

УДК 007 : 50+51

**«ПРЕДУСТАНОВЛЕННАЯ ГАРМОНИЯ» ЛЕЙБНИЦА И СИСТЕМНЫЙ
ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МАТЕМАТИКИ**

© В. Я. Перминов

*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, МГУ, Ломоносовский проспект д. 27, корп. 4*

тел: +7(495)939-13-46

E-mail: perminov_v@list.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с объяснением эффективности практического применения результатов математики. Предлагается подход к объяснению этого явления, основанный на метафизике Лейбница, современной теории систем, а также на представлении о внерациональных критериях отбора, заключенных в моделях «потребного будущего».

Ключевые слова: *математическая абстракция, математическое предвосхищение, искусственная система, модель «потребного будущего», интуиция, социальный инстинкт, конвенция, неосознаваемые критерии отбора.*

Введение

История развития математики постоянно демонстрирует нам некоторую, не вполне понятную эффективность практического применения математики. Проблема заключается в том, что объекты математики по определению являются абстракциями разного уровня, созданными для решения внутренних задач. На первый взгляд, эти объекты далекие от каких-либо содержательных интуиций. Однако, впоследствии они получают эмпирическую интерпретацию и оказываются незаменимыми для описания физической реальности. Обнаруживается, таким образом, несомненная согласованность между развитием собственно математических, т.е. «внутренних» понятий, и потребностями прикладной математики. Ниже будут сформулированы некоторые гипотезы о механизмах этой согласованности.

1. Уточнение вопроса

Математическое мышление не фокусируется на понятиях, близких к опыту и интуиции. На базе имеющихся объектов и операций вводятся другие объекты и операции, более высокого уровня абстракции, не связанные с интуитивной основой исходных объектов. Это движение от конкретного и интуитивно ясного к абстрактному и формальному подтверждается множеством примеров. В частности, известно, что поиски решений кубического уравнения привели к введению мнимых чисел, попытки обосновать пятый постулат Евклида завершились созданием неевклидовой геометрии, аналитическое выражение отношений трехмерного евклидова пространства привело к идее многомерного пространства. Такого рода производные объекты, как абстракции более высокого уровня, вводятся с целью унификации математического знания. Развитие этих структур позволяет объединить разнородные математические теории, выработать общий взгляд на проблемы, упростить внутреннюю структуру математического знания. В свое время Лейбниц такого рода образы (он говорил о мнимых числах) называл «полезными

фикциями», которые сами по себе ничего не означают, но необходимы для решения реальных задач. Л. Карно считал, что в математике вводятся два рода «количеств»: количества реальные, посредством которых мы описываем мир, и количества фиктивные (неозначенные), принимаемые в качестве средства решения задач.

Практика показала, однако, что неозначенные образы не остаются навсегда в своей внутриматематической роли, они, как правило, находят эмпирическую интерпретацию и переходят в сферу образов, имеющих прикладное значение. Поскольку такие интерпретации для абстрактных объектов и концепций математики обнаруживаются обычно в связи с новыми достижениями теоретического естествознания, то можно сказать, что математика в своём внутреннем развитии предвосхищает будущее развитие физики в плане необходимых формальных средств.

На эту особенность взаимодействия математики и физики указывает Ф. Клейн в работе, посвященной применению проективных метрик в теории относительности [1]. А. Эйнштейн в статье о Кеплере высказывал восхищение загадочной гармонией природы и мысли, благодаря которой геометрические фигуры, придуманные древними, а именно, эллипс и гипербола, нашли в новое время реализацию в орбитах небесных тел [2, с.123–124]. Д. Гильберт в развитии математики видел проявление лейбницевской «предустановленной гармонии» [3, с. 460].

Приведем высказывание выдающегося французского математика Ж. Дьедонне, в котором дана общая характеристика этого явления. «В совсем недавнее время, – пишет Дьедонне, – мы были свидетелями неоднократно повторявшейся ситуации, непостижимой для физиков и философов, когда с удивлением замечают, что математический аппарат, необходимый для развития появившихся революционных концепций современной физики, таких как теория относительности и квантовая механика, уже задолго до их рождения был создан и развит в связи с внутренними проблемами математики, вне каких-либо подозрений, что этот аппарат может когда-нибудь получить другое приложение» [4, с. 20].

История математики, в особенности история последних двух столетий её развития, показывает, что абстрактная математика, развиваясь в интенции на решение внутренних задач, некоторым образом предвосхищает потребности будущей физики в средствах описания реальности. Гносеологическая проблема состоит в том, чтобы объяснить эту связь. Очевидно, что существуют механизмы, формирующие абстрактные структуры математики таким образом, что они становятся перспективными для эмпирической интерпретации и приложения. Мы должны уяснить природу этих механизмов.

Представляется, что в общем процессе такого, «предвосхищающего», развития математики можно выделить явления трех типов, которые существенно отличаются друг от друга:

1. Способность математических образов, генетически связанных с конкретным содержанием, получать новые интерпретации, служить для выражения другого содержания. В качестве примера можно указать на дифференциальные уравнения, которые будучи введены для описания конкретных физических процессов, находят впоследствии применения далеко за пределами первоначальной области.

2. Способность абстрактных математических образов, изначально свободных от содержательной интерпретации, получать такую интерпретацию и превращаться в аппарат эмпирической теории. В истории науки последних двух столетий мы видим большое число

таких случаев. В качестве примера можно указать на использование неевклидовых геометрий в теории относительности и на использование теории групп в физике элементарных частиц.

3. «Непостижимая» экстраполябельность физических законов, выраженных в адекватной математической форме: законы Ньютона, уравнение Максвелла, уравнение Шредингера и т. п. Математическая формула оказывается в некотором смысле устойчивее и перспективнее прямых обобщений опыта, так как часто выясняется, что сами опытные обобщения, первоначально находившиеся в противоречии с математическим законом, претерпевают новую интерпретацию, и, в конечном счёте, всё равно согласуются с этим законом.

Во всех этих случаях мы видим проявление некоторой целесообразности, как бы заключённой в понятиях математики, согласно которой, понятия и образы математики, заданные на основе содержательных интуиций, обладают способностью выходить за пределы этих интуиций, а образы, которые появились вне какого-либо содержания, это содержание приобретают и становятся частью прикладной математики. Мы видим также, что математические формулы из средства описания опыта все более превращаются в средство систематизации и переосмысления самого опыта.

2. Попытки объяснения

В настоящее время намечено несколько подходов к объяснению этого явления. Прежде всего, здесь нужно указать на попытки натурфилософского объяснения, исходным пунктом которого является утверждение некоторой изначальной гармонии природы, и мозговых (физиологических) структур, как части этой природы. В 50-х годах эту идею развивал французский инженер и философ А. Ламуш. Согласно Ламушу, три основные сферы реальности – неживая природа, жизнь и мышление – подчинены единому ритму, который, в свою очередь, определен принципом экономии средств. Во всех этих сферах действует аналогичный механизм появления нового, а, конкретно, конструирование новых элементов из существующих, уже имеющихся, в соответствии с правилами композиции и подобия. Свободное конструирование математика, с этой точки зрения, с высокой вероятностью остается в пределах форм, реализуемых природой, поскольку оно неизбежно имитирует способы конструирования природы [5].

Идея Ламуша о подобию механизма появления нового в природе и в мышлении имеет основания. Однако, взятая как общий принцип, она неправомерно ограничивает возможности внутреннего конструирования в математике. Легко видеть, что внутреннее развитие математики не подчинено какой-либо онтологии, и не ограничивает себя операциями, имеющими онтологический смысл. Математика в своем внутреннем развитии, отталкиваясь от реальных форм, радикально уходит за их пределы.

Представляется, что конструирование в природе и конструирование в мышлении не протекают параллельно, и не обладают сколько-нибудь существенным подобием. Если двоичная логика может быть согласована со здравым смыслом в своих операциях, то уже трехзначная логика, которая формально возможна, представляется чисто искусственной и фиктивной: она вряд ли может быть понята как естественное усложнение двоичной логики по принципу подобия. Современные математические структуры часто основаны на отрицании таких естественных качеств математических величин, как непрерывность,

аддитивность, коммутативность, и, таким образом, они не могут быть поняты в качестве развития и усложнения предшествующих структур. Это значит, что онтологические принципы не являются руководящими для становления абстрактной математики, и ее стремление к реальным формам нельзя вывести из онтологической интерпретации процесса ее развития.

Существует также объяснение, которое можно назвать логико-генетическим. Основная его идея состоит в том, что каждый абстрактный образ математики логически произведен от некоторого конкретного интерпретированного образа. Но если это так, то он сохраняет в себе часть содержания исходного образа, и благодаря этому сам получает, в конечном итоге, содержательную интерпретацию. Конкретизируя эту идею, А. Григорян вводит понятие структурирования. Абстрактные образы математики, по его мнению, есть ни что иное, как структурирование (концептуально развернутое представление) некоторых аспектов конкретного образа. Вследствие этого каждый абстрактный (не интерпретированный) образ с самого начала является потенциально связанным со сферой определенных эмпирических отношений [6, с. 121–122].

Такого рода объяснения содержат долю истины, но в целом также не могут быть приняты как удовлетворительные.

Во-первых, неинтерпретированная математика состоит не только из обобщений и абстракций (в этих случаях действительно можно говорить о сохранении определенных аспектов содержания), но в значительной мере из логических альтернатив конкретному образу, т. е. из образов, которые уже своей логической структурой заведомо отрицают естественную интерпретацию исходного образа. Во-вторых, даже в тех случаях, когда некоторая содержательная наследственность имеет место, она, как показывает опыт, далеко не определяет сферы приложения абстрактного образа. Многозначные логики являются обобщением обычной двузначной логики, но находят интерпретацию и приложения в технике, а не только в исследовании собственно логических связей. Такого рода примеры, число которых необозримо, заставляют признать, что идея генетического родства ни в коей мере не способна объяснить всех практически реализующихся ипостасей эффективности математических абстракций.

Вл. П. Визгин высказывал идею, суть которой состоит в том, что тенденцию к офизичению абстрактных образов можно объяснить историко-научным анализом каждого отдельного случая такого явления. По его мнению, становление каждой как угодно абстрактной, математической концепции скрытым образом опосредовано некоторыми физическими соображениями, и последующее использование этой концепции в физике представляет собой ни что иное как «возвращение долга» физике со стороны математики. Мистические стороны эффективности абстрактной математики, по мнению Визгина, немедленно исчезают при историческом анализе, который может выявить физические интуиции, определившие становление данной математической концепции [7, с. 35].

Учет физического опосредования математических идей, безусловно, существенен для понимания истоков эффективности применения результатов математики в физике. С полным правом можно утверждать, что теория групп, используемая в современной физике, далека от той теории, которая возникла в недрах математики в связи с проблемой разрешимости уравнений в радикалах: она обогащена и конкретизирована во взаимодействии с геометрическими и физическими идеями XIX века. Если это так, то мы

излишне драматизируем и мистифицируем проблему отношения математики к физике, оставляя в тени явное и неявное влияние физических идей на становление абстрактных математических структур.

Однако, такого рода семантический анализ также не приближает нас к решению проблемы эффективности математических абстракций. Для подавляющего числа математических концепций семантический анализ вообще не может дать каких-либо существенных результатов, так как их становление всецело детерминировано внутренними задачами. И даже в тех случаях, когда физические интуиции играют заметную роль, их раскрытие в действительности мало что объясняет. Абстрактные структуры математики обладают способностью к содержательно различным воплощениям, что никоим образом не может быть объяснено исходя из индивидуальных особенностей их происхождения.

Визгин, безусловно, прав в том, что тайна непостижимой эффективности математики может быть раскрыта только через анализ исторического взаимодействия математики и физики, представляющего собой «игру между мышлением и опытом». Основной вопрос, однако, состоит в том, в каких моментах должна быть раскрыта эта «игра», какие понятия должны быть введены для того, чтобы неясные для нас аспекты эффективности математики получили объяснение в соответствии со строгим смыслом этого понятия. Представляется, что ориентация на индивидуальное объяснение каждого случая вхождения математического понятия в систему эмпирической науки через анализ влияния физических интуиций, наследственности по смыслу и т.п., совершенно несостоятельна. Мы имеем здесь дело не с набором индивидуальных связей, а с некоторой общей тенденцией, которая нуждается в объяснении из более широкого контекста.

3. Опережающее развитие искусственных систем

Тезис Лейбница о предустановленной гармонии, царящей в мире и согласующей все его части в едином потоке совершенствования, обладает привлекательностью для философского ума, но он слишком абстрактен для того, чтобы быть базой объяснения методологических закономерностей. Мы будем здесь исходить из более конкретной и более осязаемой предпосылки, относящейся к развитию искусственных систем.

Человеческое общество в процессе своей жизнедеятельности создает специфические развивающиеся системы, соответствующие основным направлениям его активности. К таким системам относятся язык, наука, техника, искусство, система образования и т.д. Эти системы являются искусственными в том смысле, что они появляются и развиваются только в социуме, как результат деятельности людей и в качестве материальной организации той или другой стороны социальной деятельности.

Хотя искусственные системы создаются и совершенствуются людьми, они могут рассматриваться независимо от человека, как автономные саморазвивающиеся и внутренне детерминированные системы, в которых появление одних феноменов необходимо приводит к появлению других, и в которых имеются объективные тенденции саморазвития, независимые от личностей, стоящих за ними. Мы можем говорить, что математика постоянных величин необходимо порождает математику переменных величин, и что переход от одной математики к другой совершился бы и в том случае, если бы по каким-то причинам не появились бы такие великие учёные как Декарт, Ньютон и Лейбниц. Наша

задача здесь состоит в том, чтобы понять внутреннюю логику искусственных систем, бросающую свет на феномен математического предвосхищения.

Каждая искусственная система имеет актуальную задачу в том смысле, что в любой данный момент она сфокусирована на решении проблем, неотложных для данного времени, вследствие чего многие связи и отношения в ней жестко детерминированы этими проблемами. Но, с другой стороны, каждая такая система автономна в том смысле, что она содержит в себе элементы, связи и отношения, которые нельзя вывести из актуальных задач. Эти связи и отношения автономны в том смысле, что они обусловлены привходящими обстоятельствами, и могли бы быть другими без ущерба для актуальной эффективности системы. Техническая задача может быть решена тем или другим образом, язык может иметь ту или иную фонетическую основу без ущерба для общения и передачи информации. Это положение действительно и для понятийных систем. Известно, что факты сами по себе не определяют системы принципов объяснения и внутренних определений теоретической системы. Но это значит, что теория, успешно объясняющая определенную совокупность фактов, является всего лишь одной из возможных теорий, выбранной на основе некоторых внелогических предпочтений. Все теории, направленные на объяснение объекта, однозначно определены системой фактов, относящихся к этому объекту, однако эти теории могут существенно различаться как по своим внутренним определениям, так и по логике объяснения.

Чем обусловлен выбор свободных компонентов искусственной системы, т.е. таких компонентов, выбор которых не предопределен актуальными задачами? Анализ развития биологических систем и деятельности сознания подсказывает нам ответ, который, как представляется, применим и ко всем искусственным системам без исключения. Мы имеем основание утверждать, что *свободное (не детерминированное актуальными задачами) развитие искусственной системы обусловлено потребностями будущего и в своей структуре предваряет эти потребности.*

Вообще, мысль о том, что будущее может некоторым образом оказывать влияние на настоящее и определять наши действия в настоящем, отнюдь не нова. Г. Спенсер, рассматривая чувства симпатии и антипатии, возникающие в отношениях между людьми, объяснял эти, на первый взгляд, ничем не обусловленные эмоции неосознанным чувством будущего. Имеются, считал он, тонкие признаки, улавливаемые нашим сознанием в жестах и поведении других людей, которые сигнализируют нам либо об опасности общения с этими людьми, либо, напротив, о полезности их в смысле нашей безопасности. Наши эмоции, по Спенсеру, говорят нам о будущем то, что не может сформулировать и выразить наш язык.

Идея предварения будущего человеческим сознанием была детально исследована нашим выдающимся биологом Н. А. Бернштейном. Бернштейн вводит понятие «модели потребного будущего», как неосознанного представления о будущей ситуации, вырабатываемого сознанием, которое, наряду с осознаваемыми мотивами, и определяет наше актуальное поведение. Можно сказать, что вся эмоциональная и мыслительная сторона человеческой личности сориентирована на будущее в том смысле, что какую бы актуальную задачу личность не решала, она решает эту задачу таким образом, чтобы наилучшим образом подготовиться к будущему. «Предварение» будущего, согласно Бернштейну, не всегда осознаваемая, но совершенно необходимая часть нашего мышления и поведения. Там,

где человеческая деятельность не детерминирована настоящим, она направлена на предвращение будущего [8].

Для понимания таких сфер социальной жизни, как искусство и наука, мы должны сделать еще один шаг в понимании предвращающей активности сознания, и перейти от личностного предвращения на уровне эмоций к социальному предвращению на уровне социального инстинкта, определяющего свободный выбор в общезначимых областях деятельности. В данном случае мы можем говорить о наличии некоторого рода неявных, но достаточно однозначных критериев отбора, не принадлежащих никому, и, тем не менее, определяющих реальный отбор в сфере искусства, научных гипотез и мировоззренческих установок. Наш выбор в этих сферах никогда не может быть оправдан рационально, ибо он определен социальным инстинктом, не поддающимся рационализации. А. Пуанкаре писал, что в математике поставлены тысячи задач, но в сфере внимания математиков всего мира находится не более сотни из них. Этот выбор не может быть объяснен ни практической полезностью, ни какими-либо иными доводами. Он вообще не может быть объяснен рационально из реалий сегодняшнего дня. Мы вправе говорить о социальной интуиции потребного будущего, которая существует в сознании математического сообщества и определяет выбор проблем и объектов, заслуживающих разработки.

Мы вправе говорить о предвосхищающей активности искусственных систем как об их фундаментальной особенности. В каждой из этих систем мы можем найти элементы новизны, не объяснимые из актуальных задач, которые, тем не менее, становятся вполне понятными с точки зрения будущего, т.е. при их ретроспективном рассмотрении.

4. Анализ математического предвосхищения

Мы имеем основания считать, что предвосхищающее развитие математики представляет в своей сущности одно из проявлений опережающего развития искусственных систем. Это значит, что мы имеем здесь дело не со случайными совпадениями некоторых физических объектов с их математическими образами, как бы заготовленными заранее, а с тенденцией к такому совпадению, которая реализуется через систему неявных критериев, производных от «модели потребного будущего».

Основная трудность в объяснении конкретных форм математического предвосхищения состоит в квалификации общих целей математики как искусственной системы. Дело в том, что искусственные системы как таковые, не могут быть поставлены на одну доску, т.е. рассмотрены в плане общей цели. Математика, техника и искусство обусловлены своими задачами, и эти задачи должны быть выявлены для каждой искусственной системы отдельно. Для понимания опережающего развития математики как ее необходимой внутренней тенденции, мы должны исходить из специфических целей математики как искусственной системы. Логика методологического объяснения требует здесь принятия некоторой конвенции, фиксирующей цели развития математического знания. Эта конвенция может показать свою адекватность в процессе объяснения, но может быть и отброшена, как не оправдавшая себя гипотеза. Здесь мы исходим из положения К. Поппера, согласно которому методологическое объяснение не может опираться на эмпирически подтвержденные истины, а всегда основано на конвенциях, оправдываемых или не оправдываемых дедуктивно [9, с. 78–81].

В качестве такого рода конвенции мы примем положение о том, что универсальная цель развития математического знания как специфической искусственной системы, состоит в максимальной математизации содержательных представлений о мире, выраженных в научных теориях, т.е. в максимальном внедрении математического метода в систему теоретического объяснения. Такое понимание задач математики может быть подтверждено анализом роли математики в развитии научного знания и некоторыми другими соображениями, но, строго говоря, мы имеем здесь дело только с конвенцией, полезной для объяснения, и не более того.

В предвосхищающем развитии математики мы выделили три рода явлений. Рассмотрим явления первого типа. Е. Вигнер в статье «Непостижимая эффективность математики в естественных науках» приводит разговор двух приятелей: один из них, будучи статистиком, использует число π в расчетах роста народонаселения, другой задает ему «наивный» вопрос: «Какое отношение имеет численность народонаселения к длине окружности?». Действительно, это совершенно различные области, и математик древности, вычисляя отношение длины окружности к диаметру, не мог, конечно, и мечтать о таком широком применении константы π , которое имеет место в современной науке. Далее, в этой связи возникает и вопрос о том, почему алгебра Буля, созданная для систематизации форм логического мышления, нашла приложение в электротехнике; и о том, почему аффинная геометрия может быть интерпретирована как пространство цветов и стать математической основой цветоводства; и о том, почему одни и те же дифференциальные уравнения могут быть использованы как для исследования колебаний струны, так и для описания связи видов в популяциях, и т.д. Подобные вопросы можно множить до бесконечности. Почему понятия математики, извлеченные из конкретного материала, начинают, так сказать, «вылезать» в сферах, значительно удаленных от математической науки?

В поиске ответа на этот вопрос важно прежде всего уяснить общесистемные корни этого явления. Легко видеть, что полифункциональность объекта, созданного первоначально для определенных конкретных целей, не является специфической для математики. Можно спросить также, почему наш обычный язык оказывается применимым для описания доселе ненаблюдаемых явлений, или почему техническую деталь, созданную для какого-либо одного типа механизмов, можно использовать при конструировании совершенно другого типа механизмов, в другой сфере техники. Даже колесо первоначально было изобретено как средство передвижения, и никто не мог и предугадать столь универсального его использования в технике будущего! Аналогия с применением числа π здесь очевидна.

Размышляя об универсальности математических образов, об их полисемантической и полифункциональности, мы затрагиваем, таким образом, общую системную закономерность: во всех этих случаях элемент системы, созданной в конкретной ситуации и для определенной цели, оказывается затем более универсальным, пригодным для других целей, предвосхищающих другие требования. Это значит, что рассматриваемое явление не специфически математическое и должно быть объяснено из особенностей функционирования искусственных систем вообще, которые создаются обществом.

Представляется, что полифункциональность в этом смысле может быть понята как некая стихийно реализующаяся экономия мышления. Как мы, например, можем объяснить выбор наиболее перспективного технического решения из нескольких возможных, если его нельзя объяснить простыми экономическими и практическими соображениями? Решая

конкретную техническую задачу, инженер выбирает между различными возможностями, которые не всегда он в состоянии оценить по их перспективности с точки зрения необходимости решения данной задачи. Здесь имеется некоторая свобода выбора, которая разрешается на уровне социального инстинкта, т.е. на уровне внерационального представления о большей перспективности данного решения перед всеми другими. Мы вправе предположить, что этот выбор совершается на основе модели «потребного будущего», в поле действия социального инстинкта, который прикрывается представлениями об оригинальности, изяществе и т.п.

Рассуждая таким образом, мы делаем достаточно сильное допущение, а именно, предполагаем, что в случае рационально неустранимых колебаний между отдельными решениями технической задачи или между математическими понятиями, наша интуиция всегда позволяет нам встать на сторону более перспективного подхода, т.е. принять техническое решение, более приемлемое с точки зрения практики будущего, и включить в математическую теорию объект, имеющий более широкие перспективы для эмпирической реализации в будущем. Общесистемный анализ позволяет оправдать такое допущение. В самом деле, мы не можем понять логики становления системы математических понятий без допущения «модели потребного будущего», и социального инстинкта, позволяющего это сделать.

Неожиданная перспективность традиционных понятий в новых областях познания говорит о том, что уже первоначальное закрепление этих понятий было продиктовано не только конкретной проблемной ситуацией, но и системой перспективного отбора, направленного на реализацию общей цели математического мышления. Перспективность математических понятий, проявляющаяся в их востребованности в различных областях человеческой деятельности, может быть объяснена, таким образом, через допущение внерационального перспективного отбора, заложенного в самом механизме образования понятий.

Второе проявление эффективности математики, состоящее в тенденции к «офизичению» внутренних (не интерпретированных) образов, в своей основе также имеет системный характер, однако требует для своего объяснения привлечения дополнительных соображений логического порядка. Математика, как уже говорилось, имеет определенную независимость от содержательных представлений при введении новых образов. Если в математической теории появляется образ M , имеющий, содержательную интерпретацию, то математик создает систему производных образов $M_1, M_2 \dots M_n$, заполняющих некоторую логическую окрестность M . Если исходному образу M соответствует система теоретических представлений Φ , и если Φ в конечном итоге заменяется некоторой системой представлений Φ_1 , являющейся обобщением Φ , то, в соответствии с принципом интерпретации, эта новая теория неизбежно потребует более общих или более абстрактных математических структур, чем M , находящихся, впрочем, в логическом родстве с M . Таким образом, уже элементарная логика связи математических и физических структур, которая характеризуется принципом соответствия и принципом интерпретации, предопределяет вероятность совпадения Φ_1 в плане математического аппарата с одной из форм $M_1, M_2 \dots M_n$.

Эти соображения не объясняют математического предвосхищения как необходимой тенденции в том отношении, что они не могут гарантировать логическую полноту образов $M_1, M_2 \dots M_n \dots$, и не могут заведомо исключить появления как угодно длинной серии

физических теорий Φ_1 Φ_2 ... Φ_n , каждая из которых в итоге потребует создания принципиально новой математической теории. Эта последняя возможность, однако, исключается, если мы будем рассматривать математическое знание как систему представлений, развивающихся под влиянием «модели потребного будущего», и стремящееся к максимальной математизации теоретических наук. Появление длинной серии физических теорий, требующих каждый раз создания новых математических абстракций и обобщений, означало бы предельную неэффективность и неустойчивость математического знания в целом. Идеальная устойчивость математики по отношению к физике недостижима, но мы имеем все основания считать, что механизмы отбора, регулирующие свободное развитие математики, направлены на ее обеспечение, и, следовательно, на принятие и разработку тех форм, которые среди прочего наиболее перспективны для содержательной интерпретации в будущем.

Математическое предвосхищение, таким образом, обусловлено логической связью математических и физических структур, а также отношением математики к физике как системы приспособляющейся (вторичной) и развивающейся под влиянием «модели потребного будущего». Последнее обстоятельство является решающим для понимания всего процесса. Само стремление математиков развивать абстрактные образы до всякого запроса со стороны физики и даже самой математики, может быть объяснено только в плане такого перспективного приспособления математики как системы. Формальная структура математики обеспечивает только принципиальную возможность опережающего развития математики. Тенденция к упреждению будущего, заложенная в механизме развития всех искусственных систем, гарантирует, что эта принципиальная возможность будет всегда реализованной.

Что касается поразительной экстраполябельности (пригодности для космологических экстраполяций) точно сформулированных законов теоретической физики, то она требует существенно другого подхода к своему обоснованию. Определенная степень экстраполябельности научного закона вытекает, конечно, из логики его становления и из системной сущности знания. Но, поднимая этот вопрос, философы и математики говорят не об экстраполябельности вообще, а о поразительно высоком качестве этой экстраполябельности. Это замечательное качество законов физики не может быть обосновано только из системных соображений; мы должны здесь привлечь некоторые соображения натурфилософского порядка, а именно, принять утверждение о простоте и единообразии законов природы на некотором их уровне.

Краткий анализ показывает, что натурфилософский аргумент присутствует и во всех наших предшествующих рассуждениях. Тенденция к динамической экономичности и перспективности есть необходимое явление в системе, возникающее из адаптивной активности общества. Но нетрудно понять, что реальный успех этой тенденции существенно зависит от разнообразия и сложности среды, в которой протекает эта активность. Мысленно усложняя среду, в которой живет общество, уменьшая устойчивость ее компонентов, мы приходим к ситуации, в которой исчезнет всякая экстраполяция и всякое предвосхищение. Таким образом, ясно, что, если разнообразные формы эффективности математики вытекают из ее системного, динамического характера, то мера этой эффективности, т. е. количественная степень соответствующих тенденций, прямо зависит от качества среды.

Следовательно, такого рода явления в целом не могут быть объяснены без определенного рода натурфилософских допущений.

Основной вывод из всего вышесказанного, состоит в том, что объяснение непостижимой эффективности математики в различных ее формах требует рассмотрения математического знания как искусственной системы, развивающейся под влиянием неосознанных критериев перспективности. Перспективное развитие математики может обладать спецификой, проистекающей из особых целей математического знания, но общей основой объяснения этого явления должно быть понимание факта наличия тенденции перспективного развития искусственных систем как таковых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клейн Ф. О геометрических основаниях Лоренцовой группы. // *Новые идеи в математике*. Вып. V, Санкт-Петербург. **1914**. №5. Вып. 5. С. 144–174.
2. Эйнштейн А. *Собрание научных трудов*. Т.4. Москва: Наука, **1967**. 600 с.
3. Гильберт Д. *Избранные труды*. Т.1, Москва: Факториал, **1998**. 575 с.
4. Дьедонне Ж. *О прогрессе математики*. – *Историко-математические исследования*. Вып. XXI. Москва: Наука, **1976**. 356 с.
5. Lamouche A. *L'homme dans L'harmonie universelle*. Paris. **1958**, ch. 11.
6. Григорян А.А. *Гносеологические основания эффективности математики*: дисс. канд. филос. наук. М. **1985**.
7. Визгин В. П. Проблемы взаимосвязи математики и физики. // *Историко-математические исследования*. Вып. XX. **1975**.
8. Бернштейн Н.А. *Очерки по физиологии движений и физиологии активности*. М.: Медицина, **1966**. 349 с.
9. Поппер К. *Логика и рост научного знания*. М.: Прогресс, **1983**. 605 с.

Поступила в редакцию 22.10.2012 г.