УДК 101.1:510.2

Системный стиль научного мышления в философской концепции обоснования математики

Н. В. Михайлова, кандидат философских наук, доцент*

Работа посвящена философской концепции обоснования математики в контексте системного стиля научного мышления, разработанного в современной философии науки. Выявляются наиболее существенные черты математического и системного стилей мышления, а также необходимость последнего в анализе философско-методологической проблемы обоснования современной математики. В математике выделяют аналитический и интуитивный стили мышления. Аналитический стиль мышления в математике отличается от интуитивного тем, что он принимает выверенную форму дедуктивного рассуждения. Своеобразие системного стиля мышления связано с природой системных исследований, так как в них обобщаются элементы всех прежних стилей, интегрируемых в системную целостность.

Ключевые слова: обоснование математики, системный стиль мышления, идея целостности.

System style of scientific thinking in the philosophical concept of the foundations of mathematics

N. V. Michailova, PhD in Philosophy, Assosiate Professor

The paper is devoted to the philosophical concept of the foundations of mathematics in the context of a system scientific thinking style, developed in contemporary philosophy of science. The most important features of mathematical and of a system thinking styles and the necessity of the latest to analyze the philosophical and methodological problem of justification of contemporary mathematics are revealed. Analytical and intuitive styles of thinking are distinguished in mathematics. Analytical style of thinking in mathematics is different from the intuitive because it takes an adjusted form of deductive reasoning. The peculiarity of the system way of thinking is connected with the nature of systematic research, as they have compiled all the previous elements of styles that can be integrated into the system integrity.

Key words: justification of mathematics, the system way of thinking, the idea of integrity.

При философском анализе стиля научного мышления, например в современной математике, неизбежно обращение к истории формирования научных теорий в контексте научно-познавательной деятельности с учетом единства смыслового пространства научного сообщества в тот или иной исторический период. Размышляя о природе математического умозаключения, Анри Пуанкаре писал: «Самая возможность математического познания кажется неразрешимым противоречием. Если эта наука является дедуктивной только по внешности, то откуда у нее берется та совершенная строгость, которую никто не решается подвергнуть сомнению? Если, напротив, все предложения, которые она выдвигает, могут быть выведены одни из других по правилам формальной логики, то каким образом математика не сводится к бесконечной тавтологии?» [1, с. 11]. Это противоречие актуализируется, например, при прочтении какой-нибудь математической книги, на каждой странице которой автор выражает намерение обобщить уже известные и доказанные теоремы. Можно ли предположить тогда, что математический стиль мышления ведет от частного к общему, то есть является индуктивистским? Если да, то тогда почему, говоря о математическом методе, принято называть его дедуктивным? Философско-методологический анализ математического стиля мышления показывает, что математическое умозаключение заключает в себе особый род творческой силы.

Благодаря проведенному философскому анализу можно утверждать, что понятие стиля научного мышления содержит в себе следующие две ключевые идеи. Во-первых, это идея целостности познания, которая характеризуется в стиле с помощью специфической характеристики языка для различных периодов развития науки, а во-вторых, это идея поливариантности, которая предполагает стилистическое многообразие для выражения знания. Идеи целостности и поливариантности открывают новые возможности перед философско-методологической рефлексией над проблемой обоснования математики. Но эти философские

* Заведующая кафедрой социально-гуманитарных дисциплин Минского государственного высшего радиотехнического колледжа.

идеи, акцентирующие и концептуализирующие методологический смысл понятия стиля научного мышления, например в сложноорганизованном математическом знании, обнаруживают его не непосредственно, для чего требуется специальная математическая подготовка, а в контексте анализа социально-психологических аспектов математического мышления. С точки зрения проблемы обоснования математики и в плане конкретизации стиля математического мышления особую эпистемологическую значимость представляет смысловая целостность познавательной деятельности, которая фиксируется стилем научного мышления. Математический стиль мышления, согласно определению философа математики В. Э. Войцеховича, «это целостное единство содержания и формы математического творчества и его результата — научного произведения; это единство идеи и ее доказательства (обоснования и изложения). Стиль является неотъемлемой характеристикой личности автора и его математического творчества (под личностью здесь понимается отдельный ученый, сообщество, научная школа)» [2, с. 495]. Существенные отличия математического стиля мышления от «повседневного» стиля мышления обусловлены прежде всего абстрактностью математических объектов и конструкций, а также повышенными требованиями, предъявляемыми к языку математики.

Например, постепенное расширение натурального ряда последовательно приводит к появлению отрицательных, рациональных, а с помощью идеи непрерывности — вещественных чисел. Действительные числа необходимы вовсе не для математических вычислений. Их главная методологическая роль состоит в том, что они делают работоспособными многие теоретически важные инструменты математического познания, глубинная философская суть которых — придание строгости, точности и «законности» предельным переходам, что практически обеспечивает возможность дифференцирования, интегрирования и использование многих функций, поскольку, несколько упрощая ситуацию, можно сказать, что весь математический анализ базируется на понятии предела. Процесс методологического расширения понятия числа происходит под контролем философской идеологии выполнимости алгебраических операций и заканчивается на комплексных числах. А что будет, если начинать не с натурального ряда, а с чего-то другого? Правда, при этом становится неясно, что понимать под сложением и умножением, но именно при таком прорыве в другую нишу понимания рождается абстрактная алгебра, в частности, векторное исчисление. Могут быть и потери — так, для векторного произведения не выполняются свойства ассоциативности и коммутативности, но зато справедлив дистрибутивный закон. В чем же тогда реальные перспективы такого стиля мышления? Например, в том, что многие теоремы, доказательство которых в «довекторные времена» занимало десятки страниц математического текста, стали доказываться в одно касание. Как следствие, появилась обозримость доказательства, а также открылись широкие возможности для решения новых задач. Благодаря этому возникло громадное поле для исследований, что способствовало новому притоку результатов. Именно такие факторы и определяют поворотные пункты развития математики, которые рождаются на основе создания новых категорий математического мышления. Они не обязательно зависят от решения математически сложных задач типа великой теоремы Ферма. Следует отметить, что сложная задача может стать вехой в развитии математики лишь в том случае, когда ее решение приводит к появлению новых методологий, открытие которых, как правило, имеет источником не одну, а целую совокупность причин, как, например, при открытии исчисления бесконечно малых в истории математики.

Математики уже сталкивались с такой философской проблемой, когда длительное неприятие неевклидовых геометрий было обусловлено не наличием математических ошибок, а определенными философскими представлениями. Следует отметить, что значение математики для философии вообще и философии науки в частности связывают в основном с фундаментальным открытием неевклидовых геометрий. Критиков смущало не отсутствие доказательства непротиворечивости неевклидовой геометрии, а прежде всего то, что они привыкли к геометрии, имеющей дело с реальным пространством, которое описывалось евклидовой геометрией. С одной стороны, хотя евклидова геометрия является непротиворечивой в самой себе системой понятий, отсюда еще не следует, что она имеет «законную силу» в действительности. Но с другой стороны, например, неевклидова геометрия Лобачевского реально показала, что математические теории не определены исключительно одним физическим опытом и нуждаются в особом обосновании. Очевидно, что неевклидовы геометрии являлись абстрактными теоретическими конструкциями математиков, а их непротиворечивость была доказана математиками в предположении, что непротиворечива классическая евклидова геометрия. Позднее вопрос об истинности определенной геометрической теории оказался перенесенным в плоскость физического рассмотрения. В действительности физика, а не математика решает сейчас, какая из геометрий истинна в смысле соответствия реальности. С точки зрения философского обоснования математики более корректное утверждение состоит в том, что разнообразные геометрии только доказывают возможность существования логически непротиворечивых систем, которые могут найти применение в физических теориях. Следует отметить, что становление неевклидовых геометрий способствовало концептуальному оформлению философской идеи релятивизации сознания, которая по существу репрезентирует тенденции переосмысления классического стиля мышления в математике.

Знание современных стилей мышления обладает определенной философской и эвристической ценностью. Для реального стиля математического мышления характерно то, что оно не выражает истину о внешнем мире, а связано с нашими способностями к умственным построениям. Чувственные интуиции, в том числе и математического знания, идентифицируются прежде всего как источник познания случайных истин, а концепции, вообще говоря, в своем большинстве ассоциируются по необходимости с неизменными истинами. Не случайно в связи с открытыми в начале XX в. парадоксами теории множеств Давид Гильберт в докладе «О бесконечном» (1925) говорил: «Подумайте, в математике — этом образце надежности и истинности — понятия и умозаключения, как их всякий изучает, преподает и применяет, приводят к нелепостям. Где же тогда искать надежность и истинность, если само математическое мышление дает осечку?» [3, с. 438]. Но существует вполне удовлетворительный путь, следуя по которому, можно избежать парадоксов. Он основывается на философском анализе плодотворных способов образования математических понятий, годящихся к дальнейшему использованию, и на установлении уровня надежности умозаключений, имеющегося в тех разделах математики, в которых никто не сомневается. Но достижение этой цели в современной математике возможно лишь на пути философского выявления сущности бесконечности. Следует заметить, что к математической истине как готовому результату понятие истины неприменимо, поскольку истина лежит в конце, а не в начале математического исследования. Хотя это не исключает того, что математические истины нуждаются в коррективах, так как истинное знание должно сочетать в себе фундаментальную глубину с комплексной широтой охвата подчас весьма отдаленных фактов, влияющих на объекты теоретических математических исследований. Но всякая научная интеллектуальная деятельность, в том числе математическое рассуждение, наряду с логической аргументированностью характеризуется еще и особым стилем. Поэтому нет смысла противопоставлять эти два аспекта или искать между ними компромисс.

Все же представляется вполне уместным зафиксировать, что, говоря о современном стиле математического мышления в контексте обоснования решений научных проблем, мы имеем в виду нечто гораздо более сложное, определяемое общими чертами современного состояния философии науки в целом. С точки зрения философии науки важно понять, что можно прояснить с помощью характеристики понятия стиля. Несмотря на различие стилей между отдельными математиками и математическими школами, они стремятся к строгости и обоснованности, поэтому именно математика остается наиболее последовательной и успешной интеллектуальной попыткой создать эффективное мышление, а огромные достижения современной математики показывают, на что способен человеческий разум. В любых ситуациях попрежнему востребованы рационально обоснованные нормы и принципы методологии математического познания. В качестве типичного примера можно рассмотреть удивительный знакочередующийся ряд Лейбница, заменяющий беспорядочное чередование цифр в десятичном разложении числа π на регулярную последовательность членов бесконечного числового ряда. Такие ряды смогли сделать рациональной ту математическую реальность, которая казалась исключительно иррациональной. Нельзя не согласиться также с тем, что результатом математической работы вне зависимости от стиля, которого придерживаются профессиональные математики, являются доказательные рассуждения. Если рассматривать доказательство как процесс, то независимо от стиля мышления он не обходится без релятивизации нерациональных аспектов познания. В связи с этим философ математики Л. Б. Султанова выделяет аналитический и интуитивный стили мышления. Можно сказать, считает она, что «математик обладает интуитивным стилем мышления, когда, работая долго над проблемой, он неожиданно получает решение, которое еще формально не обосновал» [4, с. 67]. При интуитивном ответе на вопрос плохо осознается сам процесс его получения, основанный на восприятии проблемы в целом, так как интуитивное мышление осуществляется в виде скачков с пропусками последовательных звеньев решения. Это отличает его от аналитического стиля мышления, поскольку аналитическое мышление позволяет выразить отдельные этапы в процессе решения задачи, то есть оно принимает выверенную форму дедуктивного рассуждения, которое, в отличие от интуитивного мышления, требует проверки выводов аналитическими средствами, хотя они по существу дополняют друг друга. Аналитический язык математики добился больших успехов в теории познания, но поскольку не существует общепринятого подхода к теории познания, то аналитический стиль мышления не является единственным методом научного познания в философии науки.

Для понимания взаимосвязи направлений обоснования современной математики необходим новый образ мышления, отличный от анализа, а именно — системное мышление. Прежде всего обратим внимание на отличие аналитического и системного подходов к проблеме обоснования. Аналитическое мышление в проблеме обоснования представляет собой трехступенчатый мыслительный процесс, в котором сначала объект исследования разбивается на части, затем ученый пытается анализировать поведение каждого элемента в отдельности, а после этого наконец происходит синтез полученных суждений для объяснения целого. Системное мышление в обосновании математики изучает ее с философской точки зрения многомерности, открытости, целостности и рассматривает роль системы обоснования в функционировании единого математического знания. В основе концепции системной методологии наряду с активным участием субъекта исследования, реагирующего на последствия культурных установок, лежит моделирование, которое состоит из двух отдельных стадий — идеализации и реализации. Системная методология трудно поддается полной и четкой спецификации, поскольку в системном моделировании, образно говоря, столько же философии, сколько и науки. Поэтому философски целесообразнее иногда говорить о не столь строго определенном предмете, как системная методология, а, например, о «системном мышлении» как совокупности методов и способов исследования, а также описания и способов конструирования систем. Интуитивные представления о системном мышлении могут быть конкретизированы при обращении к его истории. «Как хорошо известно, — напоминает философ науки В. Н. Садовский, — историческая последовательность научных событий — открытий, формулирования гипотез, построения теорий и т. д. — часто не совпадает с последовательностью влияния этих событий на научное сообщество. Именно такая ситуация имела место с системным мышлением» [5, с. 26]. Поэтому на становление и развитие системного мышления с точки зрения обосновательной деятельности в философии математики целесообразно посмотреть в аспекте организационных принципов системного мышления.

Во-первых, необходимо отделить процесс формулировки гипотезы при разработке адекватной предпринятому исследованию модели от конкретизации и выработки решения. Наибольшие трудности создает способ формулировки гипотезы исходя из имеющихся в нашем распоряжении пусть неадекватных, но уже готовых решений. Учитывая многообразие различных подходов к обоснованию математики, существующие подходы — это весьма удобная защита от реальности, точнее, от реальных проблем современного математического знания. Во-вторых, чтобы обеспечить формулировку гипотезы исследования безвредного влияния готовых решений, следует независимо от других заниматься контекстом, проблемой и решением. Американский специалист по системному проектированию Джамшид Гараедаги выделяет исходные посылки системного мышления, которые тезисно кратко можно сформулировать с помощью следующих положений. Во-первых, «с системной точки зрения ни проблему, ни ее решение рассматривать вне контекста бессмысленно». Во-вторых, «с точки зрения системного мышления именно решение должно подгоняться под проблему, а не наоборот». Поэтому, в-третьих, «следует разрабатывать новые схемы, а не полагаться на ряд одних и тех же давно известных решений» [6, с. 288]. То есть можно уже зафиксировать, что философской спецификой системного стиля мышления является разделение трех стадий исследования — понимания контекста, формулировки проблемы и выработки решения.

Конкретизация этих подходов с точки зрения системного стиля мышления состоит в том, что увидеть, например, целостность новой концепции обоснования математики можно только при одновременном философском восприятии структуры, функции и процесса, которые как три стороны одного и того же явления определяют целое или дают возможность его понять. В частности, структура выявляет компоненты и их связи, функция обуславливает полученные результаты, а процесс в явной форме описывает последовательность тех действий и технологий, которые необходимы для получения искомого результата. К этому можно добавить, что, согласно принятой в философии науки классификации типов научной рациональности, классическая рациональность занимается вопросами структуры, вокруг которой строится объяснение и которая задается в математическом мышлении как целостность, то есть занимается анализом. Неклассическая рациональность концентрирует внимание на функциях, которые в контексте философского исследования не обязательно должны быть детально расчлененными, то есть по существу занимается синтезом. Постнеклассическая рациональность выделяет сам процесс, с одной стороны, дающий возможность установить обоснованность целостного восприятия системы, включающего все эти три составляющие или направления исследования, а с другой стороны, представление о целостности, например программы обоснования математики, которое в значительной степени контролирует сам процесс познания.

С точки зрения проблемы обоснования системная постановка проблемы предполагает ряд методологических требований. Рассматривая системный подход как методологическое направление научного исследования, Э. Г. Юдин считает: «Во-первых, это должна быть новая постановка проблемы, позволяющая по-новому увидеть объект и очертить реальность, подлежащую исследованию. Во-вторых, должен быть выполнен минимум условий, делающих последующее исследование системным» [7, с. 147]. К этим условиям можно отнести целостность объекта исследования, вычленение системообразующих связей и выявление структурных характеристик. Если говорить о системном подходе в обосновании математики, то следует отметить, что процесс внедрения новых методологических идей в научное познание подчиняется в конкретно-научном знании своим особым, пока еще полностью не исследованным закономерностям. Так при заметных успехах известных систем научного поиска, таких как анализ, синтез и бихевиоризм, ориентирующийся на поведение и процесс, они по-разному пытаются увидеть целое. Напомним, что анализ был основой классической науки, полагающей, что целое есть сумма частей, поэтому для его понимания необходимо и достаточно понять его структуру. Синтез признавал основной философской характеристикой системы ее конечный результат, то есть был главным методологическим инструментарием функционального подхода. Бихевиоризм, акцентирующий внимание на вопросе «как?», ориентировался на процесс, чтобы найти подход к определению целого.

Структурная и функциональная стороны системного типа мышления обладают относительной самостоятельностью. Их характерные отличия в интерпретации Э. М. Сороко проявляются в следующем: «Структурная организация есть тип, порядок и т. п. распределения составляющих системы как частей в целом, способ их связи, соподчиненности, характер иерархии. <...> Функциональная же организация по существу представляет собой известный порядок и последовательность в выполнении системой необходимых ей действий, направленных на достижение ближайших и долговременных целей» [8, с. 132]. Несмотря на относительную самостоятельность структуры и функции как двух противоположных сторон системы, можно говорить об их единстве в стратегии системного стиля мышления. Поскольку структурная организация системы формируется таким образом, чтобы наилучшим способом отвечать выполняемым системой функциям. Поэтому функциональную организацию системы можно интерпретировать как структурную ее организацию в процессе ее развития с точки зрения целесообразной деятельности и способов ее самоорганизации. В таком контексте структура репрезентирует «моментальную фиксацию» состояния системы в процессе ее развития. Добавим к этому, что среди основных свойств систем, связанных со структурой, можно выделить целостность, то есть первичность целого по отношению к частям. Кроме того, к свойствам систем, связанных с функциями, относится синергичность, то есть взаимодействие компонентов, усиливающих эффективность функционирования системы. Наконец, к свойствам систем, связанным с особенностями процесса их развития, можно отнести адаптивность, то есть стремление к состоянию устойчивого равновесия. Следовательно, можно заключить, что с точки зрения системного стиля мышления процесс становления математических теорий призван объяснить, каким образом математические структуры выполняют при их взаимодействии функцию целостного восприятия, основанного на надежности всей совокупности современного математического знания.

Многообразие употребления понятия «стиль мышления», фиксирующего внимание на устойчивых тенденциях познавательного процесса на конкретном историческом этапе, приводит к следующему вопросу: в чем проявляется своеобразие системного стиля мышления? При ответе на этот вопрос сошлемся на мнение специалиста в этой области И. Б. Новика: «Думается, что эта специфичность прежде всего связана с обобщающе-синтетической природой системных исследований: в них аккумулируются элементы всех прежних стилей, интегрированных в целостное методологическое общенаучное и междисциплинарное образование» [9, с. 7]. С точки зрения методологии системного стиля мышления основной методикой его изучения служит вычленение из реального познавательного процесса, например, обоснования математики, обобщающих тенденций, которые, во-первых, констатируют реальное состояние математики, а во-вторых, намечают методологически возможные пути ее прогресса. В контексте проблемы обоснования единство современной математики в виде «расчлененной целостности» пока что в философии математики не реализовано. Но можно предположить, что мера единства математического знания, которая доступна современному этапу развития математики, философски фиксируется в системном стиле мышления. Известно, что любой серьезный шаг в прогрессе познания зависит от философско-методологической разработки новых стилей мышления. Наиболее фундаментальной особенностью системного стиля мышления в проблеме обоснования математики можно считать его ориентацию на интеграцию системного и синергетического движения мысли, реализуемого в компьютерной математике. Следует также отметить, что хотя системный стиль мышления обладает высокой степенью общности, это не превращает его в особую философскую методологию, поскольку системный стиль мышления, например в подходе к решению проблемы обоснования математики, дает лишь инструментарий решения сложных философских проблем. Отсюда следует важный вывод о том, что стратегия исследования проблемы обоснования современной математики должна включать анализ как актуального, так и потенциального состояния этой сложной системы знания.

Философско-теоретические правдоподобные построения не являются единственным подходом к обоснованию. Другой путь — это математическая интерпретация или понимание проблемы обоснования изнутри, то есть непосредственное знание, совершенно отличное от философского знания, поскольку понятие обоснованности математического мышления охватывает не только доказательные, но и вероятностные рассуждения. Практическая эффективность современной математики, развивающейся в своей основной части в рамках программы формализма, требует также философского переосмысления методологических установок гильбертовой метаматематики и выявления нового смысла процессуальности системы современного математического знания с упором на практический способ его самоорганизации. Внешне этот переход выглядит как отказ от представления о математике как интегративной совокупности аксиоматических структур, но расширение философских смыслов процедур обоснования связано как раз с новым пониманием сути внутреннего математического обоснования теорий.

Список цитированных источников

1. *Пуанкаре, А.* О науке / А. Пуанкаре. — М., 1983.

2. *Войцехович, В. Э.* Господствующие стили математического мышления / В. Э. Войцехович // Стили в математике: социокультурная философия математики. — СПб., 1999. — С. 495—505.

3. *Гильберт, Д.* Избранные труды: в 2 т. / Д. Гильберт. — Т. II: Анализ. Физика. Проблемы. — М., 1998.

4. *Султанова, Л. Б.* Роль интуиции и неявного знания в формировании стиля математического мышления / Л. Б. Султанова // Стили в математике: социокультурная философия математики. — СПб., 1999. — С. 66—76.

5. *Садовский, В. Н.* Людвиг фон Берталанфи и развитие системных исследований в XX веке / В. Н. Садовский // Системный подход в современной науке. — М., 2004. — С. 7—36.

6. *Гараедаги, Дж.* Системное мышление: Как управлять хаосом и сложными процессами / Дж. Гараедаги. — Минск, 2010.

7. *Юдин, Э. Г.* Системный подход и принцип деятельности: Методологические проблемы современной науки / Э. Г. Юдин. — М., 1978.

8. *Сороко, Э. М.* Золотые сечения, процессы самоорганизации и эволюции систем: введение в общую теорию гармонии систем / Э. М. Сороко. — 2-е изд. — М., 2006.

9. *Новик, И. Б.* Системный стиль мышления. Особенности познания и управления в сложных системах / И. Б. Новик. — М., 1986.

Дата поступления в редакцию: 24.09.2012 г.