействием и в силу этого выступающих как единое целое»<sup>1</sup>. Понятие «подход» означает методологическую ориентацию, направляющую общую стратегию исследования, и оказывает существенное влияние на выработку структуры математической теории, дающей возможность осуществления философско-методологического синтеза в обосновании математических теорий.

Философия постгёделевской математики ориентирована на открытие новых способов коммуникации знаний, а не редукции одного типа знания к другому, и восстановлению или реконструкции ее прежних прочно установившихся традиционных подходов к обоснованию. Так, математический платонизм можно рассматривать как определенный альянс между философами и математиками с целью поиска методологических оснований интегративных процессов современной философско-математической мысли. Математики всегда были сосредоточены на истории и эволюции математических понятий, обращая внимание в основном на инструментальный характер методов исследования, использовавшихся в математике предшествующих уровней, и на создание таких формальных систем, которые обеспечивали бы математике, как науке об абстрактных структурах, реальные законы их взаимодействия и функционирования. Платонистская вера в то, что математические сущности предшествуют математическим исследованиям и озарениям, разделяется большинством математиков. В таком контексте математическое творчество – это поиск объективно предзаданного результата.

Новое смысловое содержание программы обоснования математики постепенно наполняется при достраивании диады до целостного тройного комплекса на основе семантической формулы Баранцева: «рацио – эмоцио – интуицио». Рациональные критерии обоснования играют важную роль в становлении математической строгости. Но отсутствие или неопределенность таких критериев не снижает уровня фактической значимости или строгости теории и не останавливает естественного прогресса математического знания. Так как в философии нет единой системы методов, то и в философии математики отсутствует критерий

---

<sup>1</sup> Блауберг И.В. Проблема целостности и системный подход. М.: Эдиториал УРСС, 1997. С. 319.

общезначимости результатов. Хотя рациональные критерии строгости не всегда контролировали эффективность математики, «границы иррационального» современная математическая наука изучает инструментами рационального, тем не менее, новая концепция обоснования математики, которая больше согласуется с математической практикой, пытается преодолеть хронический «рациональный уклон».

Привычка обращаться с математическими объектами так, как будто это сущности реального мира, существующие независимо от математиков, является источником методологических затруднений в обосновании математических теорий. Они связаны с тем, что для этого реалистического течения пока еще нет адекватных онтологических интерпретаций, поэтому формальные описания в системном подходе конструируются так, чтобы математическая реальность хорошо соответствовала содержательным истинам. Преимущество логических доказательств состоит в том, что выводы математических теорем не зависят от окружающей нас реальности, и поэтому математические истины должны быть верны в любом описании рационального мира. В этом состоит одна из причин живучести математического платонизма, который непосредственно связан с природой математической деятельности, а именно с процессом отчуждения ее результатов от породившего их ума.

Необходимость философско-методологического синтеза программ обоснования обусловлена тем, что философия акцентирует свои когнитивные задачи на выявлении универсального в обосновании, а методология – на развитии практической деятельности в конструктивном аспекте и создании условий для дальнейшего развития математики. Методологический смысл понятия «философско-методологический синтез» отличается от простого соединения принципов тем, что он представляет собой слияние исходных, даже противоположных, принципов в концептуальную идею, имеющую новый смысл, сущность которой состоит в том, что она задает совокупность методов исследования как составляющую часть своего методологического арсенала. Синтез научных знаний в попытках построения единой физической картины мира стал идеалом научного познания с середины XX века. Проблема единства, как математики, так и программы ее обоснования, не нова, она ставилась, начиная с той эпохи, когда математика оформилась как самостоятельная дисциплина. Актуальность исследования по проблеме обоснования математики состоит в том, что она пока не имеет удовлетворительных подходов к ее решению и поэтому не может считаться решенной.

Методологические проблемы, поставленные Давидом Гильбертом, оказались столь актуальными, что практически вся философия математики XX в. развивалась под влиянием поставленных им задач. Чтобы показать несправедливость широко распространенных крайних утверждений, в науке XX в. были получены новые теоретические конструкции. К ним

можно отнести принцип дополнительности Бора и теоремы Гёделя о неполноте. Процесс переноса границы между наблюдателем, изучающим окружающий мир, и этим миром аналогичен акту расширения формальной системы в программе Гёделя. Существование некоторых формально неразрешимых проблем в математике само по себе еще ничего не говорит об их значимости в смысле частоты их появления в различных областях науки. Поэтому теоремы Гёделя, вообще говоря, не сужают обычную сферу использования аксиоматического метода и не ограничивают ее реальные функции.

Философия математики есть часть философии, поэтому в ней отражаются те тенденции, которые свойственны всей философии. В общепhilosophическом аспекте в отношении анализа и синтеза в различных областях знания, в том числе и в философии математики, мы встречаемся с проблемами, напоминающими ситуацию в квантовой физике, которая называется «соотношением неопределенностей». Сущность этого соотношения состоит не столько в том, что координату и импульс нельзя одновременно измерить, сколько в том, что эти понятия в некоторых случаях не являются точно определенными. Поэтому соотношение неопределенностей возникает с самого начала, еще до процедуры измерения, как математическое утверждение. Например, алгоритмическое толкование понятий математики, понимаемое в контексте конструктивной установки, противостоит теоретико-множественным понятиям формального направления, в котором рассматриваются абстрактные множества элементов произвольной природы.

В основе концепции структуры современной математической теории лежит фундаментальная дихотомия внешнего и внутреннего ограничения. Трудность выявления основных методологических принципов природы математического знания состоит в неразделенности субъекта и объекта. Это связано с тем, что процесс синтеза нового сущего в контексте онтологического понимания системы обоснования математики содержит нечто, не выделяемое из целого при разделении его на части, поскольку речь идет не только о единстве этой совокупности, но и о порождаемых ею свойствах. Линейный взгляд на обоснование уже не работает в современной математике, что, в частности, убедительно подтверждается гёделевской незавершенностью аксиоматических систем. Отличительным признаком полученных результатов исследования в проблеме обоснования математики является такой синтез традиционных программ обоснования, который способствует целостному пониманию математики, несводимому к простой сумме свойств составляющих ее элементов, в силу методологической несуммативности целого. Системный подход призван эксплицировать соответствующие процедуры обоснования современной математики.

Анализ программ обоснования математики выявил, что для понимания природы современной математики недостаточно исходить только из гносеологии, онтологии или эпистемологии. Для методологического анализа проблемы обоснования математики требуется использовать не только философские, но и математические категории, имеющие общетеоретический характер. Так, философско-методологическая интерпретация теоремы Гёделя напрямую связана с неразрешимостью задачи об остановке, поскольку математическая обработка информации состоит из разнообразных идей, которые невозможно объединить в одном алгоритме. Поэтому неизбежным этапом познания, следующим за реконструкцией истории программ обоснования математики, выступает компаративистский подход к исследованию этой проблемы. С точки зрения компаративистики, философия математики, сравнивая и сопоставляя философские традиции в подходе к обоснованию, стремится выявить скрытые идеи, входящие в различные комбинации хорошо известных философско-методологических программ обоснования математики.

В контексте ведущей линии развития философской компаративистики, формирование единого пространства философии математики не должно зависеть только от ограниченного фрагмента арифметики. Хотя зависимость формалистской программы Гильберта от чисто философских предпосылок является гораздо меньшей, чем зависимость от них интуиционизма, затруднения в основаниях математики носят все же философский характер, поэтому выход из разногласий приходится иногда искать вне математики. С философско-методологической точки зрения, само метаматематическое исследование расщепляется на собственно математическое исследование оснований математики, открывающее что-то принципиально новое, и онтологическое исследование, а для распутывания различного рода «гносеологических узлов» можно воспользоваться таким понятием системного анализа, как неопределенность. С признания неопределенности и неполноты знания часто начинается процесс обобщения в философии современной математики.

Взгляд на проблему обоснования под углом зрения философско-методологического синтеза способствует приращению знания, открывая новые способы коммуникации в математике. Стремление к синтезу и новой методологической целостности, заменяющей недостижимую полноту, связано с идеей тринитарности, которая находит плодотворное применение в синергетике. Математик, механик и методолог тринитарности Р.Г. Баранцев рассматривает системную триаду в качестве простейшей структурной ячейки синтеза. «Системная триада объединяет три равноправных элемента, каждый из которых может участвовать в разрешении противоречий между двумя другими как мера компромисса,

как третейский судья, как фактор их сосуществования в целостной системе»<sup>2</sup>. Сущность системного синтеза программ обоснования математики состоит в том, что с помощью системной триады можно осуществить синтез гносеологических противоположностей, ведущий к построению целостного взгляда на эту проблему.

Новый подход к проблеме обоснования математики определяется итогами предыдущих исследований, состоящими в том, что надо отказаться от построения программ обоснования вообще или воспользоваться новой методологией. Для этого необходим синтез, объединяющий концепции всех основных направлений философии математики, точнее, системный синтез, включающий в себя взаимосогласованные и гносеологически дополняющие друг друга программы обоснования математики. Но для реализации соответствующих формальных построений нужен выход в новое смысловое философско-математическое пространство, необходимое для понимания практической эффективности новой концепции обоснования. Таким образом, теоретическая задача по обоснованию математики состоит в переходе к новым критериям, способным совмещать в себе системный подход к философским направлениям в математике.

Поиски единства программ обоснования невозможно отделить от феномена многообразия знания, поэтому философы математики вынуждены рассматривать разнообразные пути объединения действующих программ, расширяющих горизонты математики. Среди таких подходов можно выделить дихотомию – редукцию и дополнительность. Если редукция стремится свести все многообразие явлений к одной теоретической схеме, то дополнительность пытается сохранить многообразие при поиске объединяющих оснований, придав им новую философскую интерпретацию. Философское применение концепции дополнительности означает, что вопрос об обоснованности математики не должен ставиться в контексте методологических исключений, что представляет собой новый уровень развития философии математики. Однако для примирения гносеологических противоположностей в дополнительных программах обоснования необходима соединяющая программа, способная замкнуть бинарную оппозицию в системную триаду.

Хотя системный подход в обосновании современной математики не обрел строгой формы методологической системы, эти философские проблемы не могут рассматриваться в отрыве от общефилософских проблем методологии познания. Специфика такой сложной системы, как программа обоснования, не исчерпывается особенностями отдельных ее составляющих, а коренится в характере связей и отношений между математическими теориями. Даже за формальными математическими

---

<sup>2</sup> Баранцев Р.Г. Становление тринитарного мышления. М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. С. 13.

системами, например, стоят интуитивные принципы доказательства. В эпистемологическом плане синтетическая концепция программ обоснования современной математики принадлежит к фундаментальным познавательным процедурам, поскольку позволяет через онтологическое единство обосновываемого и оснований математики проследить как динамику целостной системы научной математической деятельности, так и естественный рост математического знания.

Глобальный теоретический вопрос обоснования математики оказался, в связи с развитием компьютерных вычислений, более приземленным и практически важным вопросом, а так как компьютерные вычисления ограничены математическими ресурсами, то в таком контексте более привлекательной выглядит идея локальной непротиворечивости. Вопрос о непротиворечивости математики можно рассматривать не только с точки зрения теоретической математики, но и как важнейший вопрос математической практики. Следуя философу математики В.Я. Перминову, можно утверждать, что основанием для такого мнения служит то обстоятельство, что наиболее развитые разделы математики получают методологическую поддержку также со стороны ее более простых ветвей, которые, в свою очередь, обосновываются благодаря своим приложениям. Хотя если говорить об убедительности законов арифметики, то она все же вытекает не из практики счета, а из универсальных онтологических требований. Философские категории в этом смысле являют собой автономную и первичную сферу представлений, которую иногда называют «категориальной онтологией».

Работающие математики практически не сомневаются в том, что математика в целом непротиворечива, что является главным критерием математического существования по Гильберту. Если смягчить доктринарные элементы программы Гильберта, то в теории доказательств потребуются не только результаты о непротиворечивости, но и новые подходы к расширению методологических принципов программ обоснования, способных объяснить естественность различий современных метаматематических исследований. Из невозможности, в силу гёделевских результатов о неполноте, обоснования непротиворечивости отдельных математических теорий не следует, что они противоречивы или проявят противоречивость в своем дальнейшем развитии. С прагматической точки зрения, современная математика вполне достаточно, хотя и не абсолютно, обосновывается своими приложениями. Системный подход к обоснованию способствует пониманию того, что логическое обоснование непротиворечивости отдельных математических теорий не нужно, поскольку хорошо развитая математическая теория, исходя из логики ее исторического развития, не может стать противоречивой.

Выработка в философии обоснования математики синтезирующего знания является конкретной реализацией ею важнейших

мировоззренческих установок и методологических функций. Специалист по методологической проблеме единства научного знания В.П. Каратеев в связи с этим утверждает: «Из научных дисциплин наиболее успешно с задачей синтеза данных справляется в настоящее время математика. Это ведет к усилению глубоких связей между вначале совершенно различными вопросами, к укреплению единства самой математики»<sup>3</sup>. Естественный синтез программ обоснования является результатом тех процессов, которые сами по себе происходят в результате сознательного конструирования абстрактных систем философии и математики. Прежняя научная парадигма требовала полной определенности, но, согласно принципу неопределенности, в процесс исследования вмешивается субъективный фактор, оставляющий нечто очень существенное, даже, возможно, необязательно формализуемое, за рамками абстрактной математической модели.

Новая концепция обоснования современной математики рассматривается не потому, что доказана ее необходимость, а потому, что входящие в нее рабочие программы обоснования признаны необходимыми. Специфика математического метода состоит в том, что процесс дедуктивного вывода не поддается прямому сопоставлению с описываемой реальностью, кроме того, для большей части математического символизма не существует ни материальных объектов, ни физических процессов, поэтому для развития математики важна идея единства математики. Основная философская идея системного обоснования современных математических теорий состоит в том, чтобы связать их философско-методологическую завершенность со свойством их математической непротиворечивости. Даже если мы не можем понять мир современной математики до конца, то эта невозможность понимания компенсируется дополнительностью гносеологически различных точек зрения на теоретически возможные математические миры.

История развития современной математики показала, что в методологическом споре интуиционизма и формализма не оказалось победителя, точнее, конструктивная и теоретико-множественная математика хорошо дополняют друг друга. Эта бинарная оппозиция есть элементарная структура обоснования, а для синтеза требуется более емкая структура, простейшей из которых является системная триада. Различие между этими направлениями объясняется через разницу в требованиях к построению математики. Новый философско-методологический подход к проблеме обоснования проясняет реальные отношения между формалистской и интуиционистской программами обоснования математики. Он нужен для того, чтобы через структурированное единство системной триады дать взвешенную концепцию обоснования современной

<sup>3</sup> Каратеев В.П. Единство, интеграция, синтез научного знания. Саратов: Изд-во Саратовск. ун-та, 1987. С. 135.

математики, а основанием плодотворного синтеза в философии математики, способного сблизить многие направления развития разветвленного и утонченного математического формализма, может стать современная компьютерная математика и отвечающая ей логика.

Одно из проявлений философской рефлексии состоит в принятии новой организующей идеи или новой интерпретации уже существующих концепций, позволяющих построить более обстоятельную схему для решения проблемы обоснования математики. Философско-методологический синтез, принимающий вид неформализуемой целостности, выражает реальный процесс движения математического познания от исследования программ обоснования через части к постижению единства многообразия: его целостности и его множественности. Процесс такого объединения реально протекает внутри самой математики с учетом определенных отклонений, поскольку некоторые ожидания были частично опровергнуты общим математическим опытом. Интеллектуальная история проблемы обоснования математики не начиналась с нуля. В результате обобщения конкретных методологических представлений сформировалась системная триада программы обоснования, как тринитарный образ синергетической парадигмы.

В концептуальном развитии проблемы обоснования современной математики используются идеи, содержащиеся в процедуре философско-методологического синтеза как рассудочной интуиции, дополняющей наши размышления, с помощью которых можно выявить наиболее перспективные направления обоснования математики. Очевидно, эта процедура раньше не была разработана для формальных систем обоснования современной математики. Нестандартное понимание математических моделей реальности, на наш взгляд, снимает неоправданные ограничения на принципы метатеории, определяемые в рамках многообразных математических критериев. Опираясь на онтологические критерии, можно также утверждать, что ведущая сила нового тринитарного мышления, преодолевающего гносеологическое противостояние, – это реальный результат осмысления современного совокупного математического опыта.

**А.Н. Кочергин**  
(Москва)

## **МАТЕМАТИКА И ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ**

*В статье показывается возможность построения математической теории информации без введения строгого понятия информации, что позволяет решать проблемы связи на основе понятия количества информации, хотя и не снимает необходимости введения понятия информации применительно к другим областям исследования.*

\* \* \*

Тот факт, что люди, как существа общественные, не могут существовать без обмена информацией, известен давно. Средством такой передачи информации является естественный язык, простейшие средства сигнализации (флажки на судах, гудки на транспорте и т. д.) и более сложные (радио, телефон, телеграф, телевидение, Интернет и т. д.). Для шифровки информации в целях ее передачи чаще использовался двоичный код. Технический и промышленный прогресс, обусловивший резкое возрастание потребностей в средствах связи, поставил проблему теоретической разработки систем передачи информации и методов их расчета. Данная потребность в середине XX в. была реализована в создании теории связи и развития теории информации.

Под информацией в широком смысле понимают сведения о ранее не известных событиях, т. е. сведения, содержащие что-то новое о данных событиях (поэтому не всякое сообщение несет информацию). Новыми являются данные, которые человек не может предвидеть заранее, т. е. имеющие вероятностный характер. Понятие информации сотни лет использовалось многими исследователями, не привлекая к себе особого внимания. Лишь в начале XX в. в связи с возрастанием роли информации в общественной жизни возрос интерес к содержанию понятий «информация» и «количество информации». В 1928 г. Р. Хартли предложил логарифмическую меру количества информации, а 20 лет спустя К. Шеннон, математически обосновав и определив понятие количества информации как меры уменьшения неопределенности, положил начало применению понятия информации в качестве научного термина<sup>1</sup>. Его концепция положила начало первой научной дисциплине, непосредственно связанной с феноменом информации.

До работ К. Шеннона предпринимались попытки уточнить понятие информации традиционным путем (т. е. подведением его под более общее понятие). В 1921 г. Р. Фишер пытался подвести его под понятие вероятности, а в 1929 г. – Л. Сциллард – связать с понятием энтропии.

---

<sup>1</sup> Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.

Данные попытки успехом не увенчались, а позже была выявлена их несостоятельность (согласно концепции Р.С. Ингардена и К. Урбанова, понятие информации является более широким, чем понятие вероятности, а теория вероятности есть ветвь теории информации, а не наоборот). Аналогичные взгляды были высказаны А.Н. Колмогоровым, А.И. Оксаком и другими исследователями, обосновавшими несводимость понятия информации к понятию вероятности или негэнтропии. Еще ранее эта же мысль была высказана Н. Винером: «Информация есть информация, а не материя и не энергия»<sup>2</sup>. Его категорический отказ подводить понятие информации под какое-либо другое, более широкое, понятие содержит, по существу, не высказанное явно признание за данным понятием статуса категории. Это был первый серьезный вклад в определение сущности понятия информации. Следующий шаг сделан тем же Н. Винером, определившим информацию как обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе приспособления к нему наших чувств. Высказывая это определение, Н. Винер не считал его исчерпывающим и завершенным. Здесь четко очерчена лишь та форма информации, которая является результатом взаимодействия человека со средой и представляет собой отражение объективного разнообразия последней в человеческой психике. Поэтому дальнейшие попытки развить определение информации были вполне естественны.

Одной из таких попыток является концепция, в соответствии с которой информация трактуется как разнообразие. Другая попытка связана с определением информации как объективного содержания связи между взаимодействующими материальными объектами, проявляющейся в изменении состояния этих объектов. Обе позиции подверглись сомнению на том основании, что они ведут к утрате специфики феномена информации. Сущность информации невозможно понять в отвлечении от ее двойственного объективно-субъективного характера – двойственность понятия информации отражает неразрывное единство объекта (отражаемого) и субъекта (отражающего). Поэтому высказывание Н. Винера об информации можно было бы расширить: «Информация есть информация, а не материя, не энергия, не разнообразие и ничто другое».

К данной позиции близка точка зрения, согласно которой уточнять понятие информации следует путем выделения в нем содержания – сведений о предметах и явлениях природы, общества и мышления, и формы, т. е. любых систем знаков или сигналов. Самостоятельность информации как явления определяется единством этих составляющих. Информация становится таковой лишь после установления соответствия между содержанием и формой, т. е. между различиями состояния данной

---

<sup>2</sup> Винер Н. Кибернетика. М., 1958. С. 166.

материи и различиями сигналов другой материи. Любая материя несет не информацию, а лишь содержание информации, которое должно быть извлечено и выражено в определенной форме. Для превращения возможности в действительность необходим процесс перехода содержания в ту или иную форму существования и передачи информации. Миновать этот процесс невозможно, поскольку без него информация не появляется.

Таким образом, в настоящее время не существует единого определения информации. Нет единого мнения и по вопросу о том, свойством каких объектов является информация: одни авторы считают, что информация является свойством любых материальных объектов, другие связывают информацию лишь с живыми системами. В процессе полемики обе точки зрения оказались резко противопоставленными друг другу, хотя в действительности они представляют собой рассмотрение «разных уровней» информации. Первая точка зрения чаще всего исходит из понимания информации как меры неоднородности распределения материи и энергии в пространстве и времени, как отраженного разнообразия, вторая – как меры эффективности такого фактора, который может быть использован информационной системой для управления. На первый взгляд действительно может показаться, что оба эти подхода противоположны, поскольку первый из них связывается с признанием существования информации независимо от воспринимающей системы, а второй – с признанием существования информации в управляющей системе. В действительности это противоречие снимается введением различия информации потенциальной и актуальной. Актуальная информация может быть представлена как ограничение разнообразия, выбор из разнообразия и его использование в адаптационных процессах в системах управления (живых организмах и искусственных системах). Эта форма информации активна, на ее основе осуществляется управление. В отличие от указанных систем, для неживой природы характерно преобразование разнообразия в ходе взаимодействия тел, поэтому здесь нет активного использования разнообразия. Актуализация потенциальной информации осуществляется в результате уничтожения неопределенности равновероятных элементов разнообразия посредством выбора определенных элементов.

В рамках классической теории информации, развитой К. Шенноном в его работе «Математическая теория связи» (1949 г.), информация рассматривается как то, что устраняет неопределенность выбора (т. е. устранение неопределенности в выборе одной возможности из нескольких). Мера информации он определял через противоположность, а именно через неопределенность выбора. Получается, что количество информации тем больше, чем большую неопределенность информация устраняет. Построив абстрактную схему связи, состоящую из источника информации, передатчика, линии связи, приемника, адресата и источника помех, и выведя формулу, представляющую частотную характеристику

сообщения и позволяющую вычислить количество информации, передаваемое сигналами по каналу связи с учетом различной вероятности появления букв в словах, Шеннон использовал вероятностные методы для измерения количества информации. В рамках вероятностной концепции под информацией понимались лишь сообщения, уменьшающие неопределенность у получателя. Неопределенность появляется в случаях необходимости выбора (обусловленного неполнотой информации) одной из двух или более возможностей.

Концепция Шеннона понятием информации не пользуется — для решения задач в ее рамках оказывается достаточным использование понятия количества информации. Рассматривая меру информации как меру неопределенности выбора из событий, Шеннон сформулировал объективный метод подсчета количества информации, который был основан на использовании понятия энтропии, заимствованного из статистической физики — и энтропия, и количество информации основываются на понятии вероятности. Введя понятие энтропии в теорию информации, Шеннон дал удобную для расчетов формулу, чем завершил работу по созданию объективного метода подсчета информации, заложившего основы математической теории информации. (В настоящее время тезис о связи информации с энтропией ставится рядом исследователей под сомнение.) В рамках кибернетики идея о связи энтропии и информации разделялась создателем этой дисциплины Н. Винером. Признание этой связи основывалось на том, что эти понятия характеризуют действительность с точки зрения соотношения хаоса и упорядоченности: энтропия выступает мерой хаоса, а количество информации — мерой упорядоченности<sup>3</sup>.

Количественное выражение информации не снимает вопроса о раскрытии ее содержательной стороны. Сама формула Винера об информации как мере упорядоченности ничего не говорит о том, что является содержанием, выражающимся в упорядоченной форме. Одно из направлений разработки содержательной теории информации основывается на трактовке количества информации как меры отражения: информация связывается с упорядоченным отражением, а шум — с неупорядоченным (хаотическим) отражением. Иначе говоря, количество информации есть мера упорядоченности отражения, а количество шума — мера хаотичности отражения. В рамках данного подхода считается, что главная идея кибернетики об объединении процессов управления и связи получает свое обоснование именно в трактовке информации как отражения: управление есть процесс упорядочения материальных объектов, а информация связана с упорядочением отражения. А из связи материи и отражения вытекает единство процессов управления и

---

<sup>3</sup> Винер Н. Кибернетика и общество. М., 1963. С. 44.

информационных процессов. Другие направления развития теории информации связаны с разработкой ее семантических, синтаксических и других аспектов.

Преодоление информационного кризиса в значительной мере зависит от степени изученности процессов производства информации. Выяснение сущности информации вообще и разработка эффективных методов анализа и обобщения научной информации в частности не могут успешно осуществляться без исследования процессов естественного порождения (генезиса) и преобразования информации. Информациогенез есть процесс порождения информации в природе<sup>4</sup>. Под порождением мы будем понимать продуктивное изменение, т. е. такое изменение, в результате которого совершается переход от одного качества к другому. Порождение еще можно определить как качественное гетерогенное изменение – такое изменение, отдельные моменты которого дифференцируются по качеству. Следовательно, будет ли то или иное изменение считаться порождением или нет, зависит от того, какие свойства, параметры берутся в качестве критериев, эталонов, на основе которых рассматривается и оценивается изменение. Такой подход позволяет установить, что всякое изменение, даже если оно выступает в форме простого изменения количества, всегда сопровождается в каком-то отношении качественными перестройками. Например, числовой ряд 1, 2, 3 и т. д. описывает простое гомогенное количественное изменение (изменение на единицу), но вместе с тем это изменение обуславливает качественную гетерогенизацию в отношении того, что каждое повторение одного и того же изменения (изменения на единицу) приводит к качественно новому в этом ряду количеству. Отсюда вытекает, что количество и качество суть неотъемлемые характеристики всякого изменения и что любое изменение всегда в каком-то отношении есть порождение, ибо уже из гомогенности и однообразия возникает гетерогенность, разнообразие, которое, в свою очередь, в определенном отношении может быть весьма однообразным.

Закон сохранения и циклический характер движения определяют полярный характер всех происходящих во Вселенной изменений (порождений), состояний. В самом общем виде движение вещества и энергии совершается в двух противоположных формах: в виде процессов конвергенции, концентрации, синтеза и процессов дивергенции, рассеяния, распада вещества и энергии. Это обусловлено, вероятно, тем, что в природе существует некоторый предел концентрации вещества, движение которого неизбежно усиливает тенденции, ведущие к распаду и рассеиванию энергии, которая затем снова дивергирует и концентрируется. Такой взгляд на движение вещества во Вселенной полностью снимает всякого рода дискуссии относительно «тепловой смерти» Вселенной, а

---

<sup>4</sup> Кочергин А.Н., Цайер З.Ф. Информациогенез и вопросы его оптимизации. Новосибирск, 1997.

представление о расширяющейся Вселенной развивается в предположение о «циклической» Вселенной.

Концентрация вещества и энергии в некотором пространстве в самом общем смысле означает накопление устойчивых изменений. Устойчивым же может быть только то изменение, которое возвращается к своему началу, т. е. самовоспроизводящееся, замкнутое, повторяющееся изменение. Оптимальной формой такого замкнутого изменения в пространстве является движение по окружности. Это изменение, как и изменение рассмотренного выше числового ряда, гомогенно, но в отличие от последнего в нем не происходит кумуляции одинаковых изменений в отдельные моменты времени. Это значит, что данный вид движения определяется внутренними особенностями системы, т. е. это такое изменение изолированных систем, при котором каждое новое изменение в последующий момент времени совершается за счет элиминации аналогичного изменения в предшествующий момент. Гомогенные изменения кумулятивного типа могут происходить только за счет внешних источников вещества и энергии. А это значит, что числовой ряд 1, 2, 3... может описывать или усложнение некоторой системы, состоящей из гомогенных элементов (последние представлены в форме определенного количества единиц в каждый из последующих моментов времени), или же различную степень гетерогенизации некоторой совокупности ранее гомогенных систем. Если же мы будем иметь некоторое множество исходных гомогенных единиц, с различной степенью интенсивности эволюционирующих за счет внешних источников энергии, то элементы 1, 2, 3... будут сосуществовать. Допустив возможность их объединения в форме различных комбинаций, можно существенно увеличить количество разнообразия. Именно такое явление и имеет место при концентрации вещества с сохранением внешних источников энергии.

Разнообразию, таким образом, можно определить как различие, возникающее в результате неодинаковой выраженности кумуляции первоначально гомогенных изменений в системах. Но чем обуславливается это различие, если предположить, что оно возникает из относительно небольшого числа сходных гомогенных форм? Если допустить, что элементы двух сравниваемых целостностей одинаковы, то различие этих целостностей, по всей видимости, будет определяться количеством элементов, их пространственным расположением и организацией. Качественное различие двух гомогенных систем типа  $(a + a + a)$  и  $(a + a + a + a)$  будет состоять в том, что первая цепь короче второй, ибо последняя на один элемент сложнее первой (знак  $+$  обозначает взаимодействие). Количественное различие, таким образом, через неодинаковую степень сложности проявляет себя в качественном различии пространственной организации. Нарастая, количественные различия все в большей мере предопределяют расхождения в пространственной

организации, обуславливая качественное различие. Следовательно, разнообразие можно представить как проявление количественно детерминированных различий в пространственной организации относительно гомогенных элементов некоторых целостностей. В случае такого «чисто» гомогенного изменения, как движение по окружности, разнообразие может быть представлено в виде простой пространственной модификации, различного расположения движущейся точки на окружности в разные моменты времени. Итак, уже простейшие абстрактные манипуляции над числами при учете некоторых фундаментальных физических принципов и философских понятий позволяют показать, как возникает одно из важнейших свойств природы – разнообразие, как оно вырастает из своей противоположности – однообразия.

Упорядочение вещественно-энергетических процессов в пространстве, сопровождавшееся возрастанием разнообразия, означало вместе с тем и гетерогенизацию самого пространства, появление континуумов пространственного разнообразия, условия движения в которых определялись не только силовым градиентом во взаимодействии, но и пространственной комплементарностью (дополнительностью) между движущейся системой и континуумом разнообразия.

Таким образом, в процессе усложнения и развития систем возрастает роль разнообразия в детерминации их движения в пространстве. Движение в пространстве разнообразия означает необходимость осуществления выбора из некоторого множества неоднородных признаков, различий. Ситуация выбора всегда в той или иной мере связана с неопределенностью. Следовательно, движение в пространстве разнообразия основано на таком взаимодействии, которое включает в себя в качестве составных моментов неопределенность. Сам же выбор есть своеобразный «квант» взаимодействия (элементарное взаимодействие) в процессе движения в пространстве разнообразия. Реализация такого кванта ведет к уменьшению неоднородности. «Ограничение разнообразия посредством выбора является тем порогом, за которым может возникнуть и возникает информация. Акт выбора превращается в акт производства информации»<sup>5</sup>. Тесная связь разнообразия с неопределенностью объясняется тем, что разнообразие неизбежно порождает множество возможностей в движении. Если эти возможности равновероятны и противоположны, то они, противодействуя друг другу, нейтрализуют себя, создавая ситуацию неопределенности. Неопределенность может возникнуть как за счет системы противоположных равносильных (равнозначных) взаимодействий внутри системы (при отсутствии внешних факторов, снимающих ее), так и на основе системы противоположных

---

<sup>5</sup> Украинцев Б.С. Самоуправляемые системы и причинность. М., 1972. С. 68.

равнозначных взаимодействий с внешней средой (при отсутствии соответствующих внутренних взаимодействий, снимающих неопределенность). Возможность здесь возникает как движение в потенциальной форме, а неопределенность – как выражение потенциальной энергии, связанной с равными и взаимоисключающими друг друга возможностями в форме равновесия сил. Редукция неопределенности, или устранение конкурирующих возможностей путем формирования доминирующей возможности, осуществляется на основе дополнительных взаимодействий (случайных, сигнальных), придающих одной из возможностей преимущество. При этом происходит переход потенциальной энергии равновесной системы противоположных взаимодействий в кинетическую энергию реализовавшейся доминирующей возможности. Данное синергетическое описание неопределенности позволяет заключить, что она является универсальным фундаментальным феноменом, теснейшим образом присущим не только биологическим, но и физическим явлениям

Несмотря на то что описанное проявление неопределенности и определенности в движении является универсальным, механизмы редукции неопределенности на разных уровнях организации оказываются различными, будучи зависимыми от строения систем и особенностей среды, в которой происходит их движение. Неопределенность, таким образом, обусловлена существованием разнообразия как формы проявления определенности. Движение в пространстве разнообразия постоянно сопровождается возникновением неопределенности. Величина неопределенности пропорциональна количеству разнообразия, среди которого осуществляется движение выбора.

В статистической теории информации снятие неопределенности осуществляется путем дихотомического (оптимального) выбора в пространстве разнообразия, причем считается, что каждый такой выбор соответствует использованию 1 *бита* информации. Информация здесь выступает как фактор, с помощью которого редуцируется неопределенность на любом уровне организации. Так как сама ситуация выбора предполагает наличие ряда равносильных альтернатив, то предпочтение той или иной возможности в рамках данной концепции не может быть осуществлено за счет использования необходимых динамических факторов, а выбор проводится или случайно, или на основе информации, которая понимается как нечто свободное от динамических моментов. При таком подходе акцент делается на статистическом характере процесса снятия неопределенности, что совершенно верно при указанном допущении, а именно – существовании ряда равносильных альтернатив. Трудности возникают тогда, когда, исходя из статистической концепции, пытаются определить сам феномен информации. При этом чаще всего информацию рассматривают как снятую неопределенность,

негэнтропию, разнообразие, неоднородность и т. д. Понимание феномена информации как отраженного разнообразия позволяет учитывать в ней момент релятивизма и ее процессуальный характер.

Все эти понятия эквивалентны друг другу и могут быть сведены к общему для всех их содержанию – определенности. Таким образом, для устранения неопределенности при движении в пространстве разнообразия должна использоваться определенность. Информация, следовательно, вступает как используемая определенность. С точки зрения описанной выше взаимосвязи между определенностью и неопределенностью, такое определение не лишено смысла. Будучи вполне конкретным, оно в силу своей широты может применяться везде, где осуществляется редукция неопределенности путем «ассимиляции» определенности. Такое широкое определение позволяет вычленить некоторый элементарный и в то же время универсальный процесс, в котором проявляет себя информация. С помощью этого термина выделяется универсально распространенный класс явлений – используемая определенность, чем в какой-то мере и может быть оправдано введение рассматриваемого определения. Следовательно, в таком понимании, которое вытекает уже из статистической теории информации и из проявления определенности и неопределенности в фундаментальных физических процессах, информация выступает как одна из универсальных физических характеристик свойств материальных систем, и использование этого понятия при разработке новых физических теорий или интерпретации уже существующих представляется весьма желательным.

Против такого подхода в настоящее время трудно что-либо возразить. Но применение предельно широкого понятия имеет столько же недостатков, сколько и достоинств. Оно, по всей видимости, неплохо будет «работать» в малоисследованных областях физики, где на достигнутом этапе достаточно знать, *что* представляет собой «используемая определенность» без претензий на выяснение того, «как», «зачем» и «почему» происходит это использование. Но как только мы попытаемся это понятие применить в описаниях более изученных систем, более сложных уровней организации, сразу же обнаружится его неопределенность. Оказывается, что возможность широкого использования понятия при фиксированном значении достигается путем снижения его эффективности в специфических областях исследования.

Каков же выход из данной ситуации? Здесь возможны два типа решений: или используется один и тот же термин для выражения различных (специфических для того или иного уровня исследования) значений, что ведет к возникновению полисемии данного термина со всеми отрицательными последствиями, или же его смысловое содержание распределяется между несколькими однозначными терминами, что удовлетворяет требованию специфичности в интенциональном плане и

позволяет охватить необходимый, достаточно широкий класс объектов. Принимая вторую возможность за более выгодную, мы сразу же предстаем перед необходимостью решить вопрос о том, как распределять смысловое содержание. Здесь возможен, по всей видимости, только один ответ. Семантика терминов устанавливается окончательно только в рамках соответствующей теории. Все другие определения значений терминов всегда будут включать момент случайности и произвольности и могут расцениваться лишь как предварительные.

В приведенной выше дефиниции информации как используемой определенности уточним понятие определенности. Всякая определенность возможна лишь на основе некоторой устойчивости. Устойчивость и сохранение быстро меняющихся систем возможны только на основе повторяющихся изменений – цикличности. Пространственная и процессуальная цикличность является, видимо, некоторым исходным фундаментальным свойством организации движения во Вселенной. То, что обуславливает устойчивость, связанную с существованием определенности и ростом разнообразия, будем называть информационностью. Так как в целостных системах организменного типа (т. е. в системах, которые являются строительными элементами, «кирпичиками», на том или ином уровне организации) причиной устойчивости выступает стабилизирующее взаимодействие (циклическое изменение), то оно и оказывается информационностью в этих системах. Информационность, обеспечивая сохранение и кумуляцию различных изменений в форме гетерогенности, разнообразия, негэнтропии, неопределенности и т. д., является необходимой предпосылкой возникновения информации и информационных процессов в природе. Именно потому это стабилизирующее, сохраняющее свойство или совокупность таковых мы назвали информационностью.

Чтобы подчеркнуть генетическую связь между свойствами систем, ведущими к порождению информации, и информацией, обобщим такие свойства систем, как гетерогенность, разнообразие, негэнтропия, неопределенность. Последние выступают в качестве непосредственных предпосылок порождения информации. Информационность, таким образом, обуславливает существование информациогенных свойств, которые являются непосредственными предпосылками возникновения информации. Ни одно из информациогенных свойств в отдельности не в состоянии обеспечить возникновения и развития информации. Например, неопределенность не может использоваться для снятия неопределенности, а следовательно, и не может в данном случае выступать источником информации. Для того чтобы снять неопределенность, необходима определенность. В свою очередь, возможная выраженность состояний определенности и неопределенности зависит от сложности системы, количества негэнтропии, разнообразия, гетерогенности и т. д.

Выраженность информационных свойств определяет потребность в генерировании информации. Мерой этой потребности и возможности порождения информации выступает информационность – мера информационных свойств объектов действительности, взятых безотносительно к актуальным и потенциальным приемникам информации. Если в понятии информационности обобщаются различные проявления информационных свойств, то оно может использоваться во всех случаях, когда речь идет о количественных проявлениях этих свойств вообще.

Системы с равной информационностью не обладают в отношении друг друга информационными свойствами. Чтобы системы были в отношении друг друга информационными, они должны отличаться на рассматриваемом уровне хотя бы минимальным количеством различных элементов. Этот минимум при взаимодействии двух систем равен двум различным элементам, при взаимодействии трех систем – трем и т. д. Такие системы могут обладать взаимной комплементарностью (дополнительностью), которая тем больше, чем более отличаются друг от друга взаимодействующие элементы или системы, т. е. чем больше их взаимная относительная информационность. Если две системы с различной информационностью объединяются в результате взаимодействия, то собственная информационность новой системы возрастет. Отсюда следует, что в процессе усложнения и развития материального мира происходит закономерное увеличение информационности материальных систем. Развивающаяся материя подчиняется принципу нарастания информационности, суть которого состоит в том, что всякое развитие возможно только на основе увеличения разнообразия элементов систем, а следовательно, и разнообразия самих систем и форм взаимодействия как между элементами, так и между системами.

**В.В. Мороз**  
(Курск)

**ПРИРОДА ГЕОМЕТРИИ В РУССКИХ ФИЛОСОФСКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ КОНЦЕПЦИЯХ КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX в.\***

*В статье выявляются и раскрываются онто-гносеологические основания геометрической составляющей математического знания из контекста произведений представителей Московской философско-математической школы (Н.Д. Брашмана, В.Я. Цингера, Н.В. Бугаева), П.А. Флоренского, Н.Н. Лузина, А.Ф. Лосева. Анализ позволяет заключить, что геометрические понятия и представления отражают образный аспект человеческого мышления, способность познающего субъекта к чистому созерцанию (по И. Канту), выявляют творческий потенциал интуиции и наглядных представлений. Кроме того, согласно Флоренскому, именно геометрия как наука о пространстве является той математической дисциплиной, посредством которой математика становится подлинным познанием действительности. Анализ работ П.А. Флоренского и А.Ф. Лосева выявляет идею о диалектическом взаимодействии геометрического и арифметического аспектов в структуре и развитии математического знания.*

\* \* \*

Философско-математические концепции в русской культуре конца XIX – начала XX вв. представлены главным образом в трудах выразителей русской версии философско-математического синтеза. К ним относятся представители Московской философско-математической школы (Н.Д. Брашман, В.Я. Цингер, Н.В. Бугаев), П.А. Флоренский, Н.Н. Лузин, А.Ф. Лосев. В данной статье на основе анализа работ указанных мыслителей предполагается раскрыть понимание природы геометрии, ее онто-гносеологических оснований, свойственное русской философско-математической традиции.

Следует отметить, что в произведениях Н.Д. Брашмана, В.Я. Цингера, Н.В. Бугаева вопросы философии геометрии специально не прорабатываются. Однако можно выявить общую точку зрения, согласно которой преимущества математики связаны со специфичностью характера опоры ее понятийных конструкций на созерцание, с ролью воображения в их разворачивании.

Так, рассуждая «о духе и умственной деятельности в математических доказательствах», Н.Д. Брашман пишет: «Математика приучает не только переходить постепенно от одного суждения к другому, но и, почти без помощи понятий, обнимать все в едином созерцании»; «точность основных понятий», «непреложность начал», «необходимая связь между понятиями и суждениями» основываются в математике на «сознании яснейшего созерцания»; именно эта особенность математики делает ее

---

\* Работа выполнена при поддержке РГНФ. Проект № 08-03-00049а.

«орудием ума», благодаря опоре на «яснейшее созерцание» математические понятия обладают столь высокой определенностью<sup>1</sup>.

Н.В. Бугаев указывает на тесную связь занятий геометрией со способностью «воображения в области пространственных форм». Внешняя сторона воображения «заключается в количестве понятий, идей, образов, внесенных в сознание путем наблюдения и опыта»; внутренняя сторона «заключается в процессе сопоставления этих идей, фактов, наблюдений по известным законам ассоциаций»; математические науки приучают рассудок «сближать идеи и факты в области тождества, сходства и контраста по величине, изоощряют ум замечать малейшие оттенки в этом направлении»<sup>2</sup>.

Ссылаясь на И. Канта, В.Я. Цингер отмечает, что «причина особенной простоты и убедительности в математике заключается, главным образом, в источнике ее основных понятий, именно в способности чистого наглядного представления. В этой способности ум находит опору и поверяет себя как при установке начальных математических понятий, так и во все продолжение исследования»<sup>3</sup>.

Подчеркивание творческой роли образного аспекта математических понятий, геометрических интуиций и наглядных представлений находит свое отражение в научно-педагогической деятельности Н.Н. Лузина. Как отмечают исследователи творчества знаменитого математика, оригинальность его работ заключается не только в новой постановке вопросов, но и в чрезвычайно ярком характере геометрического изложения. Ученый умел находить в самых сложных и отвлечённых вопросах простое геометрическое ядро, которое во многих случаях и подсказывало решение задачи. Это качество ярко проявилось в творчестве Лузина как преподавателя. Его изложение, всегда столь изящно и на первый взгляд кажется излишне простым, – результат крупного педагогического таланта. Решения тех больших проблем, за которые он брался, отличаются тонкостью, изяществом и доступностью изложения. Взять хотя бы его учебник «Теория функций действительного переменного», где в увлекательной и яркой форме рассказано широкому кругу читателей – студентам, учителям средней школы, любителям

<sup>1</sup> Брашман Н.Д. О влиянии математических наук на развитие умственных способностей: речь, произнесенная в торжественном собрании Императорского Московского университета июня 17 дня 1841 год. М., 1841. отд. отт. С. 12–13, 20–21.

<sup>2</sup> Бугаев Н.В. Математика как орудие философское и педагогическое: речь, произн. в торжеств. собрании Имп. Моск. ун-та 12.01.1869. 2-е изд. М., 1875. С. 23–24.

<sup>3</sup> Цингер В.Я. Точные науки и позитивизм // Отчет и речи, произнесенные в торжественном собрании Императорского Московского Университета 12 января 1874 г. М., 1874. отд. отт. С. 50–51.

математики – о целом ряде абстрактных и сложных понятиях современной теории функций<sup>4</sup>.

Принцип наглядности был частью творческого кредо и П.А. Флоренского – для него всегда было важно показать математические понятия и утверждения в их образном аспекте, почти чувственной видимости и осязаемости. В математике мыслитель искал «конкретно созерцаемого», эту особенность мышления он называл «плоткостью мысли», что преломилось в стремление «перебросить мост от математических схем теории функций к наглядным образам геометрии и к явлениям природы»<sup>5</sup>. В качестве такого «перебрасывания моста» от теоретико-функциональных построений к геометрически наглядным образам послужила геометрическая модель «мнимостей». Первая часть сочинения «Идея прерывности как элемент мирозерцания» составляет приложение этой модели к изучению особенностей алгебраических плоских кривых.

Изображая «мнимые» ветви алгебраической прямой на том же рисунке пунктиром, т.е. предполагая, что кривая лежит на другой стороне плоскости (это напоминает известный в черчении прием), Флоренский описывает складывающуюся ситуацию следующим образом. Алгебраическая кривая, проткнув твердь двусторонней плоскости, покидает ее действительную сторону и скрывается в потустороннем мире – переходит на мнимую ее сторону, чтобы потом вновь «вынырнуть» на действительную. Этот образ навеян детскими переживаниями, связанными с наблюдениями за кавказскими подземными реками, то пропадающими из поля зрения, то возникающими вновь. Это представление о двуединой реальности, модулируемой на специальном образом организованной двусторонней плоскости, имеет для метафизики Флоренского основополагающее значение. Оно же указывает путь к постижению целого, которое должно быть односвязным, задаваемым единым законом. Многосвязное явление – разрывное на видимой действительной стороне плоскости – становится односвязным и непрерывным, если нам удастся увидеть его в целом, на видимой и невидимой ее сторонах.

По мнению Флоренского, математика содержит лишь мертвые схемы, пока мы не сделаем ее геометрически наглядной, образной, – только тогда она станет воистину «познанием форм в их чистоте» и обретет смысл. Стремление сделать понятия и утверждения геометрически наглядными и даже связать с ними всевозможные нематематические наглядные образы и представления оказывается методологическим принципом, позволяющими постигать, делать осмысленными

<sup>4</sup> Николай Николаевич Лузин (к 100-летию со дня рождения): сб. ст / сост. П.И. Кузнецов. М.: Знание, 1983. С. 46–47.

<sup>5</sup> Флоренский П.А.. Детям моим. Воспоминания прошлых дней. Генеалогические исследования. Из соловецких писем. Завещание. М., 1992. С. 184, 157, 156.

соответствующие положения математики. «Сосчитать – значит изобразить», и число изображенное есть «первичная категория бытия и мышления», она есть «индивидуальность», «первоорганизм», «схема и прообраз всего устроенного и организованного»<sup>6</sup>.

Приверженность принципу наглядности вплотную примыкает к проблеме пространства, понимание которого для Флоренского равноценно пониманию мира. В работе «Мнимости в геометрии» изложение геометрической модели комплексных чисел мыслитель считает необходимым дополнить примерами из физики, произвести перенос геометрических конструкций на понимание физического пространства, без чего нет «закругленности» изложения.

Геометрия как наука о пространстве имеет, по убеждению о. Павла, фундаментальное мировоззренческое значение, поскольку «вся культура может быть истолкована как деятельность организации пространства»<sup>7</sup> и «вопрос о пространстве есть один из первоосновных в искусстве и, скажу более, – в миропонимании вообще»<sup>8</sup>. Кроме того, согласно Флоренскому, именно геометрия является той математической дисциплиной, посредством которой математика становится подлинным познанием действительности.

«Действительность, – пишет о. Павел, – естественно расчленяется на отдельные, относительно замкнутые в себе единства». Это расчленение достигается, «когда мы стараемся представить себе мысленную модель действительности, всей зараз, – из некоторых простых и – главное – всегда и всюду одних и тех же мысленных образований»: первоначально действительность расчленяется на пространство и реальность, а далее, реальность – на вещи и среду, которые «суть только вспомогательные приемы мышления»<sup>9</sup>. Модель действительности дается именно взаимоотношениями этих построений, каждое из которых по отдельности и само по себе «ничего не значит в отношении действительности». «Свойства действительности, при рациональном познании, – пишет Флоренский, – куда-то должны быть помещены в модели, т.е. в пространство, вещи или среду. Но куда именно – это не определяется с необходимостью самим опытом, а зависит от стиля мышления, и вообще от строения мышления, а не от строения опыта»<sup>10</sup>.

<sup>6</sup> Флоренский П.А. Пифагоровы числа // Труды по знаковым системам. Тарту, 1971. Вып. 284. С. 637, 643.

<sup>7</sup> Флоренский П.А. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. М., 1993. С. 55.

<sup>8</sup> Флоренский П.А. Обратная перспектива // Сочинения: в 2 т. Т. 2: У водоразделов мысли. М., 1990. С. 102.

<sup>9</sup> Флоренский П.А. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. М., 1993. С. 3.

<sup>10</sup> Там же. С. 6–7.

Однако, хотя ни пространства, ни вещей, ни среды, нет в действительности – «они могут и должны быть неопределенно пластичными, чтобы предоставить возможность мысли всякий раз достаточно тонко приспособиться к той части действительности, которая в данном случае представляет предмет особого внимания»<sup>11</sup>. Выделение мыслью пространства, вещей и среды есть попытка «представить подвижную и многообразную действительность в сущности построенной из неизменного и однородного материала», однако полное осуществление этой попытки означало бы смерть познания, «которое стало бы с этого момента вполне условным, и притом сознательно условным переключением мысленных построений, удовлетворяющихся своей собственной деятельностью, внутри себя, и нисколько не имеющих в виду действительности»<sup>12</sup>.

Выход из «болота условности» состоит, по Флоренскому, в понимании акта познания не только как акта гносеологического, но и обязательно – онтологического, не только идеального, но и реального. Таким образом, пространство, по Флоренскому, не является ни чисто объективным, ни чисто субъективным, оно представляет собой символ, который наполняется тем или иным смыслом в зависимости от постигаемой действительности. Хотя в выборе геометрической системы есть определенный произвол, он, тем не менее, не абсолютный, а ограничивается особенностями того бытия, с которым мы вступили во взаимное общение; при этом на пространство возлагается «все то, что в пределах разбираемой действительности может считаться относительно устойчивым и всеобщим»<sup>13</sup>.

Видя познавательный процесс как живую связь бытия, не терпящую никакой предзаданной универсальности, Флоренский настоятельно подчеркивает зависимость пространства, а тем самым и геометрии, от опыта<sup>14</sup>, причем последний понимается им предельно широко: «В математику должны быть введены физические модели, физические и, может быть, химические приборы, биологические и психологические пособия. Разве ничего не говорят уму сосуды и годовые слои древесных стволов, представляющие систему силовых и изопотенциальных линий или поверхностей? Разве ничего не говорят бесчисленные животные и растительные организмы, являющие собою формы равновесия и в своем

---

<sup>11</sup> Там же. С. 3–4.

<sup>12</sup> Флоренский П.А. Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. М., 1993. С. 4.

<sup>13</sup> Там же. С. 20.

<sup>14</sup> Там же. С. 7.

строении запечатлевшие разнообразнейшие типы порядка, а в некоторых случаях – сами похожие на проекции»<sup>15</sup>.

В письме в политотдел по поводу своей книги «Мнимости в геометрии» Флоренский писал: «Надо думать, в основе поэмы Данте лежит некоторый психологический факт – сон, видение и т. п... Моя мысль – взяв подлинные слова Данте, показать, что символическим образом он выразил чрезвычайно важную геометрическую мысль о природе и пространстве»<sup>16</sup>. Сны, видения воспринимаются Флоренским как полноправный опыт, способный служить источником геометрических идей. Математические формулы, модели, схемы суть символы, то есть «органы нашего общения с реальностью», поэтому наполнение их самыми разнообразными смыслами: физическими, химическими, психологическими, мировоззренческими и т. д., способствует проникновению в действительность, прозрению в ее самые сокровенные тайны.

«Мнимости в геометрии» начинаются с постановки задачи «найти в пространстве место для мнимых образов, и при том ничего не отнимая от уже занявших свои места образов действительных»<sup>17</sup>, решая которую автор строит геометрическую, т. е. наглядную модель мнимых величин, рассматривая их в качестве зеркальных двойников действительных чисел и размещая на обратной стороне евклидовой плоскости. Пользуясь своей интерпретацией, Флоренский характеризует односторонние и двусторонние поверхности как противоположные по отношению к определенному преобразованию, а именно переворачиванию нормали к поверхности.

Однако геометрическая модель мнимостей – не самоцель; как и в других работах философа, математическое исследование направлено на решение мировоззренческой проблемы: «Думается, предложенное здесь истолкование мнимостей, в связи со специальным и с общим принципами относительности, по-новому освещает и обосновывает то Аристотеле-Птолемее-Дантово миропредставление, которое наиболее законченно выкристаллизовано в «Божественной Комедии»». Исследуя с позиции своего понимания мнимостей поэтическое наследие А. Данте, «величайшего из выразителей целостного миропонимания»<sup>18</sup>, П.А. Флоренский показывает, что Дантово пространство Вселенной построено по типу эллиптической геометрии и представляет собой риманову замкнутую одностороннюю гипер-поверхность. Спускаясь все ниже и ниже по кругам ада, Данте внезапно оказывается наверху и

<sup>15</sup> Флоренский П.А. Физика на службе математики // Социалистическая реконструкция и наука. М., 1932. Вып. 4. С. 46–47.

<sup>16</sup> Флоренский П.А. Письмо в политотдел // Начала. 1993. № 4 (10). С. 143.

<sup>17</sup> Флоренский П.А. Мнимости в геометрии. Расширение области двухмерных образов геометрии: (Опыт нового истолкования мнимостей). М., 1991. С. 10.

<sup>18</sup> Флоренский П.А. Мнимости в геометрии. Расширение области двухмерных образов геометрии: (Опыт нового истолкования мнимостей). М., 1991. С. 44.

выходит в чистилище. Это может происходить лишь в том случае, если есть точка скручивания пространства по законам неевклидовой геометрии.

Свою концепцию «мнимостей в геометрии» П.А. Флоренский использует для очень своеобразной и богатой идеями интерпретации специальной и общей теории относительности А. Эйнштейна, подчеркивая, что «с точки зрения современной физики мировое пространство... эллиптическое, и признается конечным, равно как и время – конечное, замкнутое в себе»<sup>19</sup>. Специальный принцип относительности выражается иногда в виде признаваемого равносильным ему принципа предельности мировых скоростей. Длина всякого тела по мере приближения к скорости света в «покоящейся» системе отсчета «стремится» к нулю, масса растет до бесконечности, временной интервал между двумя событиями на движущемся теле растет до бесконечности. «Но за пределом... время протекает в обратном смысле, так что следствие предшествует причине... и за границей предельных скоростей простирается царство целей... При этом длина и масса тела делаются мнимыми... Все пространство мы можем представить себе двойным, составленным из действительных и из совпадающих с ними мнимых гауссовых координат поверхностей, но переход от поверхности действительной к поверхности мнимой возможен только через разлом пространства и выворачивание тела через самого себя»<sup>20</sup>.

Идея двойственности пространственно-временного многообразия, проводимая в работе, утверждает существование в нем внутренней стороны, изнанки, наряду с внешними атрибутами – протяженностью и длительностью. Пространство ломается при скоростях, больших скорости света, и тогда наступают качественно новые условия существования пространства, характеризующиеся мнимыми параметрами. Мнимость же должна пониматься не как признак ирреальности тела, но лишь как свидетельство о его переходе в другую действительность.

Итак, по Флоренскому, есть некоторое особое пространство, которое по отношению к физическому является «обращенным», «вывернутым», или «мнимым»; предметы и процессы в нем подчиняются таким законам, которые в точности обратны, противоположны законам природы (например, обратное течение времени, следствие предшествует причине). Оба мира не отделены друг от друга, но специальным образом совмещаются. Собственно, они образуют один мир, но – двойной, двуединой природы: в физическом мире предмет видим физическим зрением как явление, в мире духовном он же созерцается духовным зрением по обращенным законам и потому видим обратным себе, вывернутым.

<sup>19</sup> Там же. С. 47.

<sup>20</sup> Флоренский П.А. Мнимости в геометрии. Расширение области двумерных образов геометрии: (Опыт нового истолкования мнимостей). М., 1991. С. 50–51.

Итак, автор приходит к выводу, что средневековая космология, на основе которой выстроена художественная конструкция универсума в «Божественной комедии» Данте, сопоставима с неклассическими теориями – геометрией Римана и теорией относительности. Флоренский считает, что хотя описание Данте поэтическое, оно представимо и мыслимо, потому содержит в себе «данные для уяснения его геометрических предпосылок»<sup>21</sup>. И сам Флоренский наглядно представляет, как, «стянувшись до нуля, тело проваливается сквозь поверхность – носительницу соответственной координаты, и выворачивается через самого себя, – почему приобретает мнимые характеристики»<sup>22</sup>. Путем обхода евклидовой плоскости смутное для математиков понятие мнимой величины обретает наглядность.

Своеобразно истолковывая геометрические мнимости и формулы теории относительности, Флоренский выдвигает интересные предположения. Но заслуга о. Павла не столько в его выводах (хотя они имеют право на существование и привлекают к себе внимание читателей различного круга), а в том, что он показывает плодотворность философско-математического взаимодействия как диалога: с одной стороны, мнимые величины способствуют прояснению метафизической проблемы связи дольного и горнего миров; с другой стороны, сама эта проблема, занимавшая Флоренского с детства, послужила толчком для построения оригинальной модели мнимостей, геометрически наглядной и тем самым способствующей более глубокому пониманию природы математических объектов. Математические модели, благодаря философскому истолкованию соотнесенные со всем комплексом человеческой культуры, становятся действенным орудием во всех сферах человеческого познания, от инженерных наук (например, электротехники) до богословия.

Математика как символическое описание содержит в свернутом виде, в потенции, неисчерпаемое многообразие интерпретаций. Не случайно, создавая «Symbolarium» (Словарь символов)<sup>23</sup>, Флоренский кладет в основу систематизации набор простейших геометрических объектов (точка, вертикальная, горизонтальная и наклонная линии, угол, треугольник, четырехугольник, круг, сфера и т. д.) и простейшие геометрические их сочетания. Яркое свидетельство тому – приведенная в предисловии к работе графическая схема, позволяющая, по мысли составителя, ориентироваться в безбрежном море символических образов. «Указанная геометрическая схема является... схемой, способной организовать всю кажущуюся раздельной множественность отдельных

<sup>21</sup> Флоренский П.А. Мнимости в геометрии. Расширение области двумерных образов геометрии: (Опыт нового истолкования мнимостей). М., 1991. С. 47.

<sup>22</sup> Там же. С. 52.

<sup>23</sup> Флоренский П.А. Symbolarium (Словарь символов) // Сочинения: в 4 т. М., 1996. Т. 2. С. 564–590.

символических образов и свести их к некоему единому конструктивному типу, отпечатлевающему на них свое первичное значение»<sup>24</sup>. Итак, в основу систематизации кладутся образы геометрические, так как они, по мнению авторов словаря<sup>25</sup>, способны организовать всю множественность отдельных символических образов и свести их к некоему единому конструктивному типу, отпечатлевшему на них свое первичное значение. К сожалению, план «Symbolarium'a» не был реализован: выпущен лишь отдел I «Точка». Но уже он демонстрирует, как простейший графический символ благодаря многостороннему рассмотрению, наполняется «жизненным содержанием». Выделяя инвариантную по отношению к различным ракурсам видения характеристику точки («в символе точки завиты и основы же антиномии соответственных областей; как начало всего, точка и есть и не есть»<sup>26</sup>), авторы словаря приводят разнообразнейшие и подробные интерпретации этого символа: этимологическую, историко-философскую, математическую, космологическую, биологическую, этическую и т.д., – связывая их диалектически, тем самым, с одной стороны, насыщая математический символ богатейшим и многоплановым содержанием, с другой – демонстрируя теснейшее взаимодействие различных сторон человеческой культуры.

Несколько слов о понимании геометрии А.Ф. Лосевым. В своем неоконченном труде «Диалектические основы математики» геометрия трактуется как наука об инобытии или явлении числа, об экстенсивном числе. К сожалению, раскрытие этого положения к работе отсутствует. Следует отметить, что диалектической проработкой геометрических идей А.Ф. Лосев занимался уже на страницах книги «Античный космос и современная наука». Ее результаты в более компактном и целостном виде предложены мыслителем в диалектической схеме становления числа как завершенного целого.

Согласно Лосеву, число, как принцип самого первого различения, есть мыслительный акт, необходимая категория мышления, а вся математика (в том числе и геометрия) представляется как развитие и детализирование понятия числа. Мыслитель четко отделяет число от количества и величины и одновременно диалектически связывает все три категории. Количество предполагает переход числа в «инобытие» и применение числа для осознания (пересчета) этого «инобытия». Таким образом, количество – функция, или проявленность числа в «инобытии». Величина же есть само «инобытие», осмысленное числом при помощи количества. Количество – смысл «инобытия», величина – та сторона вещи, которая получена в ней через исчисление, т. е. величина всегда есть нечто

<sup>24</sup> Там же. С. 573.

<sup>25</sup> «Symbolarium» выпущен под редакцией П.А. Флоренского и А.И. Ларионова.

<sup>26</sup> Там же. С. 574.

измеренное, которое в свою очередь предполагает измерение и меру. Роль меры играет в данном случае число, измерение совершается при помощи количества, а измеренным оказывается величина. В предложенной диалектической схеме выражено глубинное единство наглядно – геометрических и счетно-арифметических подходов в математике.

Таким образом, предпринятый анализ русских философско-математических концепций конца XIX – начала XX вв. позволяет заключить, что геометрические понятия и представления отражают образный аспект человеческого мышления, способность познающего субъекта к чистому созерцанию (по И. Канту), выявляют творческий потенциал интуиции и наглядных представлений. Для русских мыслителей, работы которых составили базу настоящего исследования, геометрия оказывается тем исходным априори синтетическим знанием, которое делает возможным созерцание как внешнего, так и внутреннего мира. Различные геометрии раскрывают различные ракурсы видения реальности. Образы геометрий, несмотря на всю их абстрактность, легко созерцаемы. В них человек может отражать предметность мира. Согласно П.А. Флоренскому, геометрия является наукой о пространстве, призванной исследовать его всевозможные свойства, а само пространство есть «своеобразная реальность, насквозь организованная, нигде не безразличная, имеющая внутреннюю упорядоченность и строение»<sup>27</sup>. Изучая пространство, геометрия изучает реальный мир. Однако лишь погруженная в контекст всего комплекса человеческой культуры, соотношенная с другими сферами символотворчества, математика действительно приобретает познавательную ценность.

---

<sup>27</sup> Флоренский П.А. У водоразделов мысли. С. 60.

**В.Я. Перминов**  
(Москва)

## **О ВЛИЯНИИ ФИЛОСОФИИ НА РАЗВИТИЕ НАУКИ**

*Статья посвящена проблеме значимости философии для развития научного знания. В работе предложено описание механизмов влияния философии на науку в целом, излагается аргументация, опирающаяся на конкретные примеры из истории физики и других наук.*

\* \* \*

То, что развитие науки оказывает влияние на философию, не требует особого доказательства. Обратное влияние не совсем очевидно и часто подвергается сомнению. Ученые нередко высказывают скептическое отношение к возможности философии оказывать содействие прогрессу научного мышления. Так, Ст. Вайнберг в своей книге «Мечты об окончательной теории» пишет: «Мне не известен ни один ученый, сделавший заметный вклад в развитие физики в послевоенный период, работе которого существенно помогли бы труды философов»<sup>1</sup>.

Вопрос здесь не простой и требует систематического гносеологического анализа. В данной статье будут высказаны некоторые соображения о сущности философского знания и о путях его воздействия на науку.

### 1. Общее определение сущности философского знания

Философия часто рассматривается как одна из наук, имеющая свой предмет и методы, соответствующие этому предмету. В качестве такого предмета чаще всего мыслятся общие законы всего существующего, методы человеческого познания, нравственные, эстетические и религиозные установки.

Представляется, что мы должны отказаться от такого рода узкопредметного понимания сути философского знания. Философия не является наукой среди наук, имеющих предмет. Она должна пониматься как некоторого рода метод или универсальная эвристика, направленная на любое знание.

Здесь будет полезна некоторая аналогия, связанная с изменением взгляда на предмет математики. Начиная с пифагорейцев, философы и математики пытались уяснить *предмет* математики, понять, что она исследует *во внешнем мире*, и выработали большое число определений, основанных на таких понятиях, как число, величина, мера, порядок, структура и т.п. Постепенно, однако, была понята ограниченность всех

---

<sup>1</sup> Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. Изд-во ЛКИ, 2007. С. 133.

подобного рода определений: была понята простая истина, состоящая в том, что математика – не более чем метод, что она, в принципе, может иметь дело с любым содержанием, которое поддается дедуктивному анализу. Было понято, что математика содержательно универсальна и по этой причине *не определима через какие-либо содержательные ограничения*, т. е. через предмет в обычном его понимании. Множество фактов заставляет нас думать, что аналогичный поворот должен быть произведен и в нашем понимании философии.

Для того чтобы понять сущность философии и философской проблемы, мы должны начать с понятия науки и научной проблемы. В качестве исходного пункта можно взять понятие развитой науки или, используя терминологию Т. Куна, понятие науки на парадигмальной стадии ее развития. Это состояние науки характеризуется наличием признанной системы объяснительных принципов для данной сферы фактов, системы моделей реальности, согласованных с этими принципами, и, наконец, системы признанных процедур решения частных задач. Основная особенность парадигмального состояния науки состоит в высокой авторитетности принятых в ней методов. Появление парадигмы унифицирует способы обоснования утверждений и делает непопулярными другие (внепарадигмальные) приемы исследования.

Приняв определение развитой науки, мы можем определить понятие собственно научной или специально научной проблемы. Проблема является научной, если она адекватно формулируется в терминах признанной (парадигмальной) теории. Здесь совершенно несущественно, в какой степени эта проблема разрешима в данной теории. Проблема является физической, если она выразима в языке одной из физических теорий и если эта выразимость достигнута, то она как таковая уже никогда не будет предметом какого-либо внепарадигмального рассуждения.

В определении философии мы должны исходить не из некой первичной интуиции о сущности философского знания, а из понятия науки и научной проблемы, которые являются более определенными. Мы должны принять, прежде всего, тот отрицательный тезис, что философские проблемы относятся к классу проблем, которые не являются научными или парадигмальными проблемами.

Главный и неустранимый недостаток развитых теоретических наук состоит в их несоизмеримости с жизненными проблемами. Строгие теоретические системы относятся лишь к наиболее простым аспектам реальности. Перефразируя Аристотеля, можно сказать, что строгость развитой науки проистекает из ее простоты. Мы создаем хорошие теории и универсальные средства решения задач лишь для тех предметов, где мы обнаруживаем постоянство, простоту, аддитивность и устойчивость связей. Но это лишь незначительная часть окружающей нас реальности и малая часть интересующих нас проблем. По этой причине научное

познание не может быть ограничено строгой наукой, а множество обсуждаемых проблем – проблемами, поставленными в парадигмальных теориях.

Для уяснения статуса философии в системе наук необходимо понять тот простой факт, что человеческое мышление всегда сталкивается с необходимостью решения огромного числа задач, для которых еще не существует адекватного теоретического контекста. Сюда относится подавляющее большинство социальных, моральных и психологических проблем, практическая значимость которых находится в обратном соотношении с возможностью их строго научного разрешения.

Опираясь на разделение парадигмальной и допарадигмальной стадии в развитии знания, мы можем определить философию как совокупность теоретических средств, используемых в развитии допарадигмального знания. Философия с этой точки зрения – предтеория или квазитеория, специфический метод слаборазвитого знания, необходимый в тех областях, где еще не существует строгой теории.

## 2. Понятие философского объяснения

Наряду с понятием научного объяснения мы можем говорить о *философском объяснении* как о процессе прояснения вопросов в рамках философской онтологии. Наблюдая кипение воды, физик объяснит его на основе молекулярно-кинетической теории как процесс разрушения межмолекулярных связей и т.д. Философ может сказать, что здесь происходит процесс перехода количественных изменений в качественные, перерыв постепенности и т.п. В данной ситуации рассуждения философа вряд ли будут приняты в качестве серьезных и значимых. Однако положение меняется там, где мы еще не имеем научного объяснения. К примеру, если мы рассуждаем о происхождении жизни, то мы так или иначе должны опираться на универсальные онтологические представления. До настоящего времени мы не имеем полного научного объяснения этого процесса. Но уже в XIX столетии большинство естествоиспытателей не видели здесь какой-либо тайны, ибо они уже находились под существенным влиянием эволюционных и материалистических воззрений и рассматривали появление жизни как одно из проявлений эволюции природы, как новое качество, возникшее в естественном развитии материальных систем от простого к сложному. Возникновение жизни не было объяснено научно в смысле прояснения механизма, но оно было понято как естественный процесс на уровне философской онтологии, включено в общую картину реальности через категории качества, развития и организации.

Философское объяснение достигается через непосредственное соединение фактов с универсальной онтологической моделью реальности,

и оно имеет ценность само по себе, независимо от возможностей научного объяснения. Такого рода объяснение не раскрывает явлений в смысле конкретных механизмов, но оно ставит их в ряд известных явлений, снимает тайну их существования и намечает пути к их научному объяснению. Философское объяснение должно быть понято как преддверие к научному, как первая стадия рационализации новой области фактов.

Понятие философского объяснения позволяет уточнить и сделать более позитивным намеченное выше понимание философского знания. Мы можем теперь определить философию как совокупность методов объяснения, опирающихся на универсальную и квазиуниверсальную онтологию. С этой точки зрения, философия – необходимый метод любого допарадигмального знания. Допарадигмальное знание может содержать в себе и собственно научные подходы, однако в целом оно остается в рамках философского метода по той причине, что еще не обладает системой специальных моделей, достаточной для систематического объяснения рассматриваемого круга явлений.

Философия с этой точки зрения – не что иное, как универсальный метод становящегося знания, система представлений, предназначенная для вызревания идей на начальном этапе их развития. Понимание философствования как майевтики, как мыслительного процесса, способствующего зарождению и вызреванию новых идей, которое мы находим у Сократа, с этой точки зрения, полностью соответствует истинному назначению философии. То, в чем мы можем сегодня поправить Сократа, состоит в понимании средств философствования. Для Сократа – это метод диалектики, заключающийся в последовательности предположений и опровержений. С изложенной точки зрения основой философского метода следует считать категориальный синтез, специфическое объяснение на основе универсальной онтологии.

Философия – это универсальная эвристика, действующая в тех областях знания, в которых еще не выработано строгих принципов и частных моделей объяснения. В этом смысле философия – методологическое знание, дополнительное к математике. Если математика – это метод доказательства, используемый в зрелой части научного знания, то философия – это метод наведения, определяющий развитие становящегося знания. Сходство этих областей подчеркивается и тем обстоятельством, что каждая из этих областей знания исходит из определенного ядра априорных принципов.

### 3. Необходимость отпочкования

Идея, рождающаяся в голове человека, проходит ряд этапов своего обоснования. На первом этапе она выражается в обычном языке и

поддерживается посредством аналогий и образов. На следующем этапе она приобретает концептуальное оформление и объяснение в рамках философских понятий и схем. В конечном итоге она переходит на стадию научного обоснования, т. е. к обоснованию в частных моделях, значимых для определенной сферы явлений. Историческое развитие идеи есть неизбежное ее включение в частную систему представлений и, таким образом, отчуждение от философии в форме специальной науки.

Процесс отпочкования специальных наук от философии ярко демонстрируется всей историей науки. Физика, как учение о движении, стала методологически автономной от философии в начале XVIII в. с признанием ньютоновских принципов в качестве истинных. Учение о теплоте и электричестве приобретает специально научный стиль объяснения к началу XIX в. с открытием научного атомизма и понятия валентности (Дж. Дальтон, Э. Франкленд и др.), химия также отделилась от натурфилософии и вступила на путь объяснения и предсказания своих наблюдений на основе конкретных моделей и частных, эмпирически контролируемых гипотез. В XIX в. стали оформляться в виде специальных сфер знания экономика, социология, логика и психология.

Вызревание такого рода частных объяснительных систем – объективный процесс, который нельзя остановить. Философское рассмотрение, с этой точки зрения, каких бы предметов оно не касалось, есть только предварительное объяснение и прелюдия к специально научному объяснению.

Процесс отпочкования специальных наук от философии не обедняет философию, а лишь производит сдвиг в ее содержании. Вся история философии показывает, что, оставляя на одном фланге сложившиеся научные дисциплины, на другом фланге она постоянно захватывает и делает предметом анализа новые идеи и представления, не имеющие ранее концептуального выражения. Философы различных столетий говорят о различных вещах, даже если это относится к одной и той же теме. Современные философы продолжают обсуждать проблему возникновения жизни, но они обсуждают ее лишь в тех аспектах, в которых она пока не обсуждается в рамках биохимии. Можно сказать, что философия не имеет постоянных предметов обсуждения и постоянных категорий, кроме тех, которые связаны с самими основаниями философского объяснения.

Отпочкование некоторой системы знания от философии и приобретение статуса специальной науки не означают ее полного разрыва с философией. Современные философы не конструируют моделей физики, но они обсуждают проблемы ее методологии. Какую бы степень концептуального оформления не приобретала наука, определенная часть метанауки всегда остается в сфере допарадигмального знания и, таким образом, в сфере философского анализа.

Это означает, что форма влияния философии на науку существенным

образом зависит от уровня развития науки. Если современные философы в сфере физики ограничиваются анализом методологии физического познания, то в области социологии и психологии они все еще обсуждают сами проблемы и конструируют теорию. В какой-то мере это сохраняется еще и в общих проблемах биологии: в обсуждении теории эволюции, к примеру, философы до сих пор стремятся внести в нее некоторые концептуальные уточнения, прояснить связь между случайностью и направленностью изменений, микроэволюцией и макроэволюцией и т.п. Этот факт показывает, в частности, что теория эволюции еще не является специальной теорией в полном смысле этого слова и что она включает в себе некоторое содержание, допускающее анализ на основе универсальной онтологии. В такого рода теориях философы продолжают непосредственно исследовать реальность.

Анализ механизмов вызревания научной идеи позволяет уяснить и другую сторону этого процесса, а именно неустранимость из науки того стиля мышления, который мы называем натурфилософией. Идея смерти натурфилософии, которая высказывалась О. Контом и Ф. Энгельсом в XIX в., имела под собой определенное основание: она была мотивирована переходом в научную стадию основных наук о природе – физики и химии. Но в действительности, как мы сейчас понимаем, натурфилософия – не стадия в развитии научного знания вообще, а стадия развития каждой идеи, относящейся к новой сфере опыта, и она не может умереть, пока не прекратится зарождение новых областей знания. Современная синергетика по стилю своей аргументации ничуть не в меньшей степени натурфилософия, чем физика Декарта.

#### 4. Усложнение структуры философии

В процессе порождения новых наук философия сама претерпевает изменения. К априорным категориям и категориальным принципам, лежащим в основе философского мышления, порожденным деятельностной ориентацией субъекта, добавляются объяснительные структуры другого рода.

Каждая наука создает некоторое обобщенное видение мира, свою метафизику, которая, будучи научной по происхождению, входит в область философии в качестве эвристической схемы. Такова идея корпускулярного строения мира, подчиненного однозначным причинным законам. Эта идея была порождена становлением механики, она является отражением ее метода, но будучи включенной в философию, она сыграла важную роль в становлении новых наук в течение XVIII – XIX вв. Аналогично можно говорить о холистических, системных и синергетических представлениях, пришедших в философию из науки XVIII – XIX вв.

Сама человеческая практика открывает общие связи событий, которые, будучи систематизированы и связаны с онтологическими категориями, обогащают объяснительный потенциал философского знания. Так возникли и вошли в арсенал философского мышления категории и принципы диалектики. Появление диалектики означало решительное расширение онтологического основания философии. Законы диалектики существенно отличны от таких принципов, как принцип корпускуляризма и принцип детерминизма. Если эти последние принципы были отражением методологии зарождающегося физического мышления, то схемы диалектики были навеяны скорее социальной практикой и историей человечества.

Философское мышление усложняется также и за счет изобретения философами различного рода умозрительных схем, предназначенных для устранения внутренних противоречий в философской онтологии. В качестве примеров умозрительных схем, изобретенных философами, могут быть указаны концепция четырех стихий, влиятельная на первом этапе развития греческой философии, атомизм Левкиппа и Демокрита, монадология Лейбница.

На протяжении двух последних столетий умозрительная метафизика подвергалась постоянной критике, как бесполезная для научного и философского мышления. Понимание философии как эвристики устраняет эту критику как очевидное заблуждение. Умозрительные конструкции во многих случаях являются единственной возможностью связать несвязанное, и они не в меньшей мере, чем всякие другие модели, способны послужить начальному становлению знания. Монадология Лейбница по всем критериям крайне искусственна, но, как известно, она не была праздною конструкцией. Она подводила единую основу под целый комплекс новых представлений: о соотношении души и тела, сознательного и бессознательного, атомизма и непрерывности и т.п. Здесь мы имеем дело с подлинным философским обоснованием знания посредством его онтологической унификации.

Борьба против умозрительной онтологии проистекает из предметного понимания философии, т. е. из понимания ее как науки, призванной отражать реальность. В действительности философия – только метод, и она вправе использовать все модели, которые эвристически полезны для определенного круга фактов. Так же как и математическая теория, онтологическая схема не истинна и не ложна: она либо полезна, либо бесполезна. Философ, как и математик, имеет право на свободное конструирование реальности, при условии, что это вносит, по крайней мере, первичный порядок в хаос явлений. С этой точки зрения, введение умозрительных конструкций остается актуальным и в наше время.

Наиболее важное усложнение философского мышления, проистекающее из логики его развития, состоит в разделении философии и

методологии, а именно в появлении наряду с общей философией некоторого комплекса метанаучного мышления, которое зависит как от философии, так и от науки и занимает промежуточное положение между наукой и философией. Методология возникает, прежде всего, из естественной специализации самой философии в наиболее разработанных ее частях. Некоторые аспекты философского рассмотрения обогащаются специальными подходами, специальной терминологией и, оставаясь еще некоторое время предметом интереса философов, фактически превращаются в сферу частной науки, базирующейся на фактах и индуктивных обобщениях. Такую эволюцию прошла в течение последнего столетия теория научной теории. В теории научной теории уже в варианте К. Поппера преобладает не философское, а методологическое рассмотрение, которое существенно базируется на логических связях суждений и берет теорию как особого рода саморазвивающийся процесс, допускающий объективное исследование. Понятия истины, реальности, отражения, важные для традиционного философского подхода к анализу теории, устраняются как метафизические.

Методологические исследования возникают также и из самого предмета науки, точнее, из вопросов, выдвигаемых наукой и требующих философского анализа. Понятие сил инерции в классической механике, понятие преимущественной системы отсчета в теории относительности, понятие измерения в квантовой механике, вопрос о познавательных возможностях мысленного эксперимента и многие другие вопросы того же рода требуют общего философского подхода. Однако они являются специальными вопросами в том смысле, что требуют и понимания содержания теории, в которой они возникают. Методологические вопросы имеют отношение к философии и привлекают внимание философов, но они, как правило, разрешаются посредством дискуссий и соглашений между учеными-специалистами.

Если философская теория познания сориентирована на процесс познания в его общих закономерностях, то методологические проблемы свои для каждой науки. Методология математики имеет мало общего с методологией физики, а тем более с методологией биологии. Наряду с историческим обогащением эвристической базы философии в целом, происходит развитие частных методологий как звеньев, соединяющих философию и науку.

## 5. Основные схемы взаимодействия между философией и зрелой наукой

Из изложенного следует, что характер влияния философии на науку зависит от степени развития самой науки. Слаборазвитая наука находится всецело в лоне философии: философия определяет ее объяснительные

модели и осуществляет критику понятий. Философия в этом смысле является прародительницей всякого знания, всякой рациональной классификации фактов.

Это важный момент, который позволяет нам понять также и взаимодействие философии с развитой наукой. Проблема влияния философии на науку не возникает до тех пор, пока наука развивается в лоне философии и прибегает к средствам философского объяснения. Это влияние становится проблемным лишь тогда, когда наука вызревает в своих понятиях и отрывается от философии. Какое влияние философия может оказать на развитие современной физики с ее развитым экспериментальным и математическим методом?

Общий ответ на этот вопрос, вытекающий из сказанного выше, состоит в следующем: вызревание науки приводит к устранению философии из ее объяснительных моделей, но наука остается связанной с философией через методологическое мышление. Связь философии с наукой становится опосредованной методологическим мышлением как определенным звеном, расположенным между наукой и философией. Взаимодействие между развитой наукой и философией с этой точки зрения вписывается в следующую схему: наука ставит вопросы методологического характера, а эти вопросы, в свою очередь, делают запрос к общей теории познания и к категориальному мышлению в целом.

Внутри этой общей схемы можно выделить три варианта, существенно отличных друг от друга. Первый вариант может быть выражен следующей схемой:

философия → методология → наука,

где стрелка означает генетическую связь или порождение предшествующего последующим. Такие случаи взаимодействия между наукой и философией реализовались в истории науки. В качестве примера можно указать на критику Махом понятия абсолютного пространства в механике Ньютона. Эта критика была обусловлена предшествующей философией, а именно позитивистским рассмотрением научного понятия как конструкции, необходимой для расширения сферы предсказываемых фактов. Мах установил, что понятия абсолютного пространства и абсолютного времени не удовлетворяют этому критерию и являются, таким образом, некоторого рода излишней пристройкой к зданию ньютоновой механики.

В современной методологии науки подчеркивается, что внутренняя перестройка теории возникает лишь вследствие появления контрпримеров, т. е. только в результате проявления теорией неспособности в объяснении новых фактов. Приведенный пример показывает, что это в общем случае неверно: перестройка теории может быть стимулирована также и изнутри, а именно она может быть результатом философской и методологической критики структуры и методов теории. Философия выступает в таких

случаях как точка роста теоретического знания.

Второй вариант взаимодействия между философией и наукой будет соответствовать следующей схеме:

философия  $\rightarrow$  методология  $\leftarrow$  наука,

что означает, что наука порождает новую методологию, а философия обосновывает ее с точки зрения назначения науки. Создавая теорию относительности, Эйнштейн подошел к другому пониманию статуса научного закона, его отношения к опыту. Закон понимался теперь не как обобщение опыта, а как конструкция, нацеленная на дедуктивное объяснение опыта. Такого рода методологический сдвиг не был привнесен философией, он возник в результате теоретического поиска. Полезность философии состояла здесь в ассимиляции этого сдвига, во включении его в систему методологического мышления в целом. Эту задачу выполнил К. Поппер в «Логике научного исследования».

Может показаться, что роль философии в этих случаях невелика или равна нулю. Но это ошибочное мнение. Включая методологические сдвиги, достигнутые в науке, в общий контекст философского мышления, философ готовит возможность будущих методологических сдвигов, протекающих по варианту первому.

Третий вариант взаимодействия науки и философии состоит в интерпретационной роли философии и может быть выражен следующей схемой:

философия  $\Rightarrow$  методология  $\leftarrow$  наука,

что означает: наука выдвигает методологическое положение, философия интерпретирует его, вводит в общий контекст философского мировоззрения или культуры в целом. В качестве примера можно привести историю принципа дополнительности в физике. Первоначально он был введен как чисто физическое методологическое понимание корпускулярно-волнового дуализма. Но Нильс Бор связал это явление с традиционными философскими противопоставлениями детерминизма и свободы воли, разума и эмоций, востока и запада. Роль такого рода философских интерпретаций для развития науки не вполне ясна, но представляется, что она необходима для установления единства науки и культуры в целом.

## 6. Критика заблуждений

Несмотря на существенные сдвиги в методологическом мышлении последнего столетия, ответ на вопрос о связи между наукой и философией продолжает оставаться довольно туманным. Основные трудности в разрешении этого вопроса, как представляется, проистекают из непонимания методологической сущности философии. От философии требуют того, чего она в принципе не может дать.

К. Поппер в книге «Логика научного исследования» описывает место

метафизики в науке следующим образом: «Проверяемая наука представляет собой частицы, выпавшие в осадок на дно сосуда: они наслаиваются по уровням (универсальности). Толщина осадка возрастает с ростом числа этих слоев, причем каждый новый слой соответствует более универсальной теории, чем те, которые располагаются ниже ее. В результате этого процесса идеи, первоначально плавающие в более высоких метафизических областях, достигаются иногда растущей наукой, вступают с ней в контакт и оседают в ней. Примерами таких идей были атомизм, идея единственного физического «принципа», или конечного элемента...»<sup>2</sup>.

Эта схема не может быть признана удовлетворительной. При ее буквальном понимании деятельность философа свелась бы к выдвижению умозрительных гипотез о строении реальности, которые могли бы стать в будущем частью научной теории, подкрепленной экспериментами. При современном расхождении здравого смысла и онтологии физики такая деятельность невозможна. Ошибка Поппера состоит в том, что он приписывает науке способ взаимодействия с философией, характерный для допарадигмального этапа развития науки, когда философия оказывает непосредственное влияние на становление научных моделей объяснения.

Другая позиция выдвинута Ф. Франком в его книге «Философия науки». Франк осознает то обстоятельство, что между физикой и философией в последние столетия произошел разрыв в том смысле, что физические принципы не выводятся больше из интеллигибельных принципов философии, основанных на представлениях здравого смысла. Этот разрыв может быть, по его мнению, преодолен лишь в том случае, если мы будем понимать философию как сферу содержательной интерпретации физических принципов. «От науки к обыденному здравому смыслу ведут два пути. Научный путь (посредством математического вывода и экспериментальной проверки) часто бывает очень долгим. Поэтому человек требует такого пути на котором эти принципы становились бы непосредственно правдоподобными... Благодаря философским истолкованиям научные принципы непосредственно связываются с обыденным здравым смыслом»<sup>3</sup>.

Интерпретационный момент в науке, несомненно, существует, но он не может быть главным для философии. Философия – не популяризация науки и не ее разъяснение в понятиях здравого смысла. Непосредственная связь между физическими принципами и философией не может быть восстановлена. Ошибка Франка состояла в том, что он не осознал неизбежности отпочкования физики от философии и не увидел опосредованного воздействия философии на физику через методологию

<sup>2</sup> Поппер К. Логика научного исследования // Логика и рост научного знания. М., 1983. С. 225.

<sup>3</sup> Франк Ф. Философия науки. М.: Иностранная литература, 1960. С. 115.

физики как единственно возможного на данном этапе развития физического знания. Общий анализ функции философии показывает, что именно этот опосредованный путь воздействия философии на физику является в настоящее время главным.

Систематическая защита метафизики проведена М. Бунге в его «Онтологии». Бунге не согласен с тем, что развитие научной теории устраняет содержащуюся в ней метафизику. «Это неверно, – пишет он, – что онтология становится невозможной с порождением современной науки. Что становится невозможным *de jure* – хотя, к несчастью, не *de facto* – так это ненаучная онтология»<sup>4</sup>. Метафизика, по Бунге, возникает из самой науки при построении ею широких структур, имеющих междисциплинарное значение. Он пишет: «...динамика в форме Лагранжа достигла такой общности, что оказалась применимой к механическим, электрическим, биологическим и даже к социальным системам. Поскольку функция Лагранжа не задана конкретно (*is not specified*) и ее независимые переменные не интерпретированы, теория остается столь общей, что неотличима от метафизики. Фактически лагранжева динамика была одним из наиболее ранних элементов научной метафизики»<sup>5</sup>.

Идея Бунге состоит в том, чтобы построить новую, более точную метафизику, извлеченную из самой науки. Относительно философской теории пространства он пишет: «Во всякой научно ориентированной философии необходимо геометрию обыденного пространства согласовать с физикой. Физика должна решить вопрос о тонкой структуре пространства»<sup>6</sup>.

Такое понимание связи между наукой и философией не может быть принято вследствие неадекватного понимания самой философии. Философия – это часть допарадигмального знания, вследствие чего она является принципиально содержательной и принципиально нестрогой наукой. Точная теория пространства-времени, которую строит Бунге, могла бы стать некоторым вкладом в развитие математики или физики, но она никогда не будет основанием методологии науки. Философия может выполнять свою функцию в науке лишь в качестве содержательного основания научной методологии.

Одним из наиболее устойчивых заблуждений относительно природы философского знания является убеждение многих современных философов в том, что система философского знания может быть некоторым образом углублена и усилена в своих функциях посредством замены недостаточно определенных и абстрактных философских схем более разработанными научными моделями реальности. Философия исторически обогащает себя

<sup>4</sup> Bunge Mario. *Treatise on Basic Philosophy*. Vol. 3. *Ontology 1: The furniture of the world*. Dordrecht; Boston, 1977. P. 7.

<sup>5</sup> *Ibid.* P. 21.

<sup>6</sup> *Ibid.* P. 292.

некоторыми научными схемами, но лишь теми из них, которые способны играть роль общенаучной эвристики. Наука нуждается не в строгой онтологии, а в широких, эвристически продуктивных аналогиях. Формализованные схемы не могут выполнять роль продуктивной эвристики.

В заключение рассмотрим аргументы С. Вайнберга, изложенные в его книге «Мечты об окончательной теории» в главе под названием «Против философии». В антитезе к Е. Вигнеру, который говорил в свое время о «непостижимой эффективности математики для естественных наук», Вайнберг намерен обратить внимание на «непостижимую неэффективность философии для науки».

Два следующих аргумента Вайнберга являются наиболее существенными. Во-первых, он обращает внимание на то обстоятельство, что старые онтологические идеи, такие как атомизм и детерминизм, которые сыграли свою роль на начальном этапе развития физики, больше не соответствуют физической реальности. То же самое относится и к философским учениям о пространстве и времени. «...Интуитивные представления о природе пространства и времени, полученные из повседневного опыта, не имеют большой ценности при попытках понять теорию происхождения Вселенной»<sup>7</sup>. Общий вывод состоит в том, что современная физика не обращается к философии как к адекватной картине реальности. Во-вторых, он высказывает убежденность в том, что философия не востребована в современной физике. «Мне не известен ни один ученый, сделавший заметный вклад в развитие физики в послевоенный период, работе которого существенно помогли бы труды философов».

Эти аргументы, в общем, соответствуют фактам. Современная физика не сориентирована на детерминистическую картину мира, и физическое пространство-время существенно отличается от понимания пространства и времени как философских категорий. Верно, по-видимому, и то, что труды философов не оказывают существенного влияния на исследовательскую деятельность физика.

Однако здесь не все верно. Правильный взгляд на проблему отношения философии к физике требует принятия в расчет особенностей физики как развитой математизированной науки. По отношению к становящейся теории философия, как уже сказано, выполняет две функции: она предоставляет первые модели объяснения в новой области фактов и осуществляет методологическую критику понятий. Вызревание теории ведет к ее отпочкованию от философии в плане первой функции. Наука создает специальные модели объяснения, философская онтология не проникает больше во внутреннюю логику теории, философская и научная

---

<sup>7</sup> Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. С. 137.

картины мира разделяются. Связь философии с развитой наукой существенно изменяется: она осуществляется теперь только через методологию. Вайнберг, несомненно, прав в том, что философские представления о пространстве и времени, основанные на описании обыденного опыта, не могут быть использованы в космологических моделях. Но устранение философской онтологии из объяснительных схем физики не разрывает связи между философией и физикой. Философия как теория познания продолжает выступать в качестве основы методологического мышления в физике. Метафизика, будучи вытесненной из объяснительных схем физической теории, остается связанной с ней в качестве общей основы методологического анализа.

Тезис о невостребованности философии также требует уточнения. Во-первых, известно, что обращение науки к философии происходит на этапе смены внутренних парадигм науки. Послевоенный период, в отличие от довоенного, скорее всего, не был такого рода революционным этапом. Во-вторых, физик опирается непосредственно на методологию физики, которая может испытывать влияние философии, но не на труды философов. Для прояснения вопроса о востребованности философии мы должны были бы ответить на вопрос: вовлечены ли современные физики в методологические дискуссии? Ответ, как представляется, не может быть отрицательным. Функция философии и методологии в физике – установление стандартов физического объяснения – прояснение роли наблюдения, эксперимента, допустимых способов введения понятий, статуса физического закона и физической модели, роли математики и т.п. Без такого рода общезначимых и непрерывно обновляющихся установлений физическая наука развиваться не может. Необходимость философии проистекает из необходимости методологической рефлексии, которая вызывается самим расширением содержания науки и ее методологическим обновлением.

Вайнберг не отрицает критическую функцию философии в физике. Он говорит, что «философия помогла освободить науку от пут самой философии». Но это, по его мнению, только «негативная функция философии», борьба философов с философами, а не непосредственное влияние философии на становление физического знания. Его отрицание философии основано на том соображении, что «философия науки не может дать в руки современных ученых какое-то полезное руководство на тему о том, как надо работать, или что желательно было бы обнаружить»<sup>8</sup>. Он, таким образом, хотел бы видеть прямое влияние философии на науку, указывающее пути перестройки ее принципов и методов.

Это требование является ошибочным. В действительности, нет и не может быть никакого прямого влияния философии на совершенствование

---

<sup>8</sup> Там же. С. 132.

физического знания. То влияние философии, которое заключается в критике старой философии, которое Вайнберг называет негативным, в действительности, и есть единственно возможное и позитивное по своей сути влияние философии на прогресс физики. Освобождение физики от пут старой философии всегда есть и введение новой философии, и толчок к развитию новых методологических установок. Это опосредованное, но, тем не менее, эффективное влияние. Отказавшись от позитивистского взгляда на характер физических законов, Эйнштейн и Поппер сформулировали гипотетико-дедуктивное воззрение на их статус, которое, несомненно, больше соответствует реальной логике становления физической теории.

Философия входит в физику не через чтение физиками трудов философов, а через изучение будущими физиками истории науки и философии, которое в принципе должно дать представление о методологическом вызревании науки в ее истории и об основаниях методологических решений. Философ не может подсказывать физику, как решать физические проблемы и даже указывать на возможные методологические решения. Новая методология вносится в физику, в конечном счете, самими учеными. Но то, в какой мере ученый способен найти выход из конкретного методологического затруднения, существенно зависит от того, в какой мере он вовлечен в логику философских и методологических противостояний в истории своей науки.

Независимость научного мышления от философии есть иллюзия. Философия – эфир, в котором пребывает наука, и здоровье науки существенно зависит от качества этого эфира. Мы должны понять, что философская критика одна из точек роста системы человеческого знания. Отсюда следует, что история науки, философия и методология науки должны занимать важное место в программе вузов с высокой научной ориентацией. Значение философии состоит в том, что, через исследование исторических парадигм мышления, она готовит мировоззренческую основу для актуальных изменений в методологии науки.

**А.А. Побережный**  
(Курск)

## **ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ КОНСТРУКТИВНОЙ МАТЕМАТИКИ**

*В статье рассмотрен конструктивистский подход к основаниям геометрии, конструктивистская интерпретация её основных понятий, раскрыты конструктивистские представления об отношении геометрических понятий и объектов к реальности.*

\* \* \*

Конструктивистские идеи в геометрии обнаруживаются уже в античных дискуссиях о математическом методе и способе бытия математических объектов. Данный подход присущ позиции Евдокса, противостоящей платонистской позиции. Школа Евдокса принимает в качестве доказательства существования математического объекта указание на принципы его построения или возможность его анализа как определенной конструкции. Геометрические теоремы служат исключительно исследованию общих свойств конструктивных объектов. Позиция платонизма, напротив, состоит в том, что математика не создает, но лишь описывает и открывает нечто объективно сущее.

Дальнейшее развитие конструктивистские идеи получают в философии И. Канта. В вопросах существования математических объектов Кант занимает антиплатонистскую позицию и использует понятие конструкции для демаркации философии от математики. Философию Кант определяет как дискурсивно-разумное, понятийное познание, в котором особенное рассматривается с позиции общего, а само общее – в абстрактном смысле, с помощью понятий. Математическое познание Кант описывает как «познание посредством конструирования понятий»<sup>1</sup>. Конструировать понятие значит, по Канту, представить соответствующую ему форму чувственности. Она основана не на опыте, но может быть эмпирически представлена, является единичным и, одновременно, общим для всех возможных восприятий, которые покрываются данным понятием, и является результатом продуктивной способности воображения, или конструктивной деятельности. Конструирование математических понятий дает возможность рассматривать общее в отдельном восприятии. «Реализация подобной стратегии связана с различием «априорное vs. трансцендентальное», суть которого состоит в том, что не любое априорное понятие является трансцендентальным, и поэтому надо критически ограничить область

---

· Работа выполнена при поддержке РФНФ, проект № 08-03-00049а.

<sup>1</sup> См.: Кант И. Критика чистого разума. М., 1998. С. 538.

априорного только теми понятиями, которые получили проверку с помощью трансцендентального критерия»<sup>2</sup>.

В начале XX в. конструктивистский метод утверждается в математике как один из способов дедуктивного построения научных теорий. В отличие от аксиоматического метода, при конструктивном построении теории не только сводятся до минимума исходные, недоказуемые в рамках этой теории утверждения и неопределяемые термины, но и специально заботятся об их содержательном обосновании. Основная задача конструктивистского метода состоит в последовательном конструировании (реально осуществляемом или возможном на основании имеющихся средств) рассматриваемых в формальной системе объектов и утверждений о них. Задание исходных объектов теории и построение новых осуществляется с помощью совокупности специальных операциональных (конструктивных) правил и определений. Все остальные утверждения системы получаются из исходного базиса теории с помощью специфической для конструктивных теорий техники вывода и т. н. рекурсивных определений, основанных на принципе математической индукции.

Конструктивистский метод еще в форме интуиционизма Л. Брауэра проникает в область арифметики и алгебры, усовершенствовав доказательство существования корня алгебраического уравнения: вносит уточнение в классическое понятие сходимости рядов и разрабатывает различные части теории рядов. Обработке (в плане «интуиционизма») подверглась теория функций комплексного переменного, уточнения были предложены в понятии о множестве, что дало возможность разработать важные разделы теории множеств, в частности, была радикально уточнена была «мощностей». В теории «полной упорядоченности» и в исследованиях «точечных видов» были получены результаты, позволившие Брауэру приступить к исследованию теории функций, и т. д. и т. п.

Однако в геометрии данный метод не нашел широкого применения, потому что «борьба с механическими аналогиями в доказательстве теорем математического анализа, вполне оправданная с точки зрения современного понимания математической строгости, превратилась затем в борьбу с геометрической очевидностью, в требование отказа от чертежей и от геометрической наглядности вообще. Это достаточно понятно, так как геометрия рассматривалась в то время как наука о пространстве и, следовательно, как наука, родственная механике. Важно отметить, что стремление к вытеснению геометрической очевидности из анализа в XVIII в. не проистекало из каких-либо фактов ненадежности этой очевидности, а исходило в основном из философских представлений о

<sup>2</sup> Катречко С.Л. Моделирование рассуждений в математике: Трансцендентальный подход // РАЦИО.ru. 2009. №1. С. 78.

геометрии как части механики. Брауэр выдвигает здесь новый аргумент. Он считает, что непреложность геометрической интуиции отвергнута фактом неевклидовых геометрий»<sup>3</sup>. Впоследствии известный отечественный исследователь В.Я. Перминов признал такую позицию ошибочной. По его мнению, «геометрическая очевидность имеет ничуть не менее высокий статус, чем очевидность арифметическая, и она с полным основанием может быть использована как исходная база для обоснования математики... Признавая геометрическую очевидность наряду с арифметической и логической, мы существенно раздвигаем сферу интуитивистского подхода к обоснованию математики. Прежде всего, мы получаем возможность перевести некоторые относительные доказательства непротиворечивости в ранг абсолютных. Геометрическая интерпретация комплексных чисел, открытая Гауссом, всегда понималась и понимается в настоящее время как доказательство непротиворечивости теории комплексных чисел по отношению к евклидовой геометрии и к арифметике действительных чисел»<sup>4</sup>.

Таким образом, геометрический конструктивизм не был детально разработан ни интуитивистами, ни марковской школой конструктивизма. В геометрии преобладал формалистский подход к обоснованию. Однако геометрия, как наука о расположении геометрических объектов, может рассматриваться как множество точек с заданной на множестве функцией расстояния (без аксиомы треугольника). Геометрия с произвольной функцией расстояния может быть построена как результат деформации некоторой эталонной (собственно евклидовой) геометрии. В результате получаются неаксиоматизируемые геометрии. Неаксиоматизируемость этих геометрий следует из того, что в них соотношение эквивалентности является, вообще говоря, интранзитивным. В любой аксиоматизируемой геометрии соотношение эквивалентности является транзитивным. Отсюда следует, что геометрия с интранзитивным соотношением эквивалентности не может быть аксиоматизируемой. Изучение и рассмотрение неаксиоматизируемых геометрий существенно продвигает наши представления о свойствах пространства событий.

Применительно к геометрии американский исследователь Р. Весли в статье «Constructivity in geometry» рассматривает три представления конструктивности, имевшие место на протяжении XX столетия<sup>5</sup>.

Первое из них связано с «геометрией первого порядка» А. Тарского. Большую часть своей жизни А. Тарский работал над созданием компактной системы евклидовой геометрии. Тарскому принадлежит целый ряд результатов относительно разрешимости и неразрешимости

<sup>3</sup> Перминов В.Я. Философия и основания математики. М.: Прогресс-Традиция, 2001. С. 132.

<sup>4</sup> Там же. С. 135.

<sup>5</sup> Vesley R. Constructivity in geometry // Hist. Philos. Logic. 2000. № 20. P. 291–294.

формальных теорий в логике первого порядка. Его наиболее известными позитивными результатами в этом направлении являются теоремы о разрешимости действительной линейной арифметики, а также евклидовой геометрии. В первом случае им был разработан и успешно применён метод элиминации кванторов, который стал одним из основных методов доказательства разрешимости теорий первого порядка. Во втором случае Тарскому также пришлось разработать собственную аксиоматизацию евклидовой геометрии, которая оказалась более удачной, чем ранее известная аксиоматизация Гильберта.

Отличительной чертой геометрической системы Тарского является экономия языка. Используется только один вид переменных, перемещаемых по пунктам. В дополнение к равенству представлены два простых предиката. На этом ограниченном языке могут быть представлены все известные результаты евклидовой планиметрии. Запасной набор аксиом позволяет доказывать эти результаты, включая как теоремы существования точек, полученных в результате построения, так и теоремы, связанные с этими построениями.

«Насколько теория Т конструктивна? Этот вопрос не касается Тарского, но открывает интересные перспективы. Очевидно, что любые ответы будут зависеть от постановки вопроса. Можно убедиться в том, что многовековая дискуссия, касающаяся возможности построения в геометрии при помощи циркуля и линейки, может быть решена конструктивно»<sup>6</sup>.

Теоретико-доказательный подход рассматривает формальную геометрию как конструктивную, если есть определенный алгоритм для какой-нибудь закрытой формулы А, которая является или не является теоремой. Формальная геометрия Тарского, вследствие своей полноты, обладает этим свойством, поэтому она конструктивна в том смысле, что для доказательства или опровержения в принципе не требуется ничего изобретать. Напротив, существует единственный алгоритм, который решает каждый такой вопрос. Аксиоматика Тарского обладает полной алгоритмической разрешимостью.

Второе представление полагает, что формальная геометрия конструктивна, если её примитивы, кроме эквивалентности, являются определенными функциями (не предикатами), а аксиомы не содержат кванторов. В такой системе результаты будут вычислимы. Элементарные утверждения – равенства между термами, построенными из элементарных функций. Более сложные утверждения построены из последних при помощи классических пропозициональных связей, и поэтому их результаты также вычислимы с помощью элементарных функций. Такое представление связывает геометрию с оценкой функций, то есть с

---

<sup>6</sup> Vesley R. Constructivity in geometry. P. 291.

«конструируемостью». Например, в такой системе, наряду с указанным выше, вводятся две элементарные функции. Одна – четырех переменных (точек), выражает пересечение прямых, проходящих через эти точки. Вторая функция определяет расстояние между точками. Это позволяет, имея четыре точки, построить пятую.

Третье представление считает геометрию конструктивной, если в ней используются элементарные функции, приемлемые с интуиционистской точки зрения, и конструктивная логика. Переход к функциям от отношений сам по себе не удовлетворяет требованиям третьего подхода конструктивности в геометрии, который связан с конструктивным анализом (Э. Бишоп) или интуиционистской математикой (Л. Брауэр). В данных направлениях используется конструктивная, а не классическая логика. В некоторых случаях, зависящих от природы фундаментальных понятий, функции могут оказаться конструктивно неприемлемыми. К таким функциям относятся эффективно вычислимые функции, определенные на разрешимой области пространства, когда алгоритмы вычисления даются вместе с ясным предписанием их применения.

Не исключается возможность того, что формальная геометрия может удовлетворять всем трем представлениям конструктивности, то есть содержать только элементарные функции и формулы без кванторов, удовлетворять требованиям интуитивной ясности и конструктивной выполнимости, и допускать применение конструктивной логики.

Конструктивистский характер имеет также широко используемый ныне проективный метод. «Между приобретениями, сделанными в области геометрии за последние пятьдесят лет, развитие проективной геометрии занимает первое место. Если вначале казалось, что для нее недоступно изучение так называемых метрических свойств, так как они не остаются без изменения при проектировании, то в новейшее время научились представлять и их с проективной точки зрения, так что теперь проективный метод охватывает всю геометрию»<sup>7</sup>.

Кроме вышеуказанного, представляет интерес конструктивистский подход к геометрии школы немецкого конструктивизма. В 60-х гг. XX в. немецкие учёные П. Лоренцен и В. Камла основали так называемую эрлангенскую школу философии науки (*Wissenschaftstheorie*), из которой впоследствии развился эрлангенский (методический) конструктивизм<sup>8</sup>. Исторически предшественником эрлангенской школы считается математик Г. Динглер, разработавший идею оперативной геометрии (1913).

<sup>7</sup> Клейн Ф. Сравнительное обозрение новейших геометрических исследований / пер. с нем. Д. Синцова // Об основаниях геометрии: сб. ст. М.: ГИТТЛ, 1956. С. 399.

<sup>8</sup> Janich P. Methodical Constructivism in Issues and Images in the Philosophy of Science // Boston Studies in the Philosophy of Science. Место издания: Kluwer Academic Publisher, 1997. Vol. 192. P. 173–190.

Философия науки базировалась тогда на формализме, аксиоматизме и эмпиризме. В геометрии, со времен Евдокса и Евклида (синтетическая геометрия), с одной стороны, и Декарта (аналитическая геометрия) – с другой, вплоть до Д. Гильберта (формально-аксиоматическая геометрия) оставались открытыми некоторые фундаментальные вопросы, не говоря уже о проблемном характере дефиниций (в частности, таких базовых понятий, как точка, прямая, плоскость<sup>9</sup>), постулатов и аксиом (постулат о параллельности) в «Началах» Евклида. В античном варианте геометрии, на котором Евклид построил свою планиметрию, остается не до конца ясной геометрия плоских фигур, переход к стереометрии путем их вращения<sup>10</sup>. По мнению Динглера, определения круга и сферы ясно показывают, что в основании системы геометрических понятий лежат основы графики и скульптуры. Однако практика построения, которая должна была бы объяснить техническую возможность изображения плоской фигуры с помощью линейки и циркуля, не отражена античными геометрами. Античные мыслители не видели эпистемологической природы объектов геометрической рефлексии в нелингвистической и нементальной деятельности (несмотря на то что в спецификацию типов человеческой деятельности Аристотель включил «умозрительную» деятельность, противопоставив её деятельности практической).

«Евклидов пробел» в геометрии стал лейтмотивом её дальнейшего развития, ошибкой, нарушающей ясность связи между идеальной математической геометрией, с одной стороны, и геометрическими свойствами реальных тел – с другой. Динглер впоследствии назовет её проблемой приложения (*Anwendungsproblem*). Логические недостатки языка евклидовой геометрии являются следствиями этого пробела, так же как и неясного статуса аксиом, в особенности аксиом ортогональности и параллельности.

Декарт, по мнению Динглера, пролонгировал этот недостаток путем сведения проблем построения фигур при помощи циркуля и линейки к вычислительным проблемам. Он не задался вопросом, насколько координатная плоскость плоская, а координатные оси – прямые. Он просто допустил, что это известно или изначально задано. И тем самым, не включив определений или разъяснений, Декарт добавил к прежним проблемам проблему соотношения точек и чисел на координатных осях. Он не увидел, что только введение мысленного акта измерения приписывает числа к шагам равной длины, не задаваясь вопросом, как может быть определено соответствие равных длин в разных местах оси и как оно может быть проверено на практике (и в смысле понятия конгруэнтности, и реальным измерением в любом приложении). Данную проблему Динглер

<sup>9</sup> См. об этом: Гильберт Д. Основания геометрии. – Пг.: Сеятель, 1923. С. 12.

<sup>10</sup> См., например: Эвклидовых начал восемь книг / пер. с греч. Ф. Петрушевского. С-Пб, 1819. // [ilib.mirror1.mccme.ru/djvu/geometry/nachala.htm](http://ilib.mirror1.mccme.ru/djvu/geometry/nachala.htm).

обозначил как «декартов пробел», и эта проблема продолжает оставаться характерной для аналитической геометрии.

Третий фундаментальный пробел в геометрии Динглер назвал «гильбертовым пробелом». Д. Гильберт в своей работе «Основания геометрии» («Grundlagen der Geometrie»), впервые опубликованной в 1899 г., отбросил все попытки определения основных геометрических понятий. Вместо этого он предложил свою систему аксиом. Они оставались открытыми для т. н. «интерпретаций», в основном, физиками-теоретиками. Если заменить гильбертовы понятия обычными словами, такими как «точка», «прямая линия» и «плоскость», и затем интерпретировать, скажем, «точку» крошечным отверстием в экране и «прямую» – световым лучом, то формальные аксиомы будут представлять собой модель, верифицируемую эмпирически.

Динглер видел, что проблема соответствия геометрических объектов физическим далека от разрешения, а валидность аксиом – вопрос открытый. Искусство измерения, реально практикуемое в науке и технике, нагружено правилами допустимых погрешностей, а вопрос, как это связано с геометрией, остается без ответа. Догмат логического эмпиризма предлагает рассматривать геометрию как логически последовательную или эмпирически ценную. Оба варианта создают больше недоразумений и открытых вопросов, чем дают ответов. Тогда Г. Динглер обратил внимание на тот факт, что учёные имеют дело с измерительными приборами и инструментами, в которых геометрические формы реализованы технически. Изучив технологию изготовления этих приборов, он разрабатывает оперативные основания геометрии, концентрируясь на идее, что геометрические формы можно воспроизвести методически до того, как измерение длины технически возможно.

Своеобразие подхода, предложенного Динглером в философии и методологии науки, связано с его программой обоснования точных наук (математики, физики), возможность которого Динглер видел в обращении к операционным правилам, целеустремленным нормированным действиям, которые решающим образом влияют на осуществление науки. Причем эти правила выступают не как элементы теорий, но как то, что образует предпосылку научного познания. Отвергая взгляд эмпиризма на особенности построения точных наук, Динглер в своем «оперативизме» предлагает операциональную реконструкцию фундамента науки, когда основные понятия и аксиомы получают определение и смысл в контексте планов действия, идеальных требований или регулятивных идей. По его мнению, последние вопросы об обеспечении истинности и значимости точных наук не могут быть решены в рамках самих этих дисциплин, лишь философия может дать на них ответ.

Работы Динглера «Die Grundlagen der angewandten Geometrie» (1911), «Die Grundlagen der Naturphilosophie» (1913), «Die Grundlagen der

Physik» (1919), «Das Experiment. Sein Wesen und seine Geschichte» (1928) стали той основой, на которой впоследствии П. Лоренцем была разработана «протофизика». В 1961 г. Лоренц по-новому интерпретировал динглеровский подход к геометрии: принцип *identitatis indiscernibilium* он рассматривал как гомогенный принцип: мастер, изготавливая геометрическую фигуру, стремится сделать все её точки неразличимыми. Позже (в 1984 г.) он сформулировал «принцип форм», согласно которому фигуры равны, если одинаковы все шаги при их построении. Нормы следования конструкции, производству и использованию измерительных приборов должны четко подразумевать, что различные реализации одного и того же метода требуют применения инструментов с заранее заданными свойствами. Аналогичные методы были разработаны Янихом для унификации оперативных определений геометрических понятий «плоскость» и «прямой угол».

«Основной задачей философии с самого ее возникновения, – отмечает Динглер, – является поиск надежного (достоверного) основания для упорядочения нашей жизни, надежного основания, на котором бы покоилось наше мышление и деятельность»<sup>11</sup>. И если проследить, как полагает Динглер, греческую философскую мысль с самого ее начала, то есть с Фалеса, то мы увидим, что «точка зрения достоверности была неосознанно центральным пунктом всей греческой философии, с самого ее начала»<sup>12</sup>. Справедливость данного утверждения Динглер обосновывает тем фактом, что греки достигли больших успехов в науке благодаря выдвинутому ими требованию доказательства, которое само вытекало из желания достигнуть рациональной достоверности. Так, Парменид поставил своей конечной целью поиск такой достоверности. Этой же идеей поиска абсолютной достоверности пронизана вся новоевропейская философия, начиная с Ф. Бэкона и до Канта и Гегеля включительно. Решение этой проблемы новоевропейской философией вполне укладывается в рамки рационалистической и эмпирической традиций, которые, несмотря на свое расхождение, тем не менее, следовали одной программе – фундаменталистской программе Р. Декарта. Разум и опыт стали основными авторитетами нового типа рациональности, сформулированного новоевропейской культурой. «И эта убежденность – в возможности выводить вечные законы бытия из опыта и индукции, была надежной твердыней для всей второй половины XIX века и остается еще таковой и сегодня для естествоиспытателей»<sup>13</sup>. В целом можно заключить, что классическая философия и наука приписывали опыту и методу индукции мистическую достоверность.

<sup>11</sup> Dingler H. Grundriß der methodischen Philosophie. Die Losungen der philosophischen Hauptprobleme. Fussen, 1949. S. 7.

<sup>12</sup> Ibid. S. 21.

<sup>13</sup> Ibid. S. 35.

Однако, по мнению Динглера, предложенные классическим рационализмом и эмпиризмом решения по проблеме достоверности оказываются несостоятельными, поскольку ни рационализм, ни эмпиризм с методической точки зрения не были последовательными: эмпиризм – потому что при познании реальности на основе опыта должен прибегать к посылке, которая не может быть обоснована эмпирическим путем. То же самое относится и к рационализму. Как сам принцип очевидности, так и принцип опыта, на котором основывается эмпиризм, не могут быть обоснованы из самих себя.

При исследовании проблем конструктивного обоснования геометрии Лоренцен, опираясь на идеи Динглера, первоначально считал, что, поскольку в геометрии речь идет об анализе не фигур, а природных объектов, она является не частью математики, а разделом протофизики. Впоследствии Лоренцен изменил эту точку зрения и стал трактовать геометрию как теорию форм математических фигур, в которой из исходных форм по принятым правилам конструирования получаются производные формы фигур.

Для анализа онтологических и гносеологических оснований конструктивистской геометрии представляют определенный интерес исследования К. Гёделя. «В них делается попытка объяснения, каким образом независимые от человека сущности математического мира становятся доступными познанию. Гёдель основывает математическое знание на особой интуиции, способности непосредственно обнаруживать свойства математических сущностей и формулировать их в виде аксиом. Такое непосредственное обнаружение Гёдель уподобляет чувственному восприятию в естествознании. Числа, геометрические фигуры или множества, воспринимаемые интуицией, он полагает столь же реальными как физические тела, воспринимаемые чувствами»<sup>14</sup>.

Конструирование может быть понято, в том числе, и в самом прямом смысле, как сборка конструкции из набора элементов. Последнее относится прежде всего к математике. «Алгебраическая формула, равно как и геометрическая фигура, становятся объектами рассуждения, будучи сконструированы продуктивной способностью воображения, т.е. собраны в пространстве из более простых фигур, формул или знаков. Поэтому всякий математический предмет существует постольку, поскольку он сконструирован. Вопрос о существовании, таким образом, никак прямо не связан с проблемой субстанциональности. Существование определено деятельностью субъекта»<sup>15</sup>.

Иными словами, онтологический статус предмета определяется не его отношением к субстанции, а его отношением к субъекту. «Деятельность субъекта является критерием существования. Эта

---

<sup>14</sup> Гутнер Г. Онтология математического дискурса // [www.matlab.mgppri.ru/book/0029.htm](http://www.matlab.mgppri.ru/book/0029.htm)

<sup>15</sup> Там же.

деятельность происходит в рамках, заданных ее трансцендентальными условиями, к которым, прежде всего, относятся пространство и время. Сама деятельность разворачивается во времени как последовательность продуктивных синтетических актов»<sup>16</sup>. То, что появляется в результате этих актов, представляется как существующее в пространстве. Последнее верно для любого объекта, в том числе и для математического. Априорное знание при этом у различных философов имеет разные истоки. Так, В.Я. Перминов выводит априоризм и его общезначимость из практической деятельностной ориентации познающего человека. Он полагает, что «представления, лежащие в основе математических понятий, – не абстракции и не теоретические идеализации, а интуиции, проистекающие из деятельностной ориентации познающего субъекта»<sup>17</sup>.

Г. Фоллмер и последователи эволюционной эпистемологии считают, что априорные структуры – «продукт эволюции [и они] принадлежат к генетическому оснащению, когнитивному «инвентарю» индивида, они являются унаследованными и врожденными в широком смысле, поэтому не только независимы от всякого (индивидуального!) опыта, но имеются до опыта и делают вообще опыт возможным»<sup>18</sup>.

В отличие от интуиционистской точки зрения, конструктивисты, придерживаясь материалистической позиции, полагают, что первоначальные математические интуиции в геометрии «возникли путем идеализированного опыта, который неоднократно повторялся при состоянии интеллекта, предшествовавшем полному развитию сознания»<sup>19</sup>.

---

<sup>16</sup> Там же.

<sup>17</sup> Перминов В.Я. *Философия и основания математики*. М.: Прогресс-Традиция, 2001. С. 47.

<sup>18</sup> Фоллмер Г. *Эволюционная теория познания: врожденные структуры познания в контексте биологии, психологии, лингвистики, философии и теории науки*; пер. с нем. М., 1998. С. 157.

<sup>19</sup> Асмус В.Ф. *Проблема интуиции в философии и математике. Очерк истории: XVII – начало XX в.* 3-е изд., стереотип. М.: Едиториал УРСС, 2004. С. 280.

Я.С. Яскевич  
(Минск)

## ИННОВАЦИОННО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ГНОСЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАДИГМЫ В РАЗВИТИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

*В статье рассматриваются инновационно-методологические приоритеты классической и современной науки. Показывается, что современная философия и методология науки выявляет фундаментальные жизненные смыслы универсалий культуры, осуществляет междисциплинарный синтез различных подходов, синтез гуманитарного, естественнонаучного и технического знания. Выявляется проблемное поле и задачи современной методологии науки. На материале современной науки обосновываются стратегические задачи по формированию новых мировоззренческих ориентаций.*

\* \* \*

*The paper displays the innovation and methodological priorities of classical and modern science. It's shown that the modern philosophy and methodology of science displays the fundamental living senses of culture categories, implements the interdisciplinary synthesis of different approaches and the synthesis of humanitarian, natural and technical knowledge as well. The problem fields and tasks of modern methodology of science. The modern science creates the basis for forming new world outlook orientations.*

\* \* \*

Современная наука как социальный институт не только обеспечивает условия формирования и трансляции научных знаний и ценностей, но и выполняет стратегические задачи по формированию новых мировоззренческих ориентаций современного человечества, обеспечивая органическое соединение идеалов истины и системы нравственных ценностей посредством диалога науки, искусства, морали и философии.

### **Формы рефлексивного осмысления научного познания: гносеология, методология и логика науки, философия науки**

К основным формам рефлексивного осмысления научного познания с точки зрения его специфики и закономерностей относятся: теория познания; методология и логика науки; философия науки.

*Теория познания, гносеология, эпистемология* (от греч. gnosis – знание, logos – учение, episteme – знание) – раздел философии, в котором изучаются проблемы природы познания, отношения знания и реальности, исследуются всеобщие предпосылки познания, вопросы обоснования и достоверности знания, условия его истинности, возможности и границы познания, его формы и уровни. Обычно термин «эпистемология» употребляется как синоним термина «теория познания». Некоторые же

философы (например, К. Поппер) относят к эпистемологии только изучение научного познания.

*Логика науки* – одно из направлений или разделов философской науки, которое занимается исследованием логических закономерностей научного познания, способов построения научных теорий, анализом специальных понятий, описанием строения и структуры науки, функций научного знания, используемых в различных научных дисциплинах – математике, естествознании, социальных, гуманитарных и технических науках, логических процедур получения и обоснования знания, методов доказательства и опровержения.

Логика науки теснейшим образом связана с философией науки, социологией науки и психологией научного творчества. В отличие от *философии науки*, *логика науки* преимущественное внимание уделяет использованию средств формальной логики для анализа научного знания, а не историко-научным, *эпистемологическим* и *методологическим* средствам. Основные проблемы логики науки концентрируются вокруг построения теоретико-формальных, в идеале – формализованных моделей научного знания по сравнению с *социологией науки*, ориентированной на эмпирические исследования структуры, функций и форм деятельности научного сообщества или по сравнению с *психологией научного исследования*, выявляющей психологические механизмы создания нового научного знания.

Истоки логики науки формируются в период становления экспериментальной науки в XVI – XVII вв. благодаря трудам классиков философии Нового времени (Галилея, Ф. Бэкона, Декарта, Лейбница и др.). Дальнейшей разработке логики науки способствовали *позитивизм* (Конт, Спенсер, Мах), *прагматизм* (Тирс, Джемс), *конвенциализм* (Пуанкаре), *операционализм* (Бриджмен), *индуктивное обоснование научного знания в XIX в.* (Дж. Гершель, У. Уэвелл, Дж. С. Милль, С. Джевонсон, П. Дюгем и др.).

Использование для анализа научного знания *средств математической логики* в XX в. (Дж. Буль, Г. Фреге, Б. Рассел и др.), фундаментальных работ *Рассела* по логическому атомизму и *Витгенштейна*, *логических позитивистов* (М. Шлика, Р. Карнапа, Г. Рейхенбаха, Ф. Франка), представителей *критического рационализма* (Поппер и др.) и *постпозитивизма* (Т. Куна, И. Лакатоса, П. Фейерабенда, Ст. Тулмина, Д. Агасси и др.), *логические исследования математического естественнонаучного и гуманитарного знания* в России и Советском Союзе (Н. Лосский, А. Лосев, В. Асмус, Б. Кедров, П. Копнин, В. Смирнов, А. Зиновьев, Д. Горский, М. Попович, В. Степин, В. Берков и др.) способствовали получению существенных результатов в развитии логики науки: различение научного и ненаучного знания; дедуктивно-номологическая модель научного объяснения; логический анализ методов

эмпирического и теоретического уровней научного исследования; разработка логических методов оценки истинности научных теорий; структура и динамика научных проблем и т.д.

Первоначально *методология* рассматривалась как учение о методах мышления, которое входило в качестве составной части в логику (логика Пор-Рояля, учение о методах мышления Лейбница, Х. Вольфа, Д.С. Милля). У Канта, хотя методология и входит в состав логики, ее цель и структура расширяются, становясь частью наукоучения с анализом методов постижения системы теоретического знания. Учение о методе у Гегеля рассматривается как часть метафизики, совпадающей с логикой и с наукоучением. В состав логики как науки он включает рассмотрение не только научного метода, но и самого понятия науки.

В последующем в интерпретации методологии науки наблюдаются различные трактовки – от рассмотрения ее как учения о способах совершенствования нашего мышления (Зигварт) до понимания ее как учения о методах отдельных наук – математики, физики, химии, биологии, психологии, истории, экономики и др. (В. Вундт, В. Виндельбанд).

В первой четверти XX в. наблюдается процесс отделения методологии от логики и превращения ее в исследовательскую область философии. В специальных науках разворачивается методологическая рефлексия, формируются альтернативные методологические программы, усиливается интерес к теоретико-вероятностным методам, критическому анализу опыта, языка науки. С середины 60-х гг. наблюдаются интенсивные логико-методологические исследования в отечественной философии – от методологии истории до методологии физики, биологии, системных исследований, семиотики (В.С. Библер, А.Я. Гуревич, Н.В. Овчинников, И.С. Алексеев, Э.М. Чудинов, В.С. Степин, И.Т. Фролов, Р.С. Карпинская, Ю.М. Лотман, Э.Г. Юдин, В.Н. Садовский и др.).

Методологию науки можно охарактеризовать как *учение о методе научно-познавательной деятельности*. Научный метод – это система регулятивных принципов и приемов, с помощью которых достигается объективное познание действительности. Успех научного поиска во многом определяется правильностью выбранного пути, точностью самого метода исследования. Известный русский физиолог И.П. Павлов отмечал, что «метод держит в руках судьбу исследования», «от метода, от способа действия зависит вся серьезность исследования».

Однако методологию нельзя сводить только к исследованию операций, методов научного познания, хотя знание о таких методах и операциях является одной из целей методологического анализа. Методология изучает все компоненты научной познавательной деятельности в их взаимосвязи. Она выявляет способы формирования нового знания в их зависимости от исследуемого объекта, исторически сложившихся познавательных средств, целей и установок

познающего субъекта, исследует механизмы взаимоотношений норм и нравственности, науки и культуры, истины и ценности. Таким образом, методология представляет собой своего рода *самосознание науки, осознание путей и методов эффективного решения познавательных задач.*

В методологии науки по степени общности можно выделить три основных уровня исследования науки. Первый уровень составляет анализ *специальных методов*, обеспечивающих решение некоторого класса конкретных задач в рамках той или иной науки (физики, химии, истории, психологии и т.д.).

Второй уровень образует анализ методологических принципов и идей, которые, хотя и принадлежат к сфере конкретно-научного знания, но имеют более широкую сферу применения, чем специальные методы. Эти идеи и принципы целенаправляют разработку специальных методов определенной науки и предстают в качестве своего рода методологических регулятивов данной науки. Они часто приобретают статус *общенаучный*. В качестве примеров можно указать на такие принципы современной физики, как принцип дополнительности, соответствия, инвариантности, наблюдаемости; на идеи системного подхода и системные методы, имеющие общенаучный статус; на аксиоматический метод, приведший к прогрессу математики и успешно применяемый в других областях научного знания. В современной культуре это синергетические модели мира.

Третий уровень – *философско-методологический анализ механизмов порождения нового научного знания*, выступающий в роли наиболее общих методологических регулятивов научного исследования, на котором осмысливаются общие особенности объектов, исследуемых наукой, эксплицируются идеалы и нормы познания, принятые в науке на некотором этапе ее исторического развития, а также осуществляется перестройка таких идеалов и норм, с тем чтобы обеспечить освоение новых объектов. *Философские принципы* служат методологическим основанием для перестройки и развития фундаментальных идей и принципов конкретных научных дисциплин, для разработки новых приемов и методов исследования, применяемых в этих дисциплинах. Исследовательская деятельность, связанная с движением от философского метода к идеям и принципам, лежащим в основании конкретных наук, составляет сердцевину *философской методологии исследования науки.*

Прежде всего, в силу интенсификации исследований и ускорения темпов научного прогресса, в науке все более часто осуществляются трансформации фундаментальных понятий и принципов конкретных наук, а в результате научных революций происходит радикальная ломка ее оснований. Так, развитие естествознания XX столетия дает картину, по существу, непрерывной цепи научных революций, которые поочередно охватывают то одну, то другую отрасль науки.

Во-вторых, возрастание роли методологии науки на современном этапе обуславливается усложнением структуры современной науки, усилением коммуникативных связей, появлением «стыковых» наук, возникающих на базе их междисциплинарного синтеза.

В-третьих, в современной методологии происходит трансляция методов конкретных наук – естественнонаучных и гуманитарных – из одной сферы в другую, осуществляется взаимодействие их методологических дискурсов, что обуславливает необходимость критической парадигмы методологического дискурса.

В-четвертых, необходимостью поиска и становления новых мировоззренческих ориентиров в контексте радикальной трансформации современного общества. Учитывая же высокий статус науки, в рамках техногенной цивилизации на нее возлагаются серьезные задачи по предъявлению человечеству обновленных ценностно-мировоззренческих приоритетов.

*Философия науки* – философское направление, исследующее науку как социокультурный и эпистемологический феномен, структуру и развитие научного знания, взаимосвязь науки и морали, науки и искусства, идеалы и нормы науки, ценностные ориентации ученых, этос науки, ее философские основания, природу научных революций и т.д.

Термин «философские науки» введен Е. Дюрингом («Логика и философия науки», Лейпциг, 1878). Истоки проблематики философии науки, структуры и развития научного знания восходят к Платону и Аристотелю. В эпоху Нового Времени и позже философия науки вместе с теорией познания становится одной из центральных проблем философии (Ф. Бэкон, Декарт, Лейбниц, Кант, Гегель и др.). Как *особое направление, философия науки* формируется в XIX в. в трудах У. Уэвелла, Дж. С. Милля, О. Конта, Г. Спенсера. Этот период актуализации интереса к науке был связан с ростом социальной значимости научного труда, становлением дисциплинарно организованной науки, дифференциацией «наук о природе» и «наук о духе», исследованием психологических и индуктивно-логических процедур эмпирического познания.

*Второй этап* динамики философии науки (1900–1920) связан с осмыслением революционных открытий на рубеже XIX – XX вв., формированием теории относительности и квантовой механики, радикальным пересмотром оснований науки со стороны как философов, так и ученых (Э. Мах, М. Планк, А. Пуанкаре, А. Эйнштейн, В. Гейзенберг и др.).

*Третий этап (1920-1940)* – «аналитический» был инициирован идеями раннего Л. Витгенштейна и программой анализа языка науки, разработанной классическим неопозитивизмом (Венский кружок и Берлинская группа – М. Шлик, Р. Карнап, Ф. Франк, Г. Рейхенбах и др.). Ставится задача создания унифицированной науки по образу математического естествознания, с

помощью логических методов проясняется отношение между эмпирическим и теоретическим уровнями знания и т.п.

*Четвертый этап (1940–1950)* позднего неопозитивизма связан с критикой догм эмпиризации, тщательным изучением логики научного объяснения, исследованием вопроса редукции теорий и построения моделей структуры научных теорий (У. Куайн, Э. Нагель, Г. Гемпель, П. Бриджмен и др.). Расширяется проблемное поле философии науки, предметом исследования становится история, исторический закон и т.д. Оформляется концепция логики научного исследования К. Поппера с разграничением контекста открытия и контекста обоснования, демаркацией науки и метафизики, методом фальсификации и теорией объективного знания. Усиливается критика основных догм неопозитивизма, особенно с выходом работы У. Куайна «Две формы эмпиризма», переводом книги К. Поппера «Логика научного исследования», работ Т. Куна, М. Полани.

Следующий – *постпозитивистский этап* в развитии философии науки примечателен дискуссией между представителями «исторической школы» и «критического реализма». Философия науки превращается на этом этапе в междисциплинарное исследование. Обсуждаются проблемы реконструкции исторической динамики научного знания, эвристической роли метафизики в развитии науки, неустранимости социокультурных детерминант научного познания (М. Полани, С. Тулмин, Т. Кун, И. Лакатос, Дж. Агасси, П. Фейерабенд и др.). Возникает взаимовлияние философии, ряда естественнонаучных дисциплин, социальной психологии и когнитивной социологии науки.

*Начиная с 1960-х гг.* проблематика философии науки существенно обновляется, возрождается интерес к философским измерениям науки, смещается акцент от проблем структуры научного знания к проблемам его роста, социокультурной детерминации, истории научных открытий, соотношению научной и других типов рациональности, выявлению мировоззренческих и социальных проблем науки (В.С. Степин, В.С. Швырев, В.Н. Порус и т.д.).

*В 1970–1980 гг.* намечается тенденция к распространению наработанных в рамках естествознания моделей на анализ социальных и гуманитарных наук. Наряду с активно развивающимися философско-методологическими исследованиями исторической науки, целенаправленно развиваются методология экономической науки, психологии, социологии, социальной антропологии, юридической и политической наук.

### **Специфика методологии естественнонаучного знания: от классики к современной науке**

*Методология естественнонаучного познания* – тип рационально-рефлексивного знания, направленный на изучение, совершенствование и конструирование методов познания мира в естествознании, выявление

механизмов становления и функционирования нового научного знания, его философской и социокультурной детерминации, обоснования этико-гуманистических приоритетов, междисциплинарных стратегий и прогнозов развития<sup>1</sup>.

Как особая отрасль, методология естествознания начинает оформляться в XVII в. благодаря исследованиям Ф. Бэкона и Р. Декарта, специально изучавшим методы научного познания и являющимся основоположниками соответственно эмпиризма и рационализма. Значительный вклад внесли в разработку методологических проблем Т. Гоббс, И. Ньютон, Г.В. Лейбниц, И. Кант. В этот период методология научного познания, как и само научное познание, еще не выделились из философии.

В первой половине XIX в. происходит становление дисциплинарного естествознания, оно полностью отделяется от философии, становясь самостоятельной областью познавательной деятельности. К середине XIX в. начинают формироваться основы специализированной методологии естественных наук (Дж.Ст. Милль, У. Уэвелл, У. Джевонсон и др.).

В конце XIX – начале XX вв. важную роль в становлении методологии естественных наук сыграл позитивизм (второй его этап – эмпириокритицизм, связанный с осмыслением новых открытий в науке).

Создание специальной и общей теории относительности, квантовой механики инициировали в 1920-х гг. глубинный методологический анализ естественных наук, закономерностей их развития, специальных методов познания (А. Эйнштейн, Н. Бор, М. Борн, В. Гейзенберг и др.) привели к формированию аналитической философии и «третьему позитивизму» – неопозитивизму.

В 1960-х гг. большой интерес возникает к концепциям социальной детерминации естественнонаучного знания, для которых характерна антиметодологическая направленность (Т. Кун, П. Фейерабенд).

В рамках так называемой познавательной методологии науки вместе с тем возникли концепции, оказавшие существенное влияние на современную методологию науки (концепция «парадигм» Т. Куна, методология научно-исследовательских программ И. Лакатоса и др.).

В рамках методологии естественных наук выявляются такие проблемы, как специфика естественнонаучного познания, объекта и субъекта познания, методов познания, осуществляется анализ фундаментальных методологических принципов научного познания.

*Методологические принципы*, будучи ядром научного метода, представляют собой общие требования, предъявляемые к содержанию, структуре и способу аргументации научного знания, регулирующие,

---

<sup>1</sup> Берков В.Ф. Философия и методология науки. Мн., 2004. С. 5, 15–18, 57–78.

направляющие и ориентирующие научную деятельность. К числу методологических принципов естественнонаучного познания относятся:

- принцип подтверждаемости (принцип верификации);
- принцип фальсифицируемости (опровергаемости);
- принцип наблюдаемости;
- принцип простоты (направлен против произвольного размножения гипотетических сущностей – «бритва Оккама»);
- принцип соответствия, утверждающий, что старые, вполне обоснованные теории не вступают в непосредственное противоречие с новыми, более прогрессивными теориями, а выступают в роли частных случаев последних;
- принцип инвариантности (симметрии);
- принцип системности (согласованности);
- принцип дополнительности (предложен Н. Бором при интерпретации квантовой механики: для полного описания квантово-механических объектов нужны два взаимоисключающих («дополнительных») класса понятий классической и неклассической механики; применим не только в физике, но имеет более широкую методологическую значимость – в психологии, при использовании интроспективного наблюдения, в культурологии, при интерпретации диалога культур и т.д.).

В зависимости от специфики научного познания, исторического развития науки, ее возможностей проникать в тайны мира, выделяют следующие типы исследуемых систем:

- малые (простые) системы;
- большие (сложные) саморегулирующиеся системы;
- сложные саморазвивающиеся системы<sup>2</sup>.

*Образцами малых (простых) систем* выступают механические системы. В технике – это машины и механизмы эпохи первой промышленной революции и последующей индустриализации: паровая машина, двигатель внутреннего сгорания, автомобиль, различные станки и т.д. В науке – объекты, исследуемые механикой. Образ часов, как простой механической системы, был доминирующим в науке XVII–XVIII вв. и первой половины 19 в. (мир устроен как часы, которые однажды завел Бог, а дальше они идут по законам механики).

Для описания простых систем достаточно исходить из того, что совокупность свойств их отдельных частей исчерпывающе определяет свойства целого, т. е. часть внутри целого и вне целого обладает одними и теми же свойствами, связи между элементами подчиняются лапласовской причинности. Пространство и время предстают как нечто внешнее по

<sup>2</sup> См. подробнее: Степин В.С. Саморазвивающиеся системы: новые стратегии деятельности // Вестник Российского философского общества. 2003. № 2. С. 14–29; Он же. Теоретическое знание. М., 2000.

отношению к таким системам, состояния их движения никак не влияют на характеристики пространства и времени. Все эти категориальные смыслы составляют своеобразную матрицу описания механических систем, которые выступали образцами малых (простых) систем.

*Большие системы* обладают новыми характерными признаками. Они дифференцированы на относительно автономные подсистемы, в которых происходит массовое, стохастическое взаимодействие элементов. В системе существует особый блок управления, прямые и обратные связи между ним и подсистемами, что обеспечивает целостность системы. В *технике* – это станки с программным управлением, заводы-автоматы, системы управления космическими кораблями, автоматические системы регуляции грузовых потоков с применением компьютерных программ и т.п. В *живой природе и обществе* – это организмы, популяции, биогеоценозы, социальные объекты и т.д.

Специфические характеристики в больших саморазвивающихся системах приобретают категории целого и части, причинности и др. Целое уже не исчерпывается свойствами частей, возникает системное качество целого. Часть внутри целого и вне его обладает разными свойствами.

Причинность здесь не может быть сведена к лапласовскому детерминизму (имеет ограниченную сферу применения) и дополняется идеями «вероятностной» (с учетом стохастического характера взаимодействий в подсистемах) и «целевой причинности» (действие программы саморегуляции как цели). Новые цели возникают и в пространственно-временных описаниях. Например, в ряде ситуаций, наряду с представлениями о внешнем времени, вводится понятие «внутреннего времени» (биологические часы и биологическое время, социальное время).

*Сложные саморегулирующиеся системы* – это тип системных объектов, характеризующийся развитием, в ходе которого происходит переход от одного типа саморегуляции к другому. Здесь существует иерархия уровневой организации элементов, способность порождать в процессе развития новые уровни, которые оказывают воздействие на ранее сложившиеся, перестраивая их. В результате система обретает новую целостность, формирует новые подсистемы. Перестраивается блок управления, возникают новые параметры порядка, новые типы прямых и обратных связей. К саморазвивающимся системам (в терминологии В.С. Степина – «человекомерным» объектам, в которые включен сам человек) относятся современные компьютерные сети, «глобальная паутина» Internet, все социальные объекты, рассмотренные с учетом их исторического развития и статуса, роли человека в них.

При формировании новых уровней организации происходит перестройка прежней целостности, появление новых параметров порядка, что требует для описания таких систем включения новых смыслов в

категории части и целого, причинности. Категория причинности связывается с представлением о превращении возможности в действительность. Целевая причинность, понятая как характеристика саморегуляции и воспроизводства системы, дополняется идеей направленности развития, которую не следует толковать как фатальную предопределенность. Случайные флуктуации в точках бифуркации формируют структуры, которые ведут систему к некоторому новому состоянию и изменяют вероятности возникновения других ее состояний.

Новые характеристики в саморазвивающихся системах приобретают категории пространства и времени. Появление новых уровней организации сопровождается изменением ее внутреннего пространства-времени.

Магистральной линией *науки Нового времени*, специфицирующей сущность происходящей в ней научной революции, становится наметившийся еще в античности (у Аристотеля) процесс преодоления дихотомии мира идеализированных конструкций и эмпирического материала и проявившийся в поздней схоластической логике в виде отдельных разработок индуктивной методологии, а также в эпоху Возрождения – в ориентации на опытное изучение природы. Причиной тому были не только когнитивные процессы, происходящие в это время в науке, покидавшей «башню из слоновой кости» и нацеленной на предметно-преобразующую деятельность, но и социокультурные предпосылки. *Наука, обретая собственную независимость, вместе с этим, а может быть и в силу этого, выходила за рамки абстрактно-теоретических построений, расширяла возможности дедуктивной аргументации, обогащалась прагматическими параметрами и измерениями.*

В исследованиях Галилея, рассматривающего опыт, наблюдение, эксперимент с природными явлениями как самое надежное средство отыскания истины, четко выступает *новая ценностно-мировоззренческая установка экспериментально-математического естествознания, обусловившая пересмотр идеалов обоснования научного знания.*

Для научной аргументации Галилея характерен *органический синтез точного целенаправленного эксперимента с количественно-математической обработкой данных опытного исследования, что становится эталоном естествознания конца XVI – начала XVII вв.* Природа, с его точки зрения, написана математическим языком, и чтобы понять ее, необходимо сначала изучить ее язык и знаки – треугольники, круги, шары, конусы, окружности и другие математические фигуры.

Внутренний синтез эмпирического и рационального, исследование эмпирически постижимых явлений с точки зрения бесконечности произошел в индуктивистской «физике принципов» И. Ньютона, в его «Математических началах натуральной философии». Ньютон, по словам А. Эйнштейна, *не только создал гениальные методы, он в совершенстве*

*владел всем известным в его время эмпирическим материалом и был исключительно изобретателен в нахождении математических и физических доказательств.* С помощью математического мышления Ньюто́ну удалось логически подойти к количественному, согласующемуся с опытом описанию закономерностей природы. Природа выступила как единая стройная система, в которой все взаимосвязано, и эта зависимость описана математическими выражениями.

*Идеал классической науки, который воплощен в концепции Ньютона в наиболее «чистом» виде, Ампер выразил следующим образом: начать с наблюдения фактов, изменять, по возможности, сопутствующие им условия, сопровождая эту первоначальную работу точными измерениями, чтобы вывести общие законы, основанные всецело на опыте, и в свою очередь вывести из этих законов, независимо от каких-либо предположений о природе сил, вызывающих эти явления, математическое выражение этих сил.*

Однако, несмотря на высокий уровень теоретичности, на строгую логико-математическую аргументацию, в которой содержались и элементы наглядности, аналогии, примеры, рассчитанные на восприятие научных положений широкой публикой, а также на наличие отвечающих духу времени теологических аргументов, согласно которым бог «присутствует всегда в самих вещах» и мир не мог возникнуть из хаоса только по законам природы, но создан по «замыслу разумного агента», а также на согласие ньютоновских вычислений с астрономическими наблюдениями, т.е. *несмотря на то, что теория тяготения была доказана, она у многих вызывала сомнения и была принята научным сообществом далеко не сразу. Причиной этому были инертность и мировоззренческих убеждений и когнитивных идеалов «внешнего оправдания» и «внутреннего совершенства»,* ибо строго математический анализ астрономических опытных фактов не признавался еще научным сообществом гарантией надежности логического хода рассуждений.

Потребовалось более полстолетия, чтобы «приручить» научные академии, в том числе и Парижскую академию наук, к «притяжению», к признанию того, что Ньютон своим законом тяготения создал научную астрономию, разложением света – научную оптику, теоремой о биноме – научную математику и познанием природы сил – научную механику.

Сформированные классической наукой приоритеты научного знания определили его развитие вплоть до научной революции конца XIX – начала XX в. Однако уже во второй половине XIX столетия возникает необходимость пересмотра ряда методологических принципов и установок классической науки, в связи с открытием закона сохранения и превращения энергии, разработкой термодинамики и электродинамики.

Синтез динамики и термодинамики требовал перехода от микроскопического уровня к макроскопическому, к формированию такого

типа обоснования, который бы позволил обобщить физику движения и траекторий, распространив ее на системы, описываемые термодинамикой. *Впервые такой подход осуществил Больцман, который использует в своем исследовании теорию вероятности поведения сложных систем, состоящих из определенного количества частиц.* Не удивительно, что статистическое обоснование Больцманом второго начала термодинамики как одного из самых общих законов физики, толкование его с точки зрения вероятности и случайности, *абсолютно не вписывалось в традиционную парадигму со строго заданными параметрами, казалось неприемлемым, непонятным для большинства ученых.* Статистическую механику Больцмана воспринимали не более как измышления «математического террориста», и только в конце XIX в. работы Больцмана в этом направлении привлекли внимание и вызвали научную дискуссию.

Характерно, что впервые существование объективных статистических законов было выявлено не в естественнонаучной области, а в экономической науке. К. Маркс, оценивая заслугу бельгийского ученого, астронома, физика и статистика Кетле, который в своих трудах по статистике подвергал статистическому исследованию различные стороны общественной жизни, писал о том, что он доказал, что даже кажущиеся случайности общественной жизни, вследствие их периодической возобновляемости и периодических средних цифр, обладают внутренней необходимостью. Открытие Марксом и Энгельсом объективных экономических законов, отличающихся от известных физических законов, не могло, конечно, изменить отношение физиков к статусу законов механики, где не было места случайности. Гармония, безраздельно царящая в мире звезд и земли, образцовый порядок и определенность, строгая заданность и предсказуемость распространялись и на понимание закономерностей развития человеческого общества.

С необходимостью пересмотра методологических принципов и установок классической науки, критического отношения к традиционным представлениям о методах и средствах познания, гипотез, роли математики и фактов науки *Максвелл столкнулся при формировании теории электромагнитного поля.* Хотя он до конца жизни надеялся «привести электрические явления к области динамики» и стремился найти «механический образ» для описания изучаемых явлений, все же в своем творчестве *Максвелл выходил за рамки классической парадигмы, не считал, что с механикой Ньютона раз и навсегда установлен правильный путь познания, и постоянно обнаруживал эвристический новаторский подход.* Физические исследования, писал он, постоянно обнаруживают перед нами новые особенности процессов природы, и мы вынуждены находить новые формы мышления, соответствующие этим особенностям. По сравнению со своими предшественниками, которые утверждали, что естественные науки, опираясь на опыт, продвигаются своим собственным

путем, Максвелл *переоценивает и отношения физической науки с философией*, подчеркивая, что «в нашей повседневной работе мы приходим к вопросам того же рода, что и метафизики». В основе своей теория электромагнитного поля, созданная Максвеллом, не вписывалась в механистическую картину мира и в значительной мере способствовала ее пересмотру.

Таким образом, с разработкой теории поля происходит постепенное размытие классических идеалов научного знания. Трансформируются различные ее виды, демонстрируя недостаточность ранее доминирующих механического объяснения, непосредственной проверки и подтверждения теоретических положений, особое значение приобретает интерпретация в результате использования гипотетических моделей и математической гипотезы.

Становление дисциплинарного естествознания в конце XVIII – первой половине XIX вв. сопровождалось перестройкой механической картины мира, наработкой новых способов аргументации в различных отдельных областях науки, что приводило затем к интеграции этих методов и обогащению науки в целом. Идеалы эволюционного объяснения, формирующиеся в биологии и геологии, механизмы химических превращений, раскрывающие «внутреннюю механику» атомов, свидетельствовали о сложности материального мира, который нельзя уже было объяснить, опираясь лишь на законы механики. Если на первых порах редукция к механическим представлениям всех других областей естество- и обществознания была оправданной и необходимой, то уже в первой половине XIX в. вследствие становления дисциплинарного естествознания происходит обратный процесс, характеризующийся трансляцией наработанных в отдельных областях способов обоснования научного знания и их интеграцией.

Такой сложный процесс взаимообогащения и интеграции научного знания прослеживается на примере развития *экспериментальной, а позже физической химии*. Для того чтобы химические концепции этого времени были приняты научным сообществом и вписаны в культуру, они с необходимостью должны были первоначально опираться на господствующее механистическое мировоззрение. Именно в его рамках строились объяснения, давались определения используемых понятий, осуществлялась интерпретация химических явлений. Только в этом случае они понимались и принимались научным сообществом.

Постепенно становилось ясно, что «внутренняя механика» атомов содержит в себе такие предпосылки, которые в состоянии привести к разрыву классической механики с многообразным и сложным миром химических процессов, демонстрируя тем самым, что «аксиомы механики» не столь всемогущи в «рассуждениях химических». С помощью

механистических аргументов «интимная сторона» внутреннего распределения вещества не раскрывалась.

По мере раскрытия механизма химических превращений, все очевиднее становилось, что во внутренней структуре атомов содержался тот «камень преткновения», который разрушал мост, соединяющий классическую механику со сложным миром химических явлений. Свет небесной механики и молекулярно-кинетической теории не способен был проникать в «кладовую» атома.

Таким образом, «величественный период» классической науки, завершившийся становлением дисциплинарного естествознания, формированием термодинамики и электродинамики, развитием химии, биологии, геологии, физической химии, экономической статистики и других областей, привел к пересмотру традиционных идеалов научного знания. Прежде всего, происходит явный отход от безусловной необходимости классической схемы обоснования «если... то...», значимой для механических процессов, где начальные условия задают строго детерминированный, предсказуемый, однозначный результат. Высказанная еще Эпикуром мысль об отклонении атома от прямой линии, его «свободе», необратимом характере развития, получает естественнонаучное обоснование благодаря развитию термодинамики, статистической физики, становлению обществознания.

*Для понимания и принятия научных положений приходилось прибегать к философскому анализу статуса различных познавательных процедур и методов научно-познавательной деятельности, а также к прагматически-технологическим, «производственным» средствам и аргументам для обоснования отстаиваемых концепций.* Высокоразвитая классическая наука подводила ученых к изучению тайн микромира, к революционной ломке общих представлений, понятий, способов обоснования. Этому способствовали великие открытия на рубеже XIX–XX вв.

Радикальные изменения, происходящие на рубеже XIX–XX вв. в науке, сопровождались изменениями в духовной культуре, философских основаниях научного познания, революционными открытиями в различных областях, что приводило к сильнейшей ломке классического рационализма. *Переход к неклассической науке был подготовлен всем ее предшествующим развитием, где в процессе становления дисциплинарного естествознания зарождались нетрадиционные идеалы научного знания, включались идеи развития, необратимости, случайности, непредсказуемости.*

*Важнейшую роль в развитии теоретической науки играет, согласно Эйнштейну, работа по обоснованию научных понятий.* Для создания такой системы необходимы философский и естественнонаучный анализ оснований классической механики и «большой авторитет» ее понятий, что и

отличает подход Эйнштейна к формированию научного знания. По сути дела, теория относительности родилась в недрах теории электромагнитного поля Максвелла, представляющей собой как бы переходный мостик от классической к релятивистской науке. Сам Эйнштейн отмечал, что своими истоками специальная теория относительности обязана главным образом максвелловской теории электромагнитного поля. Он отмечал, что теория относительности является «не более чем следующим этапом развития теории поля», а свою работу, где излагалась специальная теория относительности, исходя из уравнений Максвелла, Эйнштейн назвал «К электродинамике движущихся тел». Самым увлекательным предметом во времена моего учения, – вспоминал Эйнштейн, – была теория Максвелла. Переход сил дальнего действия к полям, как основным величинам, делал эту теорию революционной.

*Поиск операционального статуса понятий пространства и времени, их экспериментальное обоснование и эмпирическая интерпретация* явились для Эйнштейна определяющей установкой при создании теории относительности. В классической физике, считает Эйнштейн, недостаточная обоснованность понятий пространства и времени была не только исторически неизбежна, в силу низкого уровня экспериментальной деятельности, но и в некотором смысле необходимой, поскольку, не обнаружив неадекватность этих понятий природным явлениям, дала возможность создать классическую механику.

*Операциональные приемы установления физического смысла понятий пространства и времени классической механики и оптики, с помощью линейки, циркуля, маятника, оптических процедур и т.д., оказались неприемлемыми и неприменимыми к процессам, протекающим со скоростями, близкими к скорости света.*

Специфический подход Эйнштейна при формировании специальной теории относительности, выразившейся в синтезе философской и естественнонаучной аргументации, в поиске операционального статуса научных понятий, их философского обоснования, методологического и логического анализа, ибо теория относительности «сделала неизбежным методологический анализ основных понятий», во включении субъекта («наблюдателя») в структуру познавательной деятельности, проявился и в процессе построения общей теории относительности.

Механизмы формирования общей теории относительности демонстрировали собой, что *теоретическое знание вступает в качественно новый этап, означающий, что опыт и наблюдение не являются единственным пунктом в создании фундаментальной теории.* Принцип эквивалентности, который лег в основу ОТО, не был выведен из опыта, да, по сути дела, и не был «навеян» им. Неотразимая аргументация Эйнштейна при обосновании принципа эквивалентности показывала, что

*логического пути вывода фундаментальных понятий теории из наблюдения не существует.*

Традиционный путь построения фундаментальных теорий, соответствующий классической модели Милля, когда посредством индуктивных обобщений множества отдельных наблюдений и факторов создается логическая конструкция, не срабатывал при описании новой области. Как отмечал Эйнштейн в «Автобиографических заметках», он вынужден был прибегнуть к «акту отчаяния», означавшему иной путь построения «теорий-принципов» – как бы *«сверху» по отношению к опыту, через «открытие всеобщего формального принципа».*

Несмотря на то что индуктивного метода, ведущего от опыта к фундаментальным понятиям, не существует, в соответствии с чем в определениях понятий неизбежен момент изобретательности, конвенции и некоторой логической произвольности, *все же дефиниции связаны с наблюдаемыми величинами посредством операциональных определений.*

Наряду с теорией относительности, эпохальным открытием, решительно изменившим наши представления о науке, культуре, о способах познания объективного мира, явилось создание квантовой теории. Уже первый этап квантовой теории, «доборовский», связанный с открытием в 1900 г. Планком гипотезы квантов, определил специфику научного поиска в этой области. Постоянная Планка требовала пересмотра классических представлений о координатах и импульсах, обнаруживала недостаточность сферы влияния классической механики и, как и в случае формирования теории относительности, обусловила необходимость философского обоснования возникающей теории, ее оснований, «обнажая» проблему статуса научных понятий классической механики в новой области.

Попытки обосновать главную гипотезу о передаче энергии конечными порциями на основе классических представлений не приводили к положительным результатам. Неслучайно гипотезу о квантах первоначально называли эвристической, рабочей гипотезой, математическим приемом.

Второй период в развитии квантовой теории, связанный с обнаружением непреодолимых противоречий с электромагнитной картиной мира, с исследованием фотоэлектрического эффекта и открытием «квантов света», способствовал более адекватному восприятию, пониманию и принятию «квантов действия». Введя представление о квантах света, Эйнштейн придал новое содержание гипотезе Планка, показывая, что в неявном виде он использует гипотезу световых квантов.

Именно с этим периодом развития квантовой механики связано формирование новых приоритетов методологического сознания, без которых невозможно представить современную науку, перестройку физической картины мира, философское переосмысление проблемы

корпускулярно-волнового дуализма, причинности, субъект-субъектных отношений, наглядности, формирование принципа дополнительности, направленного на обеспечение понимания и вписывания нового знания в культуру. *Проблема обоснования квантовой механики обнаруживала и формировала механизмы связи научного знания с контекстом культуры.* Через семантическую и эмпирическую интерпретацию, через поиск соответствующего наглядного образца частицы в физической картине мира, который и сейчас нельзя считать законченным, через развитие механизмов связи уравнений с опытом происходило развитие квантовой теории.

Первой последовательной теорией атома, объяснившей его устойчивость, демонстрирующей отказ от классической схемы обоснования научного знания со строго заданными параметрами и однозначностью, от модельных представлений происходящих в атоме процессов, от понятия динамической траектории и вместе с ним от детерминистского описания траектории, была *матричная механика Гейзенберга*. В дальнейшем *Борн и Йордан развили основные принципы Гейзенберга и показали, что с математической точки зрения переход от классической к квантовой механике заключается в замене обычных чисел и действий над ними матрицами*, представляющими собой таблицы дискретных величин, для которых определены свои операции сложения и умножения, непохожие на правила действий с обыкновенными числами.

Всего полгода спустя *Э. Шредингер создал еще одну, волновую механику*, которая также убедительно объясняла строение атома. Необычайно быстро созданный математический аппарат квантовой механики, благодаря работам В. Гейзенберга, М. Борна, Луи де Бройля, Йордана Эрвина, Э. Шредингера, прямое экспериментальное подтверждение квантовой механики, а также широкое применение новой теории для объяснения основных спектральных закономерностей и построения с ее помощью более совершенных теорий электропроводимости, твердого тела, магнетизма и др., не снимали, а наоборот, заостряли проблему *поиска физической интерпретации квантовой механики*. Она оставалась неполной, ибо и смысл используемых величин и символов, операций и соотношений между ними оставался неясным. Необходим был период, как говорил Гейзенберг, «прояснения формальных основ».

К таким физикам, которых не устраивала ни формальная интерпретация квантовой механики, предложенная Гейзенбергом, ни «модельная» интерпретация Шредингера, в которой функция наглядно представлялась как электронное облако, принадлежал *Макс Борн*. Он предложил *вероятностную интерпретацию квантовой механики*. Подобно тому, как в свое время статистическая механика Больцмана не встретила понимания и принятия со стороны его современников,

вероятностная интерпретация квантовой механики не была принята многими физиками, среди которых были Эйнштейн, Шредингер, Планк, из-за приверженности к «полному» детерминистическому описанию.

Неклассическая наука получала еще один пример того, *что логически и математически четко обоснованная теория не приводит к «немедленному» ее восприятию научным сообществом из-за приверженности к традиционным представлениям и стереотипам. Немаловажную роль в таком «неприятии» играют и этические аргументы.* Вероятностный язык «правильной» теории квантовой механики был во многом неприемлем из-за господствующих в обществе, восходящих к Спинозовским идеалам представлений об абсолютном детерминизме природы и теории, внутренней гармонии и определенности, декартовским критериям ясности и отчетливости, непротиворечивости и полноты научного знания.

Сформулированный в 1927 г. В. Гейзенбергом принцип неопределенности фактически объяснял вероятностный характер квантово-механических расчетов, выражал невозможность получения точной однозначной информации о положении и скорости микрообъекта: нельзя одновременно и в то же время точно определить положение атомного объекта и длину его волны (т.е. уточнение при измерении координаты электрона ведет к уменьшению точности в определении его амплитуды).

Существенное углубление и уточнение предпринятого Гейзенбергом анализа квантово-механических связей было осуществлено *Н. Бором в его интерпретации квантовой механики, в результате чего был сформулирован принцип дополнительности.* Эту идею, принесшую обновление квантовой механики, «ставшую поворотной точкой человеческого познания и необратимо изменившую наши интеллектуальные перспективы как в науке, так и в других областях культуры», Н. Бор сформулировал в сентябре 1927 г. во время Международного физического конгресса в итальянском городке Комо.

Через принцип дополнительности Н. Бор проводит фундаментальную идею о том, что постклассическое развитие физики предполагает неизбежное обращение к понятиям классической физики. Без использования классических понятий в квантовой механике обойтись невозможно, ибо полученные результаты исследования должны быть поняты и сообщены другим людям.

Принцип дополнительности четко задавал условия квантово-механического измерения, при соблюдении которых невозможно было отвлекаться от экспериментальных средств, в которых эти явления наблюдаются. *Если в рамках классической схемы измеряемый объект жестко отделялся от прибора в процессе измерения, так как всегда можно было учесть условия его воздействия на прибор, то описание*

*квантовых объектов включало существенное взаимодействие их с приборами, «относительности к средствам наблюдения» (В.А. Фок).*

Таким образом, неклассическая наука наработала такие приоритеты методологического сознания, которые основывались на включении субъекта в структуры социальной и познавательной деятельности, на невозможности элиминации самой деятельности из основных понятий и выводов, на учете средств наблюдения изучаемых явлений и объектов, операциональной определенности теоретических понятий, единстве «определенности» и «измеримости», доказательности и конструктивности изучаемых теоретических объектов, привлечении вероятностных, статистических методов, категорий многомерности, альтернативности, поливариантности и гибкости. С особой силой они заявляют о себе в современной науке в связи с постижением сложных и сверхсложных систем.

Механизмы, трансформирующие идеалы современного научного знания, особенно интенсивно входят в науку во второй половине XX столетия через разработку *концепции ноосферы, идей нелинейной, «сильно неравновесной» термодинамики (школа И. Пригожина), синергетики, современной космологии, развитие системных и кибернетических подходов, идей глобального эволюционализма, так называемого «антропного космологического принципа».* Рассмотрим некоторые из этих концепций, чтобы выявить гуманитарно-ценностные ориентации и границы современной науки.

Вхождение «человекоцентристских» аргументов четко наблюдается прежде всего в *концепции ноосферы В.И. Вернадского, основанной на идее целостности человека и космоса,* а также целостности современной науки, в которой стираются грани между ее отдельными областями и происходит специализация скорее по проблемам, чем по специальным наукам. В 1926 г. в «Мыслях о современном значении истории знаний» Вернадский писал о том, что «XX век вносит со все увеличивающейся интенсивностью уже коренные изменения в миропонимание нового времени», что это время интенсивной перестройки нашего научного миропонимания, нас самих и окружающего, в искании смысла бытия. Эти процессы, связанные с революционными изменениями и открытиями в физике, химии, астрономии, изменяют не только наши представления о материи, энергии, пространстве и времени, но означают и особый перелом, скачок научного творчества и в другой области – «понимании положения человека в научно создаваемом строе мира»<sup>3</sup>.

В соответствии с этим *идея господства над природой, рассмотрение ее как независимого от человека объекта, с необходимостью сменяется идеей гармонизации человека и природы, человека и космоса,*

---

<sup>3</sup> См.: Вернадский В.А. Размышления натуралиста. М., 1977. С. 24.

*возрастанием ответственности человечества перед последующей эволюцией Земли во имя выживания и быстрого достижения ноосферы на всей планете и во всех областях.*

Во многом учение Вернадского о ноосфере обязано наследию «русского космизма», в котором ярко и убедительно выразались гуманистические ценности, лежащие в самих истоках европейской цивилизации. Уже во второй половине XIX в. многие представители русской мысли улавливали разрыв между рациональным, «холодным» видением мира и бытием человеческого «Я», который силой возрождения гуманистических традиций пытались преодолеть и в области художественной литературы (Н. Гоголь, Ф. Достоевский, Л. Толстой), и в рамках естественнонаучного поиска, посредством построения целостных системных моделей (периодическая система Д.И. Менделеева; учение И. Сеченова, в котором человек выступает в единстве психического, физического и окружающей среды; научно-технические проекты Циолковского о выходе человека в космос и регуляции природных стихий; учение о единстве Земли и Космоса А.Л. Чижевского и др.), и в философской традиции (альтернативный рационализму, возрождающий гуманистические европейские традиции призыв к построению общей картины мира И. Киреевского, идеи о «регуляции природы» и земно-космической взаимосвязи Н.Ф. Федорова).

Современная наука обогащает учение о ноосфере новыми данными астрофизики и космологии, что позволяет рассматривать представления Вернадского о возникновении жизни и разума на Земле как результат самоорганизации материи во всей Вселенной, т. е. космического процесса, в котором человеческий разум становится основным фактором его развития, детерминируя возможность наступления эпохи ноосферы.

Доминирующие в науке длительное время представления о принадлежности самоорганизации лишь живым системам постепенно утрачивали свои позиции под напором накопленных фактов, свидетельствующих о возникновении порядка из хаоса, новых структур и самоорганизации при определенных условиях и в неорганических системах. В настоящее время рассматриваются различные сценарии самоорганизации в широком классе неравновесных физических, химических, биологических и социальных систем: в физике (гидродинамика, лазеры, нелинейные колебания); в электротехнике и электронике; в химии (реакция Белоусова-Жаботинского); в биологии (морфогенез, динамика популяций, эволюция новых видов, иммунная система); в общей теории вычислительных систем, в экономике, экологии, социологии.

Новую дисциплину, в которой исследуется совместное действие многих подсистем самой различной природы, в результате которого

возникает структура и соответствующее функционирование, Г. Хакен (1978 г.) предложил назвать синергетикой.

Важнейшими характеристиками самоорганизующихся систем являются их *нелинейность, стохастичность (непредсказуемость), наличие большого числа подсистем, открытость, необратимость (неповторимость)*.

При исследовании поведения сложноорганизованных саморазвивающихся систем необходимо учитывать, что:

1. Переход от прошлого к будущему (проявление «стрелы времени» и необратимости), процесс самоорганизации материи осуществляется через достаточное проявление случайности и переход от неустойчивости к устойчивости, «порядку».

2. В состояниях, когда прежний порядок и основанная на нем структура достаточно «расшатаны» и система далека от равновесия, даже очень слабые флуктуации или возмущения способны усиливаться от сильной и мощной волны, способной разрушить старую сложившуюся структуру. Флуктуации определяют глобальный исход эволюции системы.

3. Детерминизм в таких неравновесных системах проявляется лишь в отдельных случаях в противовес рациональной модели динамики, где детерминизм представляется неизбежным следствием. Совместное действие стохастических и детерминированных «сил» («случайность» и «необходимость») переводит системы из исходных состояний в новые, определяя при этом, какие именно новые конфигурации реализуются.

4. В рамках данного подхода, несомненно, возникает потребность в *пересмотре сложившихся идеалов научного знания*. Это связано не только с признанием *неотъемлемости таких понятий, как вероятность, неопределенность, плюрализм, многовариантность, непредсказуемость* и т. д. при формулировке доказываемых в науке положений и привлекаемых для этих целей аргументов, но и с изменением формы отношений между доказываемой мыслью и мыслями, с помощью которых обосновывается истинность и приемлемость аргументируемого тезиса, т. е. *меняется само понятие логического следования*. Эта форма связи становится более гибкой, многоплановой, «релевантной», исключая строго однозначный подход, поскольку появляется *«веер возможностей» развития системы в точках бифуркации*, когда система теряет стабильность и способна развиваться в сторону многовариантных режимов функционирования.

5. Несмотря на то что в моменты, когда система теряет стабильность, нельзя обосновать и предсказать характер развития системы с «желаемой» точностью, тем не менее, *анализ причин усиления слабых флуктуаций до огромных, воздействующих на дальнейшее развитие системы, а также обоснование возможных вариантов развития «расшатанной» системы, далекой от равновесия, – вполне рациональный и необходимый акт*.

б. Предполагается также *оценочный анализ возникающих вопросов и возможных вариантов ответов на них*. Что произойдет, если ... какой ценой будет установлен порядок из хаоса, какие последствия вызовет такое слабое «воздействие» на систему, как... какова значимость того, что погибнет и что возникает, если ... – такого рода вопросы свидетельствуют *о необходимости отказа от позиции беспрекословной «манипуляции» и жесткого контроля над изучаемыми системами*.

«Свобода выбора», случайность являются неотъемлемыми спутниками сложных объектов, как бы скрепляющими их структуру.

Глубинные мировоззренческие переориентации в способах описания и аргументации научного знания, связанные с развитием учения о биологической эволюции и ноосфере, неравновесной термодинамики и синергетики способствовали возрождению в 60–70-е гг. XX столетия *принципа глобального, или универсального, эволюционизма*, посредством которого описываются закономерности эволюционного процесса – в неживой природе, живом веществе и в обществе. Язык глобального эволюционизма позволяет на современном этапе нарисовать некоторую целостную, непротиворечивую картину мира. Но самое главное, *через разработку принципа глобального эволюционизма, являющегося стержневой, фундаментальной, общей «конструкцией», происходит включение человека в эволюцию мирового процесса, что детерминирует глубокую мировоззренческую переоценку роли, места и сути современной науки, идеалов ее аргументации*<sup>4</sup>.

Дальнейшее развитие человеческой цивилизации представляется с этих позиций как *коэволюция человека и биосферы, не подчинение одного другому, а гармоничный процесс совместного развития*. Раскрывая суть принципа коэволюции, Н.И. Моисеев отмечает, что на определенной стадии развития общество уже нельзя понимать и изучать независимо, вне его связи с эволюцией природных процессов, так же как и человека – вне общества. Во имя выживания и благополучия человечества возникает необходимость в согласованности характера эволюции общества, производительных сил и природы. И если коэволюция, как характерная черта глобальной эволюции, реализуется на других уровнях механизмами естественной самоорганизации (приведя к образованию макротел, она «продолжается» как космическая эволюция, возникнув в рамках предбиологической стадии развития материи, макропроцессы и микроэволюция «разворачиваются» в рамках биологической формы движения, дополняя эволюцию окружающей среды), то согласованность параметров развития природы и общества может осуществляться только благодаря человеческому разуму.

---

<sup>4</sup> См.: Яскевич Я.С. Философия и методология науки. Вопросы и ответы. Мн., 2007. С. 465.

Концептуальные подходы о взаимосвязи и взаимообусловленности человека и Вселенной, синтез данных физики элементарных частиц, молекулярной биологии и космологии «молодой» Вселенной, привели к появлению «антропной аргументации» и «антропных аргументов», выявляя тем самым «параллель между историей Вселенной и ее логической структурой».

Сформулированный в 1973 г. В. Картером *«антропный космологический принцип»* предметом своего анализа делает условия реализации реальной истории, событий (которые в принципе могли бы и не осуществиться), если бы не было чрезвычайно «тонкой подгонки», «подстройки» численных значений универсальных физических параметров, и, в результате, не существовало бы физиков, способных размышлять над этими проблемами, т. е. речь идет о *происхождении и обусловленности системы законов Вселенной (номической ее структуры), определяющих ее строение и эволюцию.*

*«Антропная аргументация» и «антропные аргументы» по-своему «вдыхают» историю в процесс глобальной эволюции Вселенной,* ибо любая история, как подчеркивает И. Пригожин, должна отвечать условиям необратимости, вероятности, возможности появления новых связей.

Отказ от жестких средств обоснования научного знания, учет различных, действующих на систему, параметров и обращение к концепциям случайных, вероятностных процессов демонстрируют на современном этапе и многие медицинские дисциплины. Кризис советской клинической психиатрии, как отмечают некоторые исследователи, во многом объясняется «пристрастием» к линейному принципу, согласно которому каждая (психическая) болезнь должна включать единые причины, проявления, течение, исход и анатомические изменения (т. е. одна причина дает одинаковый эффект). Такая «жесткость» в формулировке тезиса (постановке клинического диагноза), как свидетельствует современная медицина, ничем не оправдана, ибо нельзя не учитывать тот фактор, что как неповторимы физические и духовные свойства отдельных индивидов, так индивидуальны проявления и течение болезни у отдельных больных.

Аргументация на основе «непогрешимого», «объективного», «непредвзятого» клинического метода, изложенная «без личного толкования», является несостоятельной не только с логической точки зрения, демонстрируя неадекватность претензий клинического метода на индуктивное выведение законов, ибо в данном случае, как справедливо указывает Н.А. Зорин, система постановки клинического диагноза представляет собой не что иное, как суждение по аналогии, или индуктивное доказательство, когда на основе повторяемости симптомов и синдромов конструируется представление о законе (нозологической форме), но и в морально-психологическом плане, поскольку лечение

адресуется не к личности, как декларируется клинической психиатрией, а к болезни, т. е. лечится «болезнь, а не больной».

Отход от однолинейности и жесткости, обращение к теориям случайных процессов, диссипативных структур приведет, как считают некоторые специалисты, к обновлению психиатрии, ибо понятие болезни будет вероятностным, а ее возникновение в ряде случаев – принципиально непредсказуемым. В психиатрии появится свобода воли в ее термодинамическом выражении, что повлечет за собой и изменение суждения о «норме» и болезни, к размыванию «границы» между нормой и болезнью широким спектром адаптационных реакций, а суждение о «нормальном» будет изменяться вместе с обществом и в зависимости от модели медицины.

Осознание чрезвычайной сложности и целостности объекта исследования ставит современную психиатрию перед необходимостью включения в ее аргументационную систему описаний различного уровня (биохимического, поведенческого, социального), подобно принципу дополнительности Н. Бора, гибкости и многовариантности в постановке диагноза болезни, ориентации на конкретного человека, во имя фундаментального принципа медицины – «лечить не болезнь, а больного», и избежания этических «перекосов» (гипердиагностики и, наоборот, презумпции болезни и т. п.).

В современной науке появились отчетливо выраженные реальные основания междисциплинарного синтеза знания. К ним можно отнести онтологические, методологические и аксиологические основания. Анализ человекоразмерных объектов невозможно осуществить в рамках одной научной дисциплины, только ее методами, поскольку любая отдельно взятая дисциплинарная онтология может задать лишь один срез объекта, но не в состоянии дать его целостное видение. Поэтому необходимо их анализировать не изолированно, а как часть более широкой, целостной системы, учитывая, что от манипулирования с этой частью зависит сохранение целостной системы. При изучении «человекоразмерных» объектов, которые становятся доминирующими в современном естествознании, поиск истины связан с гуманистическими ценностями и ориентирами.

В современной науке происходит трансформация идеала ценностно-нейтрального исследования. Объективное описание «человекоразмерных» объектов уже не только допускает, но имманентно предполагает включение аксиологических факторов в состав объясняющих положений. Возникает необходимость установления связей между внутренними ценностями науки и ценностями общесоциального характера. Если раньше аксиологические ориентации были имманентны лишь гуманитарному знанию, то в современной науке, в том числе и в естествознании, они приобретают универсальный характер. И эта общность ценностных

параметров тоже может служить основанием междисциплинарного синтеза.

В XX в. достаточно отчетливо обнаружилась новая тенденция взаимосвязи наук – интеграция естественнонаучного и социогуманитарного знания. Речь сегодня идет о взаимодействии биологического и социогуманитарного знания; взаимодействии, которое может повлиять на изменение в целом стратегии научного исследования и становление новых научных направлений<sup>5</sup>.

Взаимодействие биологического и социогуманитарного знания обнаруживает себя в становлении новых междисциплинарных направлений. Это касается, прежде всего, такого междисциплинарного направления, как *биофилософия*. Термин «биофилософия» стал использоваться приблизительно с 70-х гг. XX в. для обозначения самостоятельного научно-философского подхода, фиксирующего новый синтез биологического и философского знания. С точки зрения содержательного анализа, «биофилософия» *рассматривается как комплексная, междисциплинарная отрасль знания, вскрывающая проблемы Универсума через призму феномена жизни*. В структуре биофилософского знания выделяют два основных уровня. 1. *Фундаментальный уровень*, представленный философской рефлексией над жизнью, исследованием ее возникновения, места и роли в универсуме и позволяющий с достаточной отчетливостью проследить теоретическую связь биофилософии с естествознанием, философией науки, науковедением. 2. *Прикладной уровень*, представленный материально-практическим отношением к живой природе, выходом биофилософии в сферу объективирования содержания ее идей в этологии, биотехнологии, биоэнергетике и т.п.

Биофилософия в современном социокультурном пространстве выполняет *ряд функций*: гносеологическую, прогностическую, проектно-методологическую<sup>6</sup>. *Гносеологическая функция* биофилософии сопряжена с анализом структуры биофилософского знания и механизмов его получения, выявлением специфики субъект-объектных и субъект-субъектных отношений в развитии знаний о живом веществе и самой жизни. *Прогностическая функция* связывается с решением вопроса о будущем жизни, построением различных моделей развития будущей цивилизации. *Проектно-методологическая функция* биофилософии связана с социально-практическими и, прежде всего, с экологическими потребностями человека, т. е. с решением вопроса о том, как с помощью биофилософских программ выйти из кризисной экологической ситуации.

<sup>5</sup> Яскевич Я.С., Кузнецова Л.Ф., Барковская А.В. Современная наука: ценностные ориентиры. Мн., 2003. С.112.

<sup>6</sup> См.: Шаталов А.Т., Олейников Ю.В. К проблеме становления биофилософии // Биофилософия. М., 1997. С. 22.

Биофилософия, как фундаментальное междисциплинарное направление обеспечивает сегодня базу для оформления различных направлений, имеющих прикладной характер. Одним из таких направлений является *биополитика*. Этот термин используется с 60–70-х гг. группой политологов из США и ФРГ (Г. Шуберт, П. Корнинг, Х. Флор и др.) в различных значениях. *Первое значение*: термин «биополитика» используется для характеристики «биологических подходов, методов и данных в политологических исследованиях». Опираясь на результаты, полученные в этологии и социобиологии, биополитика преследует несколько определяющих целей: она ставит задачу *выяснения эволюционно-биологических корней человеческого общества и государственности*. При таком подходе полагается, что политическая система национального государства также является продуктом процесса эволюции, и это справедливо в той мере, в какой человек является эволюционирующим видом; биополитика выдвигает также задачу *исследования биологических основ и ограничения поведения индивидов и групп в политически важных ситуациях* (бунт, уличные шествия, избирательные кампании и др.); не менее актуальным с позиций биополитики является изучение влияния соматических факторов на политическое поведение людей (голод, пол, алкоголь, наркотики, невербальная коммуникация и др.), выявление психофизиологических, биохимических, биофизических коррелятов политического поведения.

Считается, что решение всех этих задач позволит на основе биополитических исследований разработать политические предсказания, экспертные оценки и рекомендации. Биополитика опирается на факты наличия в биосоциальных системах аналогов человеческих властных отношений (иерархий доминирования–подчинения), управляющих структур (подсистем принятия решения) и даже таких сложных квазиполитических форм поведения, как «молодежные бунты» в группе приматов.

*Второе значение* термина «биополитика» связано с его интерпретацией как теории биоса. В этом значении биополитика исходит из того, что биоокружение выступает как среда и имеет утилитарное значение. Она является необходимым условием выживания и дальнейшего развития человечества. Специфической особенностью теории биоса является рассмотрение жизни в этической, эстетической и культурной перспективах. Такая интерпретация биоса вносит в социум систему этических принципов, основанных на признании абсолютной ценности всех уникальных форм жизни на земле. Нетрудно заметить, что эти идеи коррелируют с идеями, развиваемыми в рамках так называемой экологической этики. Как отмечал Э. Ласло, «мы нуждаемся в новой морали, в новой этике, которая основывалась бы не столько на индивидуальных ценностях, сколько на необходимых требованиях

адаптации человечества как глобальной системы к окружающей природной среде. Такая этика может быть создана на основе почтения к естественным системам».

В процессе взаимодействия таких наук, как биология, медицина и этика, формируется и *биоэтика*. Биоэтика как междисциплинарное научное направление, академическая дисциплина и социальный институт опредмечивается в контексте общей стилистики, характерной для постнеклассической науки последней трети XX в. В это время в ткань науки входят непривычные для классической науки идеалы блага человека и человечества, морали и добра, долга и ответственности за результаты, полученные в процессе научного изучения человекоразмерных объектов.

Внедрение в практику новых медицинских технологий (методов искусственного оплодотворения, суррогатного материнства, пренатальной диагностики), актуализация проблем трансплантации, эвтанази, биомедицинских экспериментов, проводимых на людях и животных, необходимость морально-этического и правового регулирования возникающих в процессе биомедицинских исследований коллизий послужили своеобразным социальным заказом по отношению к становлению биоэтики.

Термин «биоэтика» предложил в 1970 г. американский онколог Ван Ренселер Поттер. Он призвал объединить усилия представителей гуманитарных наук и естествоиспытателей (прежде всего биологов и врачей) для того, чтобы обеспечить достойные условия жизни людей. По Поттеру, «наука выживания должна быть не просто наукой, а новой мудростью, которая объединила бы два наиболее важных и крайне необходимых элемента – биологическое знание и общечеловеческие ценности.

Основная задача биоэтики – способствовать выявлению различных позиций по сложнейшим моральным проблемам, которые лавинообразно порождает прогресс биомедицинской науки и практики. Можно ли клонировать человека? Допустимы ли попытки создания генетическими методами новой «породы» людей, которые будут обладать высокими физическими и интеллектуальными качествами? Нужно ли спрашивать разрешения у родственников умершего при заборе его органов для пересадки другим людям? Можно и нужно ли говорить пациенту правду о неизлечимом заболевании? Является ли эвтаназия преступлением или актом милосердия? Биоэтика призвана способствовать поиску морально обоснованных и социально приемлемых решений этих и подобных им вопросов, которые встают перед человечеством практически ежедневно.

Традиционные ценности милосердия, благотворительность, ненанесение вреда пациенту, нравственная ответственность медиков несколько не отменяются. Просто в нынешней социальной и культурной ситуации они получают новое значение и новое звучание. Гораздо больше

внимания уделяется моральной ценности индивида как уникальной и неповторимой личности.

Биоэтику развивают представители целого ряда дисциплин: врачи, биологи, философы, богословы, психологи, социологи, юристы, политики и многие другие. В этом смысле биоэтика представляет собой междисциплинарный феномен. Проблемы, порождаемые прогрессом биологии и медицины, столь трудны и многообразны, что для их решения необходимы совместные усилия людей, обладающих разными видами знания и опыта<sup>7</sup>.

Современная парадигма биоэтики характеризуется радикальным поворотом от способов эмпирического описания врачебной морали к обостренной философской рефлексии над основаниями нравственности в биомедицинских исследованиях, своих собственных положений о моральных ценностях, расширению проблемного поля биоэтики с включением в нее не только нравственных, философских, но и правовых компонентов.

Процесс междисциплинарного синтеза научного знания, характерный для дисциплинарной организации науки, в новых условиях обретает новые формы. На предыдущем этапе можно было обнаружить синтетические тенденции, касающиеся в большей степени взаимоотношений между естественными и техническими науками, результатом чего явилось становление «стыковых» наук, таких как биофизика, биокибернетика, физическая химия и т.д. В настоящее время постепенно утрачивается традиционное противопоставление естественных и гуманитарных наук и устанавливается более тесное взаимоотношение между ними, основанное не на редукции социально-гуманитарного знания к установкам естественнонаучных дисциплин, а на продуктивном обмене идеями, принципами, понятиями, возникающем между ними.

Становление новых направлений происходит в 60–70-х гг, когда в методологических исследованиях все отчетливее осознается некорректность элиминации аксиологических факторов из состава научных положений, когда подвергается критике установка о ценностной нейтральности научного знания, длительное время господствующая в культурном пространстве науки. Эти процессы инициировали и разработку различных направлений в рамках экологической науки.

Понятие экологии ввел в 1858 г. представитель философии американского трансцендентализма Г. Торо, но в биоэкологическом контексте впервые оно было использовано в 1866 г. немецким биологом Э. Геккелем в работе «Всеобщая морфология организмов» для обозначения раздела биологии, в котором изучалось воздействие на организм неорганической и биотической среды. Полагается, что с этого

---

<sup>7</sup> Биоэтика. Вопросы и ответы / под ред. Б.Г. Юдина, П.Д. Тищенко. М.: Прогресс-Традиция., 2005.

времени экология приобрела статус самостоятельной биологической дисциплины. В данном качестве предпосылками ее оформления являются экологические идеи, которые развивались в русле геологических, географических и биологических наук. При определении ее предмета Э. Геккель исходил из установки, что «экология – наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе». В своей работе он сделал акцент на изучении, главным образом, физиологических механизмов взаимоотношения живых организмов с окружающей средой и тем самым редуцировал предмет экологии к физиологии<sup>8</sup>.

Постепенно границы предмета экологии расширялись: понятием экологии начинают обозначать взаимосвязи в мире живого, а также между этим миром и косной средой. В результате данное понятие выходит за рамки физиологии, а в 1-й четверти XX в. – биологии, проникает в сферу социологии, антропологии, антропогеографии, биогеографии и т.д. В это время наблюдается процесс формирования частных экологических дисциплин: организмоцентрическая биоэкология (животных и растений) разделяется на аутоэкологию (видов) и синэкологию (сообществ).

Современная экология как научная дисциплина структурно включает в себя общую (биоэкология), геоэкологию и прикладную экологию (экология человека, городов и т.д.).

Важное значение для формирования современного социально-экологического знания имеет концепция *«культурной экологии»* (А. Кардинер, Дж. Стюард и др.), изучающей процессы адаптации обществ к окружающей среде. Основной проблемой становится поиск ответа на вопрос – дают ли эти процессы начало внутренним социальным изменениям, т.к. культурная адаптация представляет собой единый процесс приспособления социума и его членов к условиям среды и ее преобразования в процессе деятельности. При этом измененная среда сама становится фактором эволюции культуры, что приводит к возникновению в ней качественно новых явлений.

Современная экологическая ситуация породила и массу разнообразных социоэкологических проектов: «социальная экология» (Р. Аттфилд, П. Зингер, Ф. Капра, Л. Уайт, Б. Скиннер, Ф. Сен-Марк, О. Леопольд, А. Печчеи, Дж. Пассмор и др.), «культурная экология» (Дж. Беннет, А. Кардинер, Дж. Стюард и др.), «глубокая экология» (Ю. Дивалл, А. Дренгсон, А. Несс и др.), «экология человека» (Э. Берджес, Р. Маккензи, Р. Парк и др.), «новая этика выживания» (Р. Хардин), «экофилософия» (Х. Сколимовски), «новое сознание» (Г. Леонард, Дж. Робертсон), «экологическая безопасность», «устойчивое развитие» (Л. Браун, А.Д. Урсул) и многие другие. Все эти проекты ориентируют

---

<sup>8</sup> Барковская А.В. Антропологическая парадигма в философии природы. Мн., 2000. С. 85.

современного человека на сотрудничество с природой, исключая любые агрессивные формы социоприродного взаимодействия.

### **Философия техники, технической науки и виртуальной реальности**

Научно-технические революции, создавшие в XX в. единое представление о научно-техническом прогрессе, актуализировали исследование в философии такого явления, как техника.

*Философия техники* – одно из значимых направлений в составе философского знания, нацеленное на осмысление многоаспектного феномена техники, требующего междисциплинарного подхода при системном исследовании техники в историко-цивилизационном, культурологическом, методологическом, антропологическом, нравственно-эстетическом и аксиологическом контекстах.

Имея глубокие корни еще в XVIII в. (связанные с появлением книги И. Бекмана «Руководство по технологии, или Познание ремесел, фабрик и мануфактур» – 1777 г.) и в XIX в. (в связи с выходом труда Э. Каппа «Основные черты философии техники» – 1877 г.), современная проблематика философии техники оформляется в 60–70-е гг. XX в. и включает в себя *сложный спектр мировоззренческих вопросов*: что такое техника как феномен культуры; какова ее роль и функции в цивилизационном развитии; каковы ее формы и границы воздействия на человеческое бытие; является ли техника благом для человечества и каковы сценарии перспектив дальнейшего цивилизационного развития современного общества на технической основе.

В терминологическом смысле речь идет о греческом слове «*tehne*», имеющем несколько значений; 1) искусство, навык исполнения чего-либо; 2) артефакт (изготовленный человеком предмет инструментального назначения); 3) машина (хитроумное устройство, предназначенное для замещения рабочей силы человека, ее умножения, имеющее собственную двигательную основу).

В историческом плане принято говорить о технике как орудиях труда, машинах, механизированных и автоматизированных комплексах различного функционального назначения, информационных системах, совокупности коммуникаций (транспортных, промышленных, медицинских, образовательных, сервисных и др.).

Первым к проблеме оценки социокультурного статуса техники обратился Аристотель. Он сравнивал техническое творчество с научной деятельностью и самой природой. В конечном итоге он пришел к выводу, что конструирование техники входит в задачу ремесленников, людей не имеющих высокого социального положения: их труд напоминает, скорее, копирование аналогов из природы. В этом смысле ни техника, ни ремесленники не могут влиять на прогресс. Их статус определяется как нейтральный.

В новоевропейской философии отношение к технике и ее творцам начало изменяться. Во многом это было связано с тем, что начал меняться статус субъекта технического творчества. Эти изменения были отражены в работах Ф. Бэкона, Т. Гоббса, Р. Декарта, Б. Паскаля и заключались в том, что техника, переходящая из ремесленного занятия в профессиональную инженерную культуру, становится мощным фактором общественного развития; является разновидностью научной практики и должна входить в структуру научного исследования. Становилось ясно, что технических специалистов необходимо готовить по научным методикам как особого рода элиту, что рациональная техника требует свободного рынка инженерного труда и что техногенное развитие должно соотноситься с возможностями существующей природной системы.

Под влиянием этих идей в Британии началась промышленная революция, охватившая в последующем континентальную Европу. Начала формироваться система высшего политехнического образования. В XIX в. появились первые профессиональные сообщества инженеров. Некоторые из их членов активно занялись философскими проблемами техники (И. Бекманн, Г.М. Поппе, Э. Капп, Ф. Рело, А.А. Павловский, А. Ридлер, П.К. Энгельмейер и др.).

Инженеры пытались осмыслить ценностный статус техники в культуре и цивилизационном процессе. Так, в 1877 г. Э. Капп издал книгу «Основные черты философии техники». В ней он обосновал органопроективную концепцию техники, согласно которой артефакты являются естественным продолжением органов человека. В конце XX – начале XXI вв. эта идея получила практическую реализацию в развитии информационных систем (искусственный интеллект) и генной инженерии (создание искусственных органов и внедрение их в организм человека).

В 1896 г. работавший в Витебске инженер-железнодорожник А.А. Павловский издал книгу «Успехи техники и влияние их на цивилизацию». В ней он уделил внимание осмыслению феномена техники, инженерной деятельности, влиянию техники на домашний быт человека и положению женщины в технизированном обществе.

Предметом осмысления стал и статус самих инженеров в культуре. Эту задачу решил Т. Веблен, отметив, что общество исторически приобрело новую основу развития в виде техники на индустриальной стадии, после промышленной революции; что индустриальная система механизирована и регулируема; что логика чисто частнокапиталистических интересов ведет человечество к катастрофе и многочисленным антигуманным последствиям.

Дж. Гэлбрейт еще больше абсолютизировал интересы инженеров и выдвинул лозунг развития техники ради самого научно-технического прогресса. Он утверждал, что задача технотехники заключается не в

повышении благосостояния населения, а в создании условий для самой техники и производства.

Абсолютизация роли техники при очевидном игнорировании роли природы в системе культуры привела к тому, что технократизм как определенное социокультурное течение вылился в цивилизационную стратегию, практически полностью игнорирующую экологию и гуманитарные аспекты деятельности.

Первым с тревогой начал писать об этом О. Шпенглер. В русле своей социал-дарвинистской модели культуры он отводил технике завершающую миссию погребения социальной системы, дошедшей в своем развитии до стадии цивилизации. Весьма похожими терминами в оценке техники оперировал и Н.А. Бердяев. Культура, по его мнению, духовна, глубоко индивидуальна и специфична и поэтому открыта переживанию. Цивилизация – технична, в ней техника торжествует над духом, над организмом. Формируется бездуховная машинная система, уничтожающая индивидуальность, своеобразие, оригинальность. Этот процесс стал возможен по вине самого человека. И поэтому только он сам может его скорректировать и придать ему конструктивный смысл.

Н.А. Бердяев, уделяя много внимания проблемам техники в своем творчестве, считал, что вопрос о технике стал вопросом о судьбе человека и судьбе культуры, что техника – это последняя любовь человека, и он готов изменить свой образ под влиянием предмета своей любви. Технику следует понимать, по Бердяеву, *в более широком и более узком смысле*. «Техно» – значит *и индустрия, и искусство*. Мы говорим не только о технике экономической, промышленной, военной, технике, связанной с передвижением и комфортом жизни, но и о технике мышления, живописи, танца, стихосложения, духовной жизни. Повсюду *техника учит достигать наибольшего результата при наименьшей затрате сил*. В работе «Человек и машина. Проблема социологии и метафизики» Н.А. Бердяев анализирует характерный парадокс: без техники невозможна культура, с нею связано само возникновение культуры. В то же время окончательная победа техники в культуре, вступление в техническую эпоху влечет культуру к гибели, перерождению ее в нечто иное, уже не похожее на культуру.

В истории человечества Бердяев выделяет три стадии: *природно-органическую, культурную в собственном смысле слова и технически-машинную*, которым соответствует различное отношение духа к природе – погруженность духа в природу; выделение духа из природы и образование особой сферы духовности; активное овладение духом природы. Самый дух, создавший технику и машину, не может быть технизирован и машинизирован без остатка, в нем всегда останется иррациональное начало. Но техника хочет овладеть духом и рационализировать его. *Технизация духа, технизация разума может легко представляться*

*гибелью духа и разума.* Человеку, как писал Бердяев, удалось вызвать к жизни, реализовать новую действительность, что свидетельствует о страшной мощи человека, его творческом и царственном призвании в мире. Но это показатель и его слабости, его склонности к рабству. *Машина имеет не только социологическое, но и космологическое значение. Она ставит с необычайной силой проблему судьбы человека в обществе и космосе.*

Философский анализ статуса и предназначения техники приводит Бердяева к выводу, что техника давно уже не нейтральна, не безразлична для духа и вопросов духа; *техника делает человека космиургом. От напряжения духа зависит, избежит ли человек гибели.* Исключительная власть техники и механизации, технизация духа влекут именно к этому пределу.

К. Ясперс исследовал природу техники с тем, чтобы понять причины усилившегося бездушия в обществе. Он пришел к выводу, что в конечном итоге все зависит от человека. Сама же техника ни хороша, ни плоха. Л. Мэмфорд более настойчив в утверждении тезиса о том, что за техникой скрывается хорошо отлаженная технология, в рамках которой человек становится винтиком огромной Мегамашины, функционирующей по законам эффективности и точности операций и функций. В таких условиях участие индивида в процессах деятельности возможно лишь при максимальном подчинении Технологии. Жизнь обесценивается фактом адекватной замены из искусственного мира (роботы, компьютеры и т.д.).

М. Хайдеггер подводит итог критическому анализу техники и технократизма. Он считает, что человечество само себя перевело на новую основу, за которой скрывается целый мир человеческого сознания, в рамках которого нет осмысляющего раздумья, вопросов о сути бытия и времени. Техника – это уже не просто орудие труда или прибор. Она является воплощением бездумности на фоне невероятных достижений.

Синергетическая философия Г. Хакена, И. Пригожина и других ученых наконец-то дала конструктивное решение вопроса о сущности техники. Последняя видится с точки зрения нелинейной динамики, теории катастроф, процессов самоорганизации и коэволюции. Утверждается новая практика параллельного (не во вред друг другу) сосуществования природных и социокультурных систем.

Техника начинает интегрировать две реальности через биотехнологии, безотходные, наукоемкие производства. Тем самым произошел окончательный отказ от тезиса о нейтральном статусе техники в культуре и началось активное формирование оптимальной стратегии научно-технического прогресса.

Существующая технико-технологическая инфраструктура деятельности человечества модернизируется в направлении приобретения ею определившихся ценностных приоритетов, совокупно представляемых

как техноаксиологическая программа деятельности. Нормативный характер новых установок проявляется в законодательстве и конкретных мерах воздействия на тех, кто игнорирует качественно новый аспект взаимодействия техники и природы. Аналогичные регулятивные мероприятия разрабатываются и в отношении техники как коммуникации, поскольку нелинейная синергетическая методология актуализирует проблемы, связанные с искусственным интеллектом (существует угроза самоорганизации компьютерных комплексов и выхода их из-под контроля человека).

Философы в осмыслении техники прошли этап негативной критики и предложили достаточно продуктивную и интересную методологию коэволюционной трансформации всей существующей инженерной практики и технократического мировоззрения. *Философско-культурологический и методологический анализ феномена техники задает критический вектор исследования техники*, необходимость обоснования проектов социального переустройства и преодоления тупиковых стратегий технико-технологического развития, отказа от приоритетов экономической выгоды, власти и могущества, удовлетворения утилитарных потребностей, возвышения духовных ценностей, вопросов технического образования и воспитания, формирования условий социального консенсуса, противостоящих техническому хаосу.

*Вопрос о демаркационной линии между техническим и научным знанием* в современной философии науки и философии техники еще не получил достаточно четкого освещения. Некоторые исследователи (например, немецкий исследователь феномена техники Ф. Рапп) считают, что техническое знание имеет более сложную системную организацию; объекты технического знания, в отличие от «естественности» объектов научного знания, имеют искусственную природу; техническое знание ориентируется на достижение планируемого практического результата, в то время как целью научного знания является поиск истины и построение концептуальных моделей исследуемых систем. В то же время названные отличия не носят абсолютного характера. *Общие черты и установки человеческого знания в целом и научного в частности* проявляются в более выраженной форме в *техническом знании*: единство объективного содержания и ценностно-целевых оснований и мотиваций субъектов познания; взаимодополнительность истинностных и нравственных параметров научно-технического поиска; единство познавательного и практического; необходимость моделирования глобальных технико-экономических систем; обоснование пределов технического развития и критериев оценки современных технологий.

Развитие техники, начиная с эпохи Возрождения, тесно связано со становлением науки. Слившись воедино, две интеллектуальные и творческие силы образовали достаточно устойчивый социальный процесс,

который характеризуется качественными скачками в виде научно-технических революций. Если коперниканская научная революция и промышленная технико-технологическая революция еще были разделены во времени, то последующие революции имели синхронный характер (электротехническая, ядерная, психологическая, биологическая, компьютерная, генная).

Становление технических наук вслед за естественными было связано с эпохой индустриализма, с усиливающимся внедрением науки в производство. Наука поистине становится производительной силой. Формируется социальный заказ на изобретение и воспроизводство все новых инженерных устройств в связи с интенсивным развитием промышленного производства. Таким образом, складываются социокультурные и материальные условия и предпосылки для формирования технических наук. Индустриальное развитие потребовало не просто время от времени использовать отдельные результаты научных исследований в практике, производстве, а *создать научные основы технологических инноваций и механизмы включения их в систему производства.*

В этом процессе с необходимостью осуществляется интенсивное взаимодействие науки и техники, формируется особый тип научного и социального развития – *научно-технический прогресс.* Формирующиеся технические науки начинают выполнять функции своего рода *посредника между естественнонаучными дисциплинами и производством,* обеспечивая приложимость фундаментальных естественнонаучных теорий в области техники и технологии. Однако важно иметь в виду, что технические науки не выступают обычным приложением и продолжением естествознания. По мере становления и развития технических наук формируется их собственный базис как фундаментальных, так и прикладных знаний, кристаллизуется и становится самостоятельным специфический предмет исследования – техника и технология как особая форма искусственного, создаваемого человеком и существующего только благодаря его деятельности (В.С. Степин). Одновременно появляется потребность методологического анализа технического знания.

*Методология технических наук* – особая область теоретико-рефлексивного сознания, нацеленная на раскрытие предпосылок и динамики развития технических наук, выявление их специфики, используемых методов и взаимодействия с естественнонаучными и социально-гуманитарными науками, обоснование гуманистических перспектив и приоритетов, социокультурных и социальных последствий развития техники.

В рамках *методологической рефлексии* исследуются такие проблемы философии техники, как проблема *специфики технического знания; детерминирующих факторов технического прогресса; пределов*

*технического развития; поиска гармонической соразмерности технических систем и среды обитания человека; проблема обоснования проектов «альтернативной» техники, ориентирующейся на «подлинные», а не на искусственные потребности человека; анализа антропологических принципов в области технической эстетики и т. д.*

Специфической особенностью технического знания является его *нацеленность на проектирование технических и социальных систем*. Используемые при этом знания также специфичны, ибо они возникают на границе проектирования и исследования, включая в себя элементы того и другого. В техническом знании находят отражение социально-технические характеристики объектов. Как конечный продукт познавательной деятельности, техническое знание определяет характер познавательного процесса, выступая в качестве средства социально-технического проектирования. Техническое знание задает характер деятельности по созданию новых объектов, их структурно-функциональные характеристики.

*Технический объект* имеет двойственную природу, синтезируя в себе «естественное» и «искусственное». Границы «искусственного» всегда определяются «естественным», т. е. свойствами тел, поставленных субъектом в те или иные взаимоотношения и взаимодействия. Сама сфера «естественного», вовлеченного в человеческую практику, всегда выражается в том, что ее объекты, как продукты созидательной деятельности, приспособлены к ее целям, выполняя определенные функции.

Учитывая двойственную природу технического объекта, можно выявить следующие его характеристики. Он выступает как естественное явление, как частный случай проявления закона природы, устанавливаемого естественными науками. В то же время ряд свойств технического объекта могут быть названы техническими, поскольку они функциональны по своей природе, отражают внешнее действие объекта, его функционирование.

Научно-техническое знание синтезирует данные, получаемые в результате инженерно-практического опыта и естественнонаучного исследования. Без фиксации отличительных особенностей функционирования технических объектов техническое знание немислимо. В то же время техническое функционирование выступает как проявление естественных характеристик объекта. Так осуществляется синтез естественнонаучных знаний и открытий и их технического воплощения, изобретения.

Учитывая относительную самостоятельность технического знания, с одной стороны, и его обусловленность прогрессом естествознания и

техники, с другой стороны, выделяют четыре основных этапа в развитии технических знаний<sup>9</sup>.

*Первый этап – донаучный* (начиная с первобытно-общинного строя и кончая эпохой Возрождения). Естественнонаучные и технические знания в этот период развивались параллельно, взаимодействуя от случая к случаю. В технике этот период соответствует этапу орудийной техники.

*Второй этап – зарождение технического знания, технических наук* (со второй половины XV в. до 70-х гг. XIX в.). Для практических задач начинает привлекаться научное знание. Техническое знание формируется на стыке производства и естествознания и призвано обслуживать производство. Одновременно осуществляется становление естествознания, формируются особенности классической науки. В технике это период возникновения машинной техники, связанный со становлением капиталистических отношений. Причем если в начале данного этапа (вторая половина XV – начало XVII в.), когда происходит становление экспериментального метода на основе соединения науки и практики, техническое знание еще не приобретает статуса научной теории, поскольку еще не сформировались окончательно теоретические построения естественных наук, то с начала XVIII в. до 70-х гг. XIX в. технические науки начинают приобретать теоретический характер в силу того, что появились новые теории в естествознании, особенно в механике.

*Третий этап (70-е гг. XIX в. – середина XX в.) может быть назван классическим* этапом развития технических наук. О зрелости технических наук свидетельствует применение научного знания при создании новой техники. Так, в электротехнике как одной из технических дисциплин этого периода эта тенденция проявила себя в ходе развития конструкций электродвигателей, электромашинных генераторов, электрического телеграфа, электрического освещения и т.п. Развитие квантовой физики обусловило создание таких новых областей, как электроника, радиотехника, рентгенотехника и т.п. Наука не только стала обеспечивать потребности развивающейся техники, но и опережать ее развитие, заглядывая «за горизонт» и формируя модели возможных будущих технологий и технических систем. *Технические науки этого периода представляют собой сформировавшуюся область научного знания со своими специфическими характеристиками, предметом, теоретическими принципами, идеальными объектами, развитым математическим аппаратом.* Происходит дифференциация технического знания, отделение одних технических наук от других.

Если естествознание периода от начала XX в. – до середины 50-х гг. XX в. перешло к своему неклассическому этапу, со свойственными ему специфическими характеристиками, то технические науки продолжали

---

<sup>9</sup> Иванов Б.И., Чешев В.В. Становление и развитие технических наук. Л., 1977.

преимущественно находиться на этапе «классического» периода своего развития.

Именно в этот период развитие естествознания и автоматизации производства подготовили *с середины XX в. переход. технических наук к четвертому, неклассическому и постнеклассическому этапам* их развития, что проявилось в зарождении таких наук, как электроника, радиотехника и др. Начался *процесс единения науки, техники, производства*. В результате усложнения объектов инженерно-технической деятельности, усложнения проектирования технических объектов формируются комплексные научно-технические дисциплины – технические науки неклассического типа (эргономика, системотехника, дизайн систем, теоретическая геотехнология и т.п.). В то же время вектор развития технических наук в их взаимодействии с естествознанием в современных условиях нуждается в привлечении к диалогу и социально-гуманитарных наук во имя «гуманизации техники».

Развитие техники и технического знания зависит от социокультурных предпосылок и социального заказа, который формируется на том или ином этапе развития науки и культуры. Будучи продуктом интеллектуального творчества и трудовой деятельности человека, техника постоянно сопровождает жизнедеятельность людей и, в силу социально-практической востребованности, активно развивается, обеспечивая эффективность деятельности человека, его жизненный комфорт, мобильность. Как искусственно созданное устройство, техника подвержена моральному и физическому старению (износу). Поэтому исторически на человека оказалась возложенной задача своевременного обновления технических систем с учетом их безопасности и надежности. Огромная индустриальная техносфера требует вследствие этого ответственности и оперативности в решении насущных задач, улучшении ее дизайна (эстетики), модернизации, этической экспертизе технических объектов. При выполнении социального заказа и принятии управленческих решений по реализации технических проектов необходимо ориентироваться на гуманистические ценности и рассматривать современную технику как сложную саморазвивающуюся, «человекообразную» систему, в которой тесно взаимосвязаны такие элементы, как информационные технологии, производственные комплексы, транспорт, медицинские технологии, военная техника, вычислительная техника и др.

В ряду многоаспектных проблем, связанных с социальными последствиями научно-технического развития, *актуализируются сегодня проблемы глобальных результатов техногенного развития, затрагивающих интересы всего человечества* (в плане угрозы миру в связи с развитием военной техники; последствий экологического кризиса и т.п.); *проблемы рационального обуздания техники, ограничения ее*

количественного роста разумными пределами; *проблемы построения системы ценностей*, адекватных «технотронной эре» и сочетающих интеллектуальные и нравственно-этические начала в человеке, учитывающих необходимость диалога научно-технической и философско-гуманитарной культуры.

В современной философии, в особенности последние 10–15 лет XX в. актуализируется проблема виртуальной реальности как социокультурного феномена информационного общества. Виртуальная реальность рассматривается: а) как концептуализация революционного уровня развития техники и технологии, позволяющая открывать и создавать новые измерения культуры и общества, одновременно порождая новые острые проблемы, требующие критического осмысления; б) как развитие идеи множественности миров (возможных миров) и относительности «реального» мира.

Философско-методологический подход, основанный на признании множественности реальности и осуществляющий в таком контексте реконструкцию природы виртуальной реальности, получил наименование «виртуалистика» (Н.А. Носов, С.С. Хоружий). Здесь важны следующие *теоретические предпосылки*: 1) понятие объекта научного исследования необходимо дополнить понятием реальности как среды существования множества разнородных и разнокачественных объектов; 2) виртуальная реальность составляет отношения разнородных объектов, расположенных на разных иерархических уровнях взаимодействия и порождения объектов: виртуальная реальность всегда порождена некоторой исходной (константной) реальностью; виртуальная реальность относится к реальности константной как самостоятельная и автономная реальность, существуя лишь во временных рамках процесса ее порождения и поддержания ее существования. Объект виртуальной реальности всегда актуален и реален, виртуальная реальность способна породить иную виртуальную реальность следующего уровня.

Для работы с понятием виртуальной реальности необходим отказ от моноонтического мышления (постулирующего существование только одной реальности) и введение полионтической парадигмы (признание множественности миров и промежуточных реальностей), которая позволит строить теории развивающихся и уникальных объектов, не сводя их к линейному детерминизму. При этом «первичная» виртуальная реальность способна породить виртуальную реальность следующего уровня, становясь по отношению к ней «константной реальностью» – и так «до бесконечности»: ограничения на количество уровней иерархии реальностей теоретически быть не может. Предел в этом случае может быть обусловлен лишь ограниченностью психофизиологической природы человека как «точки схождения всех бытийных горизонтов» (С.С. Хоружий).

Проблематика виртуальной реальности конституируется в рамках постнеклассической философии 1980–1990-х как проблема природы полионтической реальности в ее многообразных измерениях и контекстах.

Категория «виртуальности» вводится через оппозицию субстанциальности и потенциальности: виртуальный объект существует, хотя и не субстанциально; и в то же время – не потенциально, а актуально. Виртуальная реальность суть «недо-возникающее событие, недо-рожденное бытие» (С.С. Хоружий).

Социальный теоретик М. Постер, сопоставляя феномен виртуальной реальности с эффектом «реального времени» в сфере современных телекоммуникаций (игры, телеконференции и т.п.), отмечает, что происходит проблематизация реальности, ставится под сомнение обоснованность, эксклюзивность и конвенциональная очевидность «обычного» времени, пространства и идентичности. Постер фиксирует конституирование симуляционной культуры с присущей для нее множественностью реальностей. Информационные супермагистрали и виртуальная реальность еще не стали общекультурными практиками, но обладают гигантским потенциалом для порождения иных культурных идентичностей и моделей субъективности – вплоть для сотворения постмодерного субъекта. В отличие от автономного и рационального субъекта модерна, этот субъект нестабилен, популятивен и диффузен. Он порождается и существует только в интерактивной среде.

Термин «виртуальный» используют как в компьютерных технологиях (виртуальная память), так и в других сферах: квантовой физике (виртуальные частицы), в теории управления (виртуальный офис, виртуальный менеджмент), в психологии (виртуальные способности, виртуальные состояния и т.д.). Самобытная философия виртуальной реальности была первоначально предложена не профессиональными философами, а инженерами-компьютерщиками, общественными деятелями, писателями, журналистами. Первые идеи виртуальной реальности оформились в самых различных дискурсах. Концепция и практика виртуальной реальности имеют довольно разнообразные контексты возникновения и развития в американской молодежной контркультуре, компьютерной индустрии, литературе (научная фантастика), военных разработках, космических исследованиях, искусстве и дизайне. Принято считать, что идея виртуальной реальности как «киберпространства» – «cyberspace» – впервые возникла в знаменитом фантастическом романе-техноутопии «Neuromancer» У. Гибсона, где киберпространство изображается как коллективная галлюцинация миллионов людей, которую они испытывают одновременно в разных географических местах, соединенные через компьютерную сеть друг с другом и погруженные в мир графически представленных данных любого компьютера. Однако Гибсон считал свой роман не предсказанием

будущего, а критикой настоящего. Киберпространство, управляющие им безликие суперкорпорации, отчуждение технологий, созданный пластической хирургией идеальный человек, подключенный к киберпространству через мозг и нервную систему, – это аллегория социального и культурного террора по отношению к реальному человеку – современнику писателя.

Как отмечал М. Хаим, *киберпространство* – это ментальная карта информационных ландшафтов в памяти компьютера в сочетании с программным обеспечением; это способ антропологизировать информацию, придать ей топологическую определенность, чтобы человек мог привычным образом оперировать данными как вещами, но на гиперфункциональном уровне, сравнимом с магией; виртуальная реальность и киберпространство должны будить воображение и давать возможность преодолеть экзистенциальную ограниченность реальности: выйти за пределы смерти, времени и тревоги; аннулировать свою заброшенность и конечность, достичь безопасности и святости.

Одной из первых историко-теоретических работ о виртуальной реальности стала книга американского журналиста Ф. Хэммита «Виртуальная реальность» (1993). Автор усматривает исторические предпосылки становления феномена виртуальной реальности в развитии синтетических возможностей кино и киносимуляторов. Корни же функциональной концепции виртуальной реальности в контексте осмысления перспектив компьютерных систем состоят, по его мысли, в следующем: 1) функции компьютера способны кардинально меняться в зависимости от совершенствования программного обеспечения; 2) виртуальная реальность – оптимизированный, более «естественный» для возможностей человека способ ориентации в мире электронной информации, созданный на основе дружественного функционально-интерактивного интерфейса; 3) операции с компонентами виртуальной реальности потенциально вполне идентичны операциям с реальными инструментами и предметами; 4) работа в среде виртуальной реальности сопровождается эффектом легкости, быстроты, носит акцентированно игровой характер; 5) возникает ощущение единства машины с пользователем, перемещения последнего в виртуальный мир: воздействие виртуальных объектов воспринимается человеком аналогично «обычной» реальности.

*Интернет-зависимость (Internet addiction disorder, IAD)* – это реально существующий феномен психологической зависимости от Интернета. Различают два подхода к интерпретации сетевой зависимости: в рамках первого подхода пристрастие к Сети рассматривается как социальное явление, как феномен массовой культуры, когда человек, работающий в Сети, получает «удовольствие от общения» (*communication pleasure*); с точки зрения второго, альтернативного, подхода – интернет-

зависимость трактуется как болезнь, как результат влияния информационных технологий на человеческое сознание, проявляющаяся в особой страсти к Сети, когда человек так или иначе страдает от такой зависимости, но не может без посторонней помощи прекратить такого рода общение или адекватно регулировать его.

Философское осмысление феномена виртуальной реальности, природы этической коммуникации в Интернете инициировали формирование такого явления, как сетевой этикет. *Сетевой этикет (нэтикет) – netiquette* – новая область знания, связанная с необходимостью и потребностью осмысления и нравственной оценки бурно развивающихся интернет-технологий, их достижений и проблематики. Она появляется на основе классической этики – философской науки о морали, ее происхождении, природе, критериях нравственной оценки деятельности человека. Принадлежит к разделу прикладной этики (наряду с такими ее отраслями, как биоэтика, экологическая этика, биомедицинская и др.), выступающей как способ нормативной регуляции поведения и общения в Интернете: запрет грубости, пропаганды наркотиков, насилия, размещения материалов порнографической, нацистской направленности. Правила нетикета носят рекомендательный характер и, в отличие от правовых норм, предусматривающих определенные санкции за их нарушение, не регламентируют конкретные меры наказания за тот или иной нравственный проступок, кроме общественного порицания. Внутренним гарантом пользователя Интернета выступает совесть, а внешним – общественное мнение. Тем не менее, информационное сообщество, учитывая специфику совершенно новой сферы – Сети, обеспечивающей внедрение новых информационных и коммуникационных технологий, формирует соответствующие принципы сетевой этики. Например, *принцип личной свободы* (иногда этот принцип называют принципом анархии), согласно которому каждый пользователь Интернета волен делать все, что ему будет угодно, если это не вредит другим членам общества, не ущемляет его интересов. Этот принцип вполне согласуется с «золотым правилом морали», сформулированным еще в древности: *«Поступай с другими так, как ты хотел бы, чтобы поступали с тобой»*. И. Кант этот принцип выразил в своем категорическом императиве словами: *«Поступай только согласно такой максиме, руководствуясь которой, ты в то же время можешь пожелать, чтобы она стала всеобщим законом»*. Некоторые авторы называют в качестве принципа сетевого этикета принцип *здорового консерватизма*, предусматривающий бережное отношение сетевого сообщества к уже достигнутым знаниям, соблюдению требования *преемственности*. Наряду с этим указывается и на *принцип самосохранения* сетевого сообщества, которое должно беречь и защищать свою среду обитания – Сеть, обеспечивая ее устойчивость, адекватно

используя механизмы обратной связи. Сетевой этикет налагает огромную *ответственность* на каждого члена сообщества, получающего и представляющего свою собственную информацию в Интернете. Все категории классической этики (*добро и зло, долг и добродетель, совесть и честь, достоинство и благородство, справедливость и ответственность*) сохраняют свою общечеловеческую значимость в Интернете, ориентируя пользователей на открытый диалог, толерантность и взаимоуважение.

Именно интерактивные возможности виртуальной реальности делают ее функционально значимой. Хэммит отметил, что рассогласование соответствующих данных с перцептивной системой человека может привести к диссонансу восприятия, значимым дезориентациям и психонервным заболеваниям. Он также зафиксировал серьезные технологические трудности в развитии технологий виртуальной реальности, связанные, прежде всего, с необходимостью создания компьютеров гигантской мощности для обработки графических изображений. Однако среда виртуальной реальности нашла широчайшее функциональное применение; прежде всего – в производственном компьютерном дизайне, системах телеприсутствия (дистанционного управления с помощью телекамер), учебно-тренировочных системах. Образование и развлечения, по мысли Хэммита, составляют наиболее перспективные направления применения технологий виртуальной реальности.

Осмысление виртуальной реальности является базовым принципом любых обновленных гуманитарных теорий, а также соответствующего научного подхода. В частности, на его основе строится «виртуальная психология» необычных, непривычных, редко возникающих состояний психики и самоощущений, выводящих человека за пределы обыденных психических состояний. Виртуал и гратуал – суть подобные состояния соответственно позитивного и негативного типа (инсайт, экстаз, мобилизация психики в экстремальных ситуациях, острое горе и т.д.). Они всегда спонтанны, фрагментарны, объективны (человек захвачен виртуалом как объект), ведут к изменению статуса телесности, сознания, личности, воли. Задача практической виртуальной психологии (авторы называют ее «аретейя» (от греч. синонима лат. *virtus*)) – разработка методов актуализации / нейтрализации виртуальных состояний психики.

Таким образом, философско-методологический анализ науки в ее историческом развитии обнаруживает диалог и взаимодействие естественнонаучного, технического и социально-гуманитарного знания, обеспечивает обоснование стратегических задач по формированию новых мировоззренческих и ценностных ориентаций современной цивилизации.

### Литература

1. Барковская А.В. Антропологическая парадигма в философии природы. Мн., 2000.
2. Берков В.Ф. Философия и методология науки. Мн., 2004.
3. Биоэтика. Вопросы и ответы / под ред. Б.Г. Юдина, П.Д. Тищенко. М.: Прогресс-Традиция., 2005.
4. Вернадский В.А. Размышления натуралиста. М., 1977.
5. Виртуальная реальность как феномен науки, техники и культуры. СПб., 1996.
6. Горохов В.Г., Розин В.М. Введение в философию техники: учеб. пособие. М., 1998.
7. Горохов В.Г., Степин В.С. Философия науки и техники. М., 1995.
8. Иванов Б.И., Чешев В.В. Становление и развитие технических наук. Л., 1977.
9. Моделирование сложных систем и виртуальная реальность. М., 1995.
10. Огурцов А.П. Дисциплинарная структура науки: ее генезис и обоснование. М., 1988.
11. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986.
12. Ракитов А.И. Философия компьютерной революции. М., 1993.
13. Степин В.С. Теоретическое знание. Структура, историческая эволюция. М.: Прогресс-Традиция, 2003.
14. Степин В.С. Саморазвивающиеся системы: новые стратегии деятельности // Вестник Российского философского общества. 2003. № 2.
15. Степин В.С. Теоретическое знание. М., 2000.
16. Яскевич Я.С. Философия и методология науки. Вопросы и ответы. Мн., 2007.

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

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**

**Выпуск 3**

Редактор И.Н. Никитина  
Компьютерная верстка А.С. Левченко, Д.И. Алябьев

Лицензия ИД № 06248 от 12.11.2001 г.

Подписано в печать 22.07.2010 г.  
Формат 60x84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 7,4  
Заказ \_\_\_\_\_ Тираж 100 экз.

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

---

Отпечатано в лаборатории информационно-методического обеспечения  
Курского государственного университета



