УДК 51:101.8
DOI:
10.15372/PS20180306

**В.М. Резников**

# ЯВЛЯЕТСЯ ЛИ МАТЕМАТИКА УНИВЕРСАЛЬНЫМ МЕТОДОМ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ?

В статье показано, что метод формализации не является универсальным. Во-первых, посредством математизации невозможно получить ответы на некоторые вопросы, например связанные с сущностью знания. Во-вторых, математика вполне подходит для представления знания в области точного естествознания и менее адекватна для применения в гуманитарных науках. В-третьих, не все математические дисциплины используются в приложениях, в большей степени это относится к прикладной математике. В-четвертых, даже из прикладной математики не все ее разделы имеют универсальное приложение.

*Ключевые слова*: математика; репрезентация знания; точность; логика; прикладная математика; требования к применению математики; Аристотель; Галилей; Кант; Блехман; Мышкис; Пановко

**V.M. Reznikov**

## IS MATHEMATICS A UNIVERSAL METHOD FOR SOLVING PROBLEMS?

The article shows that the formalization method is not universal. First, mathematization gives no way to answer a number of questions, for example those related to the essence of knowledge. Second, mathematics is quite valid for representing knowledge in the field of exact science, but it is less adequate for humanities. Third, not all mathematical disciplines are used in applications; it is rather the task of applied mathematics. Fourth, even in applied mathematics, not all its fields have a universal application.

*Keywords*: mathematics; knowledge representation; precision; logic; applied mathematics; application requirements for mathematics; Aristotle; Galileo; Kant; Blekhman; Myshkis; Panovko

Проблема применимости математики – это значимая междисциплинарная проблема. Она относится к философии и методологии науки, а также к прикладной математике и к тем областям знания, где применяется математика. Философские аспекты применимости математики связаны с проблемой понимания. Как отмечали известные философы прошлого столетия, например М. Полани, Г. Райл и др., применение знания относится к активной части знания. Корректное применение математики для изучаемых процессов означает, что исследователь понимает используемые формальные методы, что, в свою очередь, способствует пониманию изучаемых процессов. Кроме того, применение математики является необходимым компонентом другой, более известной проблемы, относящейся к эффективности математики. Еще один философский аспект применимости математики связан проблемой места математики в научном исследовании. Успешное использование математики Галилеем и Ньютоном при изучении естественно-научных проблем позволило Канту сформулировать следующее утверждение: «… В любом частном учении о природе можно найти науки в собственном смысле лишь столько, сколько имеется в ней математики» [5, с. 58].

Мы полагаем, что тезис Канта не является универсальным, потому что он опирается только на достижения точного естествознания. Так, в нем учитывается успешное применение математики в работах Галилея, Ньютона и др., однако Кант не рассматривает адекватность математики для других наук: гуманитарных, медицинских, технических и т.д. Естественно предположить, что если математика представляет собой универсальное средство решения проблем, тогда тезис Канта оказывается вполне корректным. Мы считаем, что математика играет значимую роль в науке, но не является универсальным методом решения проблем. Для обоснования этой гипотезы предположим, что математика есть универсальное средство решения проблем, тогда будем выводить некоторые следствия из предположения универсальности математики и анализировать их обоснованность.

Пусть математика действительно является универсальным методом решения проблем, тогда не существует значимых проблем, которые не могут не быть решены на основе математики. Как известно, в античной философии существовали различные взгляды на роль математики в познании. Так, пифагорейцы полагали, что мир является математическим. Другая точка зрения на роль математики в приложениях предложена Аристотелем. Стагирит писал: «А математической точности нужно требовать не для всех предметов, а лишь для нематериальных. Вот почему этот способ не подходит для рассуждающего о природе, ибо вся природа, можно сказать, материальна» [1, с. 98]. На первый взгляд, позиции пифагорейцев и Аристотеля не являются согласованными. В действительности они не противоречат друг другу, так как основные достижения пифагорейцев связаны с самой математикой, а не с использованием ее в приложениях.

Первое обоснование применению математики для исследования материальных объектов было предложено Галилеем. До Нового времени математика практически не использовалась в приложениях. Она становится адекватной для применения в науке в связи с уходом от сложных проблем античной науки, таких как поиск сущности естественных субстанций. Как отмечает К. Челуччи, «суть философской революции Галилея состоит в том, что ученые не обязаны понимать истину и внутреннюю сущность естественных феноменов, а скорее должны ограничить себя исследованием некоторых свойств математического характера» [11]. Таким образом, тезис о том, что не существует проблем, для решения которых не подходит математика, опровергается, так как в действительности существует множество проблем, для которых адекватны содержательные, экспериментальные подходы, а не формальные рассуждения. Прежде чем рассматривать другие следствия, вытекающие из тезиса об универсальности математизации знания, имеет смысл напомнить проблемы весьма общего характера, для решения которых в целом адекватна математика. Среди этих проблем отметим следующие: во-первых, представление, или репрезентация знания; во-вторых, обеспечение точности вычислений; в-третьих, получение нового знания или получение известных результатов с меньшими интеллектуальными усилиями.

Обратимся к математике как средству репрезентации знания. Тогда из предположения об универсальности математического аппарата следует вполне правдоподобная гипотеза о том, что формальный аппарат логики – а логика является частью математики – оказывается универсальным и подходит в одинаковой степени для представления любого рода знания: гуманитарного и естественнонаучного. Эта гипотеза не подтверждается, в частности, логическими исследованиями Г. фон Вригта, в которых показано, что логические характеристики практического силлогизма, используемого для описания действий в социальных науках, и логические характеристики законов физики оказываются неодинаковыми [3]. Так, из посылок практического силлогизма вывод не следует с логической необходимостью и заключение оказывается лишь правдоподобным. Однако в том случае, если заключение выполняется, истинность посылок получает сильное подтверждение. В качестве примера из физики возьмем второй закон Ньютона: $F = ma$. В физике не принято говорить, что на основе знания массы тела и его ускорения выводится значение силы, приложенной к этому телу. Согласно фон Вригту, логические характеристики законов природы и гуманитарного познания неодинаковы. Это в определенной степени объясняет, почему математика успешнее выполняет репрезентативные функции в технических науках по сравнению с науками гуманитарными.

Похожие идеи о большей адекватности математического аппарата задачам, решаемым левым полушарием, по сравнению с адекватностью аппарата тем проблемам, за решение которых ответственно правое полушарие, были высказаны известным математиком И.М. Гельфандом [4]. В выступлении Гельфанда по случаю получения им Премии Киото, были затронуты вопросы адекватности математического аппарата. Обсуждая различные проблемы, стоящие перед человечеством, он показывает, что математика успешно справляется с проблемами в области физики, техники. По Гельфанду, это проблемы, решаемые левым полушарием. С правым полушарием связано решение этических проблем, проблем выяснения смысла. С этими и другими гуманитарными проблемами математика справляется пока не столь успешно.

Исследуемый тезис об универсальности математики не противоречит известному факту об особой плодотворной связи математики и физики. Хотя вопросы о месте математики при решении физических проблем и о рациональном объеме математики для физики остаются открытыми, то, что математика занимает особое место в физической науке, представляется неоспоримым. Так, знаменитый математик Д. Гильберт полагал, что теоретическая физика является частью математики, а известный российский математик В.И. Арнольд в данном вопросе занимал противоположную позицию, обосновывая, что математика – это часть физики.

Будем полагать, что математика – универсальная для приложений дисциплина, она играет особую роль для физики. Тогда можно предположить, что практически вся физика является теоретической и что современная математика вполне адекватна для исследования современных физических проблем.

Приведем аргументы против сводимости всей физики к теоретической физике. Некоторые специалисты в области экспериментальной физики и философы, специализирующиеся в философии физики, в частности известный философ А. Хакинг, отрицают, что смысл экспериментальной физики сводится к проверке правильности физических теорий. Действительно, многие законы в физике не являются теоретическими, например закон Бойля–Мариотта. Кроме того, при изменении физических теорий экспериментально открытые законы не меняются. Известный специалист в философии науки Н. Картрайт обосновывает особую значимость экспериментальных и причинных законов, так как, по ее мнению, универсальные теоретические законы верны в узкой области.

Теперь приведем аргументы против особой адекватности математики для решения всех физических проблем. Некоторые физики считают, что решение многих физических проблем не предполагает вычисления с большой точностью. Так, Р. Фейнман полагал, что физики понимают проблему, когда способны дать ее качественное решение, до того как она решена численно. Некоторые физики отмечали, что строгая аксиоматика не представляет большого интереса для физической науки. Например, знаменитый математик и физик Дж. фон Нейман отрицал значимость строгой аксиоматики для квантовой физики [13].

По нашему мнению, математика будет в полной мере адекватной для приложений, если практически все математические дисциплины будут широко применяться в других науках, индустрии, сельском хозяйстве и т.д. Однако известно, что многие абстрактные математические науки не используются при решении практических проблем, а в лучшем случае они применяются в других математических науках (наиболее известный пример – теория множеств. Математические науки, которые редко или никогда не используются в приложениях, принадлежат к чистой математике, а соответственно, в состав прикладной математики входят математические дисциплины, которые интенсивно применяются. Объем понятия «прикладная математика» включает ряд нематематических наук, в которых формализации играют большую роль, а также некоторые математические дисциплины, которые массово применяются, при этом характер применений прикладной математики отличается от характера применений чистой математики.

Сначала укажем некоторые нематематические науки, относящиеся к прикладной математике. Это гидродинамика, аэродинамика, кибернетика, математическая генетика, математическая экономика, биофизика и некоторые другие. Учитывая особую значимость математики в физических науках, специально выделим ряд разделов теоретической физики. Среди них механика, термодинамика, статистическая физика, квантовая механика и др. Теперь отметим некоторые математические дисциплины, которые традиционно включаются в состав прикладной математики. Это дифференциальные и интегральные уравнения, уравнения математической физики, вариационное исчисление, аналитическая и риманова геометрия, логика, теория графов, вычислительная математика, теория алгоритмов, теория вероятностей, математическая статистика, случайные процессы, теория информации и кодирования и некоторые другие дисциплины.

Объем понятия «прикладная математика» не является постоянным. Так, в последнее время в состав математических дисциплин, изучаемых будущими специалистами по информационной безопасности, включили теорию чисел, которая эффективно используется для кодирования информации. Естественно, что математика применялась для кодирования и расшифровки информации с незапамятных времен. Включение же этой дисциплины в состав прикладной математики связано с массовым использованием в практике научных исследований.

Отметим, что направление «прикладная математика» является достаточно новым. Первым профессором по этому направлению был немецкий математик и физик К. Рунге, в 1904 г. возглавивший кафедру прикладной математики в Геттингене. Как научное направление прикладная математика выделилась из чистой математики в 40-е годы прошлого столетия в связи с рядом достижений математиков, которые нашли применение этим знаниям в различных областях промышленности, сельского хозяйства и т.д. Среди этих достижений отметим создание Л.В. Канторовичем линейного программирования, которое стали применять в экономике, легкой промышленности и других приложениях. Большое значение для выделения прикладной математики в отдельное направление оказало создание Н. Винером кибернетики. Кибернетические модели обратной связи оказались адекватными для решения многих проблем в физиологии, медицине, для совершенствования точности военной техники при поражении целей и т.д. Теория информации К. Шеннона оказалась востребованной для решения проблем передачи информации, а также для ее кодирования и раскодирования. Создание статистического анализа Р. Фишером, Е. Пирсоном и Д. Нейманом привело к прогрессу в генетике, сельском хозяйстве, а впоследствии во многих областях: технике, экономике и др.

Приведем некоторые особенности прикладной математики, в большей степени опираясь на единственную изданную на русском языке монографию, посвященную методологии прикладной математики [2].

*Особенности прикладной математики*

1. Используются не только дедуктивные, но и правдоподобные, экспериментальные, рациональные рассуждения.

2. В различных дисциплинах прикладной математики сложилось неоднозначное отношение к асимптотическим результатам. Напротив, в чистой математике обращение к асимптотикам часто обеспечивает получение общих результатов. Так, в дифференциальных уравнениях они играют большую роль, и в связи со значимостью асимптотических результатов последние, по предложению Баттермана [9] выделены в самостоятельную область знания – асимптологию. При значимости асимптотик для получения теоретических результатов применение асимптотических результатов, например, в теории вероятностей и математической статистике создает некоторые трудности. Во-первых, необходимо определить минимальный объем данных, начиная с которого легитимно пользоваться асимптотическими результатами. Во-вторых, их применение предполагает наличие существенного объема данных. Аналогично сложность приложений теории Шеннона связана с тем, что в этой теории практически все результаты имеют асимптотический характер. Это привело к выделению в отдельное направление работ, ориентированныъ на получение дискретной, неасимптотической теории информации [12].

3. В прикладной математике своеобразное отношение к понятию «существование». В чистой математике все непротиворечивые результаты обладают существованием. В прикладной математике существование относится исключительно к устойчивым результатам. Так, теоретические величины наделены существованием, если соответствующие эмпирические величины являются устойчивыми,

т.е. имеет место доминирование эмпирических результатов. Напротив, во всех философских концепциях, подходящих для чистой математики, имеет место доминирование теоретического над эмпирическим. Так, в платонизме подразумевается, что теоретические величины существуют априори и определяют существование и поведение всех других величин. Однако платонизм не подходит, например, для применения прикладной математической статистики. В этой дисциплине именно выборка данных является первичной и их качество в большой степени определяет, насколько правильно будут оценены изучаемые неизвестные параметры распределений. В общем случае логицизм, как и платонизм, не вполне подходит для практических приложений математики, так как в логицизме существование связано с непротиворечивостью. Отметим, что для прикладной математики подходят эмпиризм и прагматизм.

4. У прикладных математиков собственное понимание того, что считать решением задачи. Так, чистые математики полагают, что решение найдено, если доказана сходимость предложенного процесса решения задачи, тогда как прикладники считают, что решение найдено, если оно получено с требуемой точностью в рамках имеющихся у исследователя временных, материальных и интеллектуальных ресурсов [2].

5. В чистой математике делается все, что можно, и так, как нужно, а в прикладной – все, что нужно, и так, как можно. Это почти афористичное описание различий между чистой и прикладной математикой [2].

Необходимо отметить, что одна из тенденций развития математики состоит в том, что имеет место определенное сближение между чистой и прикладной математикой. Проявления этой тенденции заключаются в следующих фактах. Ранее считалось, что чистые математики работают с точно определенными понятиями, а прикладники – с неточными, нестрогими понятиями. Однако развитие статистического анализа, в частности интервальной математики, привело к тому, что как теоретики, так и прикладники работают с интервалами, которые относятся к неточным понятиям.

Что пишут философы о прикладной математике? В философской литературе проблемы применимости математики описаны под рубрикой «философия прикладной математики», в частности у Р. Брауна [10]. В качестве примера им рассмотрены особенности применения теории измерений. Предполагается, что существует изоморфизм между структурами формального аппарата и измеряемых данных. Для Брауна прикладная математика – это чистая математика, применяемая в других науках. По сути, им рассмотрен наиболее простой случай, когда не требуется ни настройки формального аппарата, ни модификации изучаемых данных. Здесь очевидно, что аппарат применим, так как существует изоморфизм. Понятна и адекватность формального аппарата, когда его применение обеспечивает консервативность симметричных свойств, так как во многих науках, например в физике, симметрия является значимым свойством.

Если прикладная математика в полной мере подходит для приложений, тогда естественно предположить, что все разделы прикладной математики широко применяются в приложениях. На примере параметрического раздела математической статистики покажем, что это направление не является массово применимым. Прежде чем исследовать адекватность параметрического раздела статистики, сформулируем требования к математической науке и к корректному применению ее в приложениях.

*Требования к математической дисциплине*

1. Математическая дисциплина должна быть формально корректной.

2. Методы этой теории являются устойчивыми для минимальной модификации данных, начальных условий решаемых уравнений и т.д.

*Требования к математической дисциплине в контексте ее корректного применения*

1. В математической дисциплине необходимо обеспечивается операциональная верификация обладания исследуемыми данными о базовых свойствах объектов, изучаемых в применяемой математической теории. Базовыми свойствами объектов теории называются такие свойства, которые используются при получении фундаментальных результатов. Математическая дисциплина адекватна для анализа изучаемых данных, если она обеспечивает операциональную верификацию обладания этими данными базовых свойств математических объектов теории. Если таких свойств немного, то это требование является очень важным, так как в случае его выполни-

мости обеспечивается применимость подавляющего множества методов конкретной математической дисциплины.

Дадим формальное определение базового свойства математической дисциплины.

*Определение*. Свойства называются базовыми свойствами определенной математической дисциплины, если выполняются следующие условия. Во-первых, с помощью этих свойств получены фундаментальные результаты в этой дисциплине. Во-вторых, эти свойства не могут быть получены с помощью других базовых свойств. В-третьих, если они теоретически и могут быть получены, то их практическое определение невозможно универсальным образом, так как возникает проблема контекстуальности, т.е. свойство определяется по-разному в зависимости от контекста [7].

2. Требования к применению математики предполагаются рациональными.

3. Математика адекватна для применения, если свойства исследуемых математических объектов согласуются со свойствами объектов, изучаемых в респектабельных научных дисциплинах.

4. Математическая дисциплина адекватна для применения, если мосты для связи этой дисциплины с внешним миром оказываются корректными.

Рассмотрим выполнимость сформулированных требований на примере параметрического раздела математической статистики.

1. Во-первых, в параметрической статистике предполагается, что распределения изучаемых случайных величин известны или могут быть определены на основе анализа данных. Однако, как правило, распределения неизвестны заранее, а определение их по данным не может быть осуществлено гарантированно корректно как по философским основаниям, так и по статистическим основаниям. Во-вторых, часто полагают, что случайные величины независимы. Поэтому применимость аппарата математической статистики ограниченна.

2. В параметрической статистике любая типичная задача имеет качественное решение, если известно распределение. В частности, наилучшее оценивание среднего, дисперсии и других характеристик осуществляется не на основе анализа данных, а путем использования распределения, в котором средняя величина является параметром. Трудно признать методы оценивания параметров рациональными, принимая во внимание, что решение задачи оценива-

ния параметров предполагает решение более сложной проблемы идентификации распределения.

3. Подавляющее число результатов в математической статистике являются асимптотическими. Тогда в силу асимптотического характера методов получается, что чем больше данных, тем точнее получаются результаты, что не согласуется с основаниями метрологии, согласно которым начиная с определенного числа измерений точность не будет улучшаться.

4. В математической статистике связь теории с внешним миром обеспечивается несколькими принципами. Важнейшими из них являются принцип Курно, принцип максимального правдоподобия, принцип однородности генеральной совокупности. Принцип Курно утверждает, что в единственном осуществленном эксперименте не произойдет маловероятное событие. На основе принципа Курно осуществляется фальсификация гипотез в математической статистике. В действительности этот принцип не вполне корректен, так как маловероятные события происходят редко, но могут произойти в любом испытании. Он максимального правдоподобия приписывает максимальную совместную плотность полученным результатам испытаний. Принцип используется при оценивании неизвестных параметров распределений. Оба принципа имеют операциональную значимость, однако их характер не вероятностный, а в лучшем случае вероятностно-детерминистский.

Таким образом, раздел математической статистики под названием «параметрическая статистика» не имеет универсального применения, он применим, если известно распределение вероятностей изучаемой переменной, которое обычно неизвестно. Даже в случае применения параметрической статистики некоторые свойства случайных величин при большом объеме данных оказываются не вполне согласованными с метрологией, а связь этого раздела математики с миром явлений основана на критериях не вероятностного, а в лучшем случае вероятностно-детерминистского характера.

Мы показали, что математический метод не является универсальным для решения многих проблем. По отношению к математике уместна аналогия с лекарством. Тщательно подобранное лекарство помогает пациенту, не вполне адекватное лекарство не помогает, а в некоторых случаях оно вредит здоровью. Тезис Канта, в котором состоятельность научной дисциплины определяется объемом используемой в нем математики, не вполне корректен. Так, в ряде публикаций представители разных наук критикуют негативное влияние избыточной математизации, неадекватность используемого математического аппарата [6; 8]. Имеет смысл уточнить тезис Канта. Уровень развития теоретического знания в научной дисциплине связан с адекватностью математического аппарата для представления знания, с корректным применением формальных методов для обработки данных, при этом адекватный, корректно примененный формальный аппарат может оказаться эффективным. Так как математика не является универсальным методом, встает вопрос о рациональном объеме математики в исследовании, и он пока остается открытым.

## Литература

1. *Аристотель.* Метафизика // Аристотель. Сочинения: В 4 т.: М: Мысль, 1975. – Т. 1 – С. 65–550.

2. *Блехман И.И., Мышкис А.Д., Пановко Я.Г.* Прикладная математика: предмет, логика, особенности подходов. – Киев: Наукова думка, 1976.

3. *Вригт Г.* Объяснение и понимание // Логико-философские исследования. – М: Прогресс, 1986.

4. *Гельфанд И.М.* Два архетипа в психологии человечества // Экология и жизнь. – 2010. – № 2. – URL: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430967/Ekologiya_i_zhizn_2_2010 (дата обращения: 18.08.2018).

5. *Кант И.* Метафизические начала естествознания // Кант И. Сочинения: В 6 т. – М: Мысль, 1966. – Т. 6 – С. 53–175.

6. *Косилова Е.В.* Дигитальное и аналоговое в медицине и психологии // Философия науки. – 2017. – № 3(74). – С. 122-132.

7. *Резников В.М.* Методологический анализ проблемы адекватности математики в приложениях // Информационные технологии в гуманитарных исследованиях. – 2015. – Вып. 21. – С. 15–27.

8. *Филимонов Н.Б.* Методологический кризис «всепобеждающей математизации» современной теории управления // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2016. – Т. 17, № 5. – С. 291–301.

9. *Batterman R.* The Devil in details. – Oxford: Oxford University Press, 2005.

10. *Brown R.* Philosophy of mathematics. – Routledge: N.Y.:, 2008.

11. *Cellucci C.* Naturalizing the Applicability of Mathematics. – URL: https://pdfs.semanticscholar.org/1fc0/09de336ffdc7586a30f32ea1649e78203b9c.pdf (дата обращения: 18.08.2018).

12. *Kostina V.* Lossy data compression: nonasymptotic fundamental limits, 2013. – URL: http://vkostina.caltech.edu/pdfs/2013Kostina-thesis.pdf (дата обращения: 18.08.2018).

13. *Redei M.* John von Neumann on mathematical and axiomatic physics // The Role of Mathematics in Physical Sciences. – Springer, 2005. – P. 43–54.

## References

1. *Aristotle*. (1976). Metafizika [Metaphysics]. In: Aristotle. Sochineniya: V 4 t. [Works: In 4 vol.], Vol. 1. Moscow, Mysl Publ. (In Russ.).

2. *Blekhman, I.I., A.D. Myshkis & Ya.G. Panovko*. (1976). Prikladnaya matematika: predmet, logika, osobennosti podkhodov [Applied Mathematics: Matter, Logic, and Peculiarities of Approaches]. Kiev, Naukova Dumka Publ.

3. *Wright, G*. (1986). Obyasnenie i ponimanie [Explanation and understanding]. In: Logiko-filosofskie issledovaniya [Logic-Philosophical Studies]. Moscow, Progress Publ.. (In Russ.).

4. *Gelfand, I.M*. (2010). Dva arkhetipa v psikhologii chelovechestva [Two archetypes in psychology of man]. Ekologiya i zhizn [Ecology and Life], 2. Available at: https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/430967/Ekologiya_i_zhizn_2_2010 (date of access: 18.08.2018). (In Russ.).

5. *Kant, I*. (1966). Metafizicheskie nachala estestvoznaniya [Metaphysical foundations of natural science]. In: Kant, I. Sochineniya: V 6 t. [Works: In 6 vol.], Vol. 6. Moscow, Mysl Publ. (In Russ.).

6. *Kosilova, E.V*. (2017). Digitalnoe i analogovoe v meditsine i psikhologii [The digital and the analogous in medicine and psychology]. Filosofiya nauki [Philosophy of Science], 3 (74), 122–132.

7. *Reznikov, V.M*. (2015). Metodologicheskiy analiz problemy adekvatnosti matematiki v prilozheniyakh [Methodological analysis of the problem of the adequacy of mathematics in applications]. Informatsionnye tekhonologii v gumanitarnykh issledovaniyakh [Information Technologies in Humanitarian Research], 21, 15–27.

8. *Filimonov, N.B*. (2016). Metodologicheskiy krizis “vsepobezhdayushchey matematizatsii» sovremennoy teorii upravleniya [Methodological crisis of the «all-conquering mathematization” of the modern control theory]. Mekhatronika, avtomatizatsiya, upravlenie [Mechatronics, Automation, Control], Vol.17, No. 5, 291–301.

9. *Batterman, R*. (2005). The Devil in Details. Oxford, Oxford University Press.

10. *Brown, R*. (2008). Philosophy of Mathematics, New York, Routledge.

11. *Cellucci, C*. Naturalizing the Applicability of Mathematics. Available at: https://pdfs.semanticscholar.org/1fc0/09de336ffdc7586a30f32ea1649e78203b9c.pdf (date of access:18.08.2018).

12. *Kostina, V*. (2013). Lossy data compression: nonasymptotic fundamental limits. Available at: http://vkostina.caltech.edu/pdfs/2013Kostina-thesis.pdf (date of access: 18.08.2018).

13. *Redei, M*. (2005). John von Neumann on mathematical and axiomatic physics. In: Boniolo, G. (Ed.) The Role of Mathematics in Physical Sciences. Springer, 43–54.

## Информация об авторе

*Резников Владимир Моисеевич* – кандидат философских наук, доцент, старший научный сотрудник Института философии и права СО РАН (630090, Новосибирск, ул. Николаева, 8); доцент кафедры логики и методологии науки Новосибирского национального исследовательского государственного университета (630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, e-mail: mathphil1976@gmail.com).

**Information about the author**

*Reznikov Vladimir Moiseevich* – Candidate of Sciences (Philosophy), Associate Professor, Senior Researcher at the Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8, Nikolaev st., Novosibirsk, 630090, Russia); Associate Professor at the Department of Logic and Methodology of Science, Novosibirsk National Research State University (2, Pirogov st., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: math-phil1976@gmail.com).

Дата поступления 12.08.218