

Понимание в математике: от классики к неклассике и постнеклассике

Статья первая

Елена В. Косилова

*Московский университет имени М.В. Ломоносова
Москва, Россия, implicatio@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассматривается проблема понимания в классической, неклассической и пост-неклассической традиции на примере понимания математики. В первой части статьи рассматривается проблема классической и постнеклассической науки и ставится проблема понимания. Сама математика может быть классической и неклассической, как и логика. Для классической логики и математики была характерна интуитивная понятность и связь с миром, будь то окружающий мир или мир мысли. Неклассические логика и математика являются науками-в-себе, единственным требованием к которым – непротиворечивость. Проводится связь между идеей Дж. Грея о модернистской математике и идеей неклассической математики. Понимание математики рассматривается на примере работ Э. Гуссерля. Гуссерль описывает логические переживания и конституирование математического смысла в актах созерцания и «осуществления смысла», реактивации смысла при его передаче в традиции. Важным является вопрос о соотношении интуиции и логики в новой математике. Пуанкаре противопоставляет интуицию и логику, а Гуссерль говорит о специфическом логическом усмотрении, что может быть названо логической интуицией. Вводится идея двух познавательных способностей: интуитивно-логической и формально-логической.

Ключевые слова: неклассическая математика, неклассическая логика, понимание в математике, осуществление смысла, реактивация смысла, Гуссерль

Для цитирования: Косилова Е.В. Понимание в математике: от классики к неклассике и постнеклассике. Статья первая // Вестник РГГУ. Серия «Философия. Социология. Искусствоведение». 2022. № 1. С. 10–22. DOI: 10.28995/2073-6401-2022-1-10-22

Understanding in mathematics: From classics to non-classics and post-non-classics. Part One

Elena V. Kosilova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, implicatio@yandex.ru

Abstract. The article deals with an issue of understanding in the classical, non-classical and post-non-classical tradition by the example of understanding mathematics. The prime part of the article looks at the matter of classical and post-non-classical science and poses an issue of understanding. Mathematics itself can be classical or non-classical, as well as logic. Classical logic and mathematics were characterized by intuitive clarity and connection with the world, whether it be the surrounding world or the world of thought. Non-classical logic and mathematics are “sciences-in-themselves”, the only requirement for which is consistency. A connection is made between the idea of J. Gray about modernist mathematics and non-classical mathematics. The understanding of mathematics is considered on the example of the works of E. Husserl. Husserl describes logical experiences and the constitution of mathematical meaning in the acts of intuition, realization and reactivation of sense in passing it on in tradition. An important question is the relationship between intuition and logic in the new mathematics. Poincaré contrasts intuition and logic, while Husserl speaks of a specific logical discernment, which can be called logical intuition. The idea of two cognitive abilities is introduced: intuitive-logical and formal-logical.

Keywords: non-classical mathematics, non-classical logic, understanding in mathematics, realization of sense, reactivation of sense, Husserl

For citation: Kosilova, E.V. (2022), “Understanding in mathematics: From classics to non-classics and post-non-classics. Part One”, *RSUH/RGGU Bulletin. “Philosophy. Sociology. Art Studies” Series*, no. 1, pp. 10-22, DOI: 10.28995/2073-6401-2022-1-10-22

Неклассика и модернизм

Возможно ли разделение на классическую и неклассическую математику? В философии, – прежде всего отечественной, – бытует разделение даже на три периода: классическая, неклассическая и постнеклассическая философия, в основе чего лежат работы М.К. Мамардашвили и В.С. Степина. Мысли Мамардашвили широко известны¹. В.Ю. Кузнецов связывает переход в философии от классики к неклассике и далее к постнеклассике с наращиванием порядков рефлексии [Кузнецов 2016]. В.С. Степин относительно

¹ См.: Мамардашвили М.К. Классический и неклассический идеалы рациональности. СПб.: Азбука, 2010. 283 с.

разницы между классикой и неклассикой в науке говорит о важности роли наблюдателя [Степин 2009]. И.Т. Касавин и З.А. Сокулер при анализе неклассической рациональности обращают внимание на релятивизацию представлений об истине [Касавин, Сокулер 1989].

Все это касается философии. Согласно В.С. Степину, деление на классику и постнеклассику применимо и к другим наукам. Нечто подобное неклассике мы видим в физике, когда появляются теория относительности и особенно квантовая механика. Однако про математику в этом смысле пока никто из отечественных философов подробно не писал. Как можно выделить классическую и неклассическую математику?

Что математика, начиная с XX в., выглядит совсем не так, как выглядела раньше, трудно отрицать. Недавно на русском языке вышла замечательная книга Дж. Грея «Призрак Платона: модернистская трансформация математики» [Грей, 2021]. Он оперирует не понятием «неклассика», а понятием «модернизм», однако по сути это именно то, о чем речь в нашей традиции. В начале XX в. произошла какая-то трансформация. Как ее можно кратко описать?

Неклассическая логика

Метаморфозы, которые произошли с математикой при переходе к неклассике, легко видны, если рассмотреть особенности неклассических логик.

Что такое классическая логика? Она предлагала изучать типы высказываний и рассуждений, чтобы выделить среди них формально правильные и в дальнейшем использовать их для доказательства и для нахождения ошибок в аргументации оппонентов. Именно с этой целью логику развивал Аристотель. В некотором смысле такова была логика до конца XIX в. В частности, для классической логики характерно то, что она двужначна. Но самое главное, на мой взгляд, – она имела непосредственную связь с реальностью рассуждений, она не была оторвана от внелогической стихии, не была, так сказать, «логикой в себе». Пример: когда речь шла о конъюнкции, о том, что она ложна, когда ложен один из конъюнктов, – мы это понимали. А дизъюнкция истинна, когда истинен хотя бы один из компонентов, – это мы тоже понимали. Что импликация истинна, когда ложен антецедент, – мы это не понимали, хотя аргументы для этого есть и для этого случая. Хотя уже здесь ясно, что определения связок первичнее, чем их понимание: как определить импликацию, такой она и будет. И вот тут уже есть проблема с пониманием: как

определим, так и будет. Произвольно ли определение? Очевидно, не вполне. По-видимому, определение импликации как истинной при ложности антецедента – пример относительно произвольно-го определения, определения по соглашению, но таких примеров в классической логике мало. Натуральный вывод описывает вполне логичные в интуитивном смысле рассуждения. Логика высказываний в целом не противоречит интуиции и, более того, можно сказать, что она формализует интуицию.

Первые неклассические логики появились в начале XX в. Это малоизвестная «воображаемая логика» русского логика Н.А. Васильева и более известная недвоичная логика польского логика Я. Лукасевича. Васильев обогнал свое время, его логику можно рассматривать как предшественницу паранепротиворечивых логик [Мотрошилова 1998]. Что же касается трехзначной, она, хотя и является неклассической, еще не уходит далеко от интуитивного понимания. Ее просто можно рассматривать как формализацию рассуждений с тремя значениями истинности «да, нет, не знаю».

Однако эволюция логик (логических систем) была такова, что со временем стали появляться новые системы, которые были все меньше связаны с естественными рассуждениями и все больше напоминали «игру в бисер». Они отрывались от интуиции, становились аксиоматическими системами с произвольной аксиоматикой. Произвольность аксиоматики (и в меньшей степени правил вывода), как мне кажется, представляет главную черту неклассических логик. Они уже не требуют, чтобы аксиомы были очевидны, чтобы вывод был формализацией естественного рассуждения. Они являются «логиками-в-себе». Фактически, под названием «Игра в бисер» Гессе описал именно это явление.

Неклассическая математика

Мне представляется, что математика примерно в то же время совершила примерно тот же переход. Прежде всего, конечно, он был связан с появлением неэвклидовых геометрий. Это первое, что приходит на ум, когда ставят вопрос о неклассической математике. Но что, собственно, произошло? В чем глубинное отличие неклассических геометрий от эвклидовой?

До сих пор считалось как бы по умолчанию, что аксиомы должны быть очевидными, что математика каким-то образом связана с реальностью. Это, может быть, не обязательно окружающий мир, может быть, это платонический мир идеальных объектов, но этот мир как-то очевиден для умозрения. И даже более того: что этот

мир, мир математических объектов, существует. Математика была связана с интуицией. Как выразил это Декарт, математик должен усматривать аксиомы ясно и отчетливо, и так же он должен оценивать каждый свой дедуктивный шаг.

Начиная с неэвклидовых геометрий, с вариаций пятого постулата, математика стала выдвигать практически единственное требование: непротиворечивость. Как и неклассические логики, она больше не ставила себе задачу описать некий мир. Потом оказывалось, что новые теории применимы к физике, что они так же имеют отношение к миру, как классические теории, но это было постфактум, они на это не были рассчитаны. Не случайно Вигнер говорит, что эффективность математики в естественных науках – это чудо². В его время математика была уже герметичной – «математика в себе», такая же, как «логика в себе».

Конечно, не во всей математике переход к неклассике совершался так же заметно, как это было с неклассическими логиками и неэвклидовыми геометриями. Скажем, введение комплексных чисел тоже было сначала достаточно контринтуитивно, считалось продуктом воображения, чем-то «мнимым». Оно было продиктовано исключительно внутренними потребностями самой математики, необходимостью решать уравнения. Потом, как это часто бывает, оказалось, что комплексные числа широко применимы в физике, но на это никто не рассчитывал. Математика всегда была достаточно автономна. В этом смысле она всегда была «неклассической», математикой в себе. И все же до эпохи модернизма, как ее называет Дж. Грей [Грей 2021], она опиралась на некую математическую интуицию. В ней был довольно большой пласт естественности, «осадок смыслов», как называет это Гуссерль в «Начале геометрии»³. Предметы математического мышления были достаточно близкими воображению человека, что дало возможность Канту утверждать, что математика оперирует созерцаниями.

Вот как описывает Грей «модернизм» в математике:

...в то время как в 18 веке простота правил исчисления компенсировала тот факт, что не было удовлетворительного объяснения того, почему исчисление работало, то когда, наконец, были достигнуты строгость и интеллектуальная ясность, *интуитивные аспекты исчисления были утеряны*. <...> Это парадигмальный образец модернизма. Он удовлетворяет значимой цели, он готов поставить строгость выше не-

² Вигнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Успехи физических наук. 1968. № 94 (3). С. 535–546.

³ См.: Гуссерль Э. Начало геометрии / Пер. с нем. М. Маяцкого. М.: Ad Marginem, 1996. 267 с.

посредственной постижимости, он отделяет элиту, которая ценит его, от широкой публики, которая этого не делает, он спасает то, что считает лучшим из предыдущей традиции. Прежде всего, *он похваляется тем, что не полагается на интуицию* [Грей 2021, с. 84].

Наступление неклассики в математике можно рассмотреть начиная с XIX в., с появления проективной геометрии. Сначала в ней речь шла о простых проекциях. Но потом выяснилось, что различные проекции далеко не просты. Дж. Грей [Грей 2021, с. 57] подробно рассматривает именно проективную геометрию. В ней уже много формальности, представить новые фигуры сложно. В ней не сохраняются виды фигур, изменяются углы и расстояния.

Потом следует остановиться на теории множеств и на программе формализма Гильберта. Сама теория множеств кажется поначалу интуитивно понятной. В самом деле, весь мир состоит из множеств. Даже странно, что эта теория не появилась раньше, во времена средневековых споров номиналистов с реалистами. Ведь, в сущности, номиналисты говорят об элементах множества, в то время как реалисты говорят о принципе собирания элементов в одно множество (Кантор тоже говорил об «идее»).

Однако теория множеств развивалась, уходя от созерцания. Были поставлены вопросы о бесконечных множествах, поскольку этого требовали простейшие свойства чисел – то, что натуральный ряд бесконечен, как и многие другие множества. Было установлено, что все счетные множества имеют одинаковую мощность, что часть множества может иметь такую же мощность, как и все множество, и совсем странные вещи, как например, возможность приравнять между собой множества точек отрезка и квадрата. Были введены кардинальные числа, и между ними вводятся операции – сложение, умножение, возведение в степень и так далее. Все это делается на в высшей степени формальном уровне.

Сведение всей математики, даже и простой арифметики, к теории множеств тоже происходило формально. Здесь центральная фигура – Гильберт. Кроме того, что он предложил формальную программу обоснования математики (в ней, как представляется, главенствует идея не столько формальности, сколько финитизма), он еще и яркий адепт крайнего формализма. Вейль писал о нем:

В наши дни Давид Гильберт довел аксиоматический метод до горького конца, когда суждения математики, включая аксиомы, превратились в формулы и игра в дедукцию свелась к выводу из аксиом тех или иных формул по правилам, не учитывающим смысла формул⁴.

⁴ Вейль Г. Математическое мышление. М.: Наука, 1989. С. 23.

Грей пишет:

...таким образом, даже примитивное понятие расстояния было растворено Гильбертом в методологии систем аксиом и неявных определений – определений, согласно которым *значение получается через употребление, а не употребление получается от значения* [Грей 2021, с. 234] (курсив мой. – Е. К.)

– почти словами Витгенштейна. И еще:

Это отражает дальнейший модернистский поворот, поскольку изучение систем аксиом стало самостоятельной темой математики. И Гильберт неоднократно использовал этот прием выбора системы аксиом с различными моделями, чтобы показать, что такая-то теорема не следует из аксиом [Грей 2021, с. 231]

– т. е. неклассическая математика всегда является строго аксиоматизируемой, не полагающейся на очевидность. Стала крылатой фраза Гильберта, что «точки, прямые и плоскости можно заменить на столы, стулья и пивные кружки». Мы будем видеть совершенно другое, но теория будет работать на автомате. Совершенно не стоит спрашивать себя о том, «что такое прямая» (и тем более пытаться это увидеть, «узреть»). Ей не дается определения – все ее свойства вытекают из аксиом, в которые она включена, то есть значение, как по Витгенштейну, вытекает из употребления.

Классическая теория понимания в математике: Гуссерль

Вместе с классической математикой развивалось классическое учение о понимании в математике. О нем писал еще Кант. Здесь мы встречаем главный концепт математического понимания – интуицию или созерцание. Это внедискурсивное представление математических сущностей. Оно может быть достаточно наглядным, как в евклидовой геометрии, а может быть далеко от простой наглядности, но при этом все-таки оставаться умозрением. Так, например, Декарт приводит в пример тысячеугольник: мы не можем представить его наглядно, но он доступен «умозрению», в нем нет ничего контринтуитивного.

Если мы зададим себе вопрос, что такое понимание в классической математике – т. е. что такое созерцание и умозрение, – то определения мы, скорее всего, дать не сможем. В некотором смысле

ле оно остается близким к наглядности. Тысячеугольник нельзя вообразить с точностью, но мы понимаем, что это многоугольник, у которого просто «очень много» углов. Однако это очень простой случай. Такой же простой случай – математический анализ, в котором производная определяется как скорость изменения функции, и связанное с ним понятие предела последовательности. Конечно, нельзя сказать, что в классической математике все случаи такие же простые. Однако все-таки большинство из них апеллирует к интуиции.

Я буду основывать свое видение классического понимания в математике на основе идей Э. Гуссерля. Он писал больше о логике, чем о математике, однако имел в виду и то, и другое. В «Логических исследованиях» он вводит понятие *логического переживания*⁵. Переживание смысла основано на созерцании, причем на воспроизводимом созерцании. Когда мы мыслим в области логики и математики, мы *переживаем смысл*. Не бывает понимания без этого внутреннего переживания. Логические переживания Гуссерля и его указания на созерцание близки к кантовским. Кант также писал о том, что математика апеллирует к созерцанию:

...математика ничего не может добиться посредством одних лишь понятий и тотчас спешит [перейти] к созерцанию, в котором она рассматривает понятие *in concreto*...⁶.

Здесь можно вспомнить Пуанкаре и сравнить его с Гуссерлем. Пуанкаре⁷ противопоставляет интуицию и логику: интуиция дает относительно наглядные представления, он указывает на ее близость геометрическому мышлению, а логика – это формальные выкладки. Для этих формальных выкладок не нужно глубокого понимания. Сейчас мы сказали бы, что их может делать искусственный интеллект. Мы знаем, что сейчас созданы программы, доказывающие теоремы. Как известно, слово «интуиция» сильно изменило свое значение со времени Декарта, у которого оно значило «умозрение, созерцание» до современного употребления, где оно стало значить примерно «озарение» или даже «нерациональная догадка».

⁵ Гуссерль Э. Логические исследования. Т. II. Ч. 1: Исследования по феноменологии и теории познания / Пер. с нем. В.И. Молчанова. М.: Академический проект, 2011. С. 11.

⁶ Кант И. Критика чистого разума / Пер. с нем. Н. Лосского. М.: Мысль, 1994. С. 424.

⁷ См.: Пуанкаре А. Интуиция и логика в математике / Пер. с фр. под ред. Л.С. Понтрягина // Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1989. С. 205–218.

Насколько я понимаю Пуанкаре, у него значение понятия интуиции примерно среднее между двумя вариантами: иногда он имеет в виду созерцание, иногда – догадку. Однако и то, и другое противопоставляется формальной логике. Пуанкаре подробно разбирает интуицию и, кроме геометрической, говорит об интуиции чистого числа. О современных ему тенденциях в развитии математики Пуанкаре говорит, что математика движется от интуиции к абсолютной строгости.

Для Гуссерля же логика также требует глубокого понимания, созерцания и, мы можем сказать, именно интуиции в смысле Пуанкаре. Логика также можно понимать поверхностно или глубоко, как бы «по-настоящему». Все, что мы понимаем «по-настоящему», по Гуссерлю, проходит через глубину наших переживаний.

Говоря о формальном мышлении, Гуссерль вводит два типа интенциональных актов, то есть, в сущности, понимания: *придание* смысла и *осуществление* смысла. Здесь же он пишет, что осмысленное выражение может не иметь фундирующего созерцания, дающего предмет: это «пустая интенция» значения. Созерцательно пустые и наполненные интенции значения фундаментально различны:

...следует различать еще два акта или два рода актов: с одной стороны, те, которые существенны для выражения, поскольку оно вообще еще должно быть выражением, т. е. звучанием слова, которое наделено смыслом. Эти акты мы называем актами, придающими значение, или также интенциями значения. С другой стороны, акты, которые, хотя и несущественны для выражения как такового, находятся с ним в логически фундаментальной связи, а именно: они осуществляют его интенцию значения в большей или меньшей соразмерности (подтверждают, усиливают, иллюстрируют) и при этом как раз актуализируют его предметное отношение. Эти акты, которые в познании и осуществлении слиты воедино с актами придания значения, мы называем актами осуществления значения⁸.

В другом месте Гуссерль говорит, что понимание не тождественно знакомству: может быть знакомо, но непонятно (он приводит в пример выученное наизусть греческое стихотворение):

...к характерному свойству знакомого теперь присоединяется характерное свойство понимания как нечто очевидно новое, не меняя чувственно содержания и все же придавая ему новый психический характер⁹.

⁸ Гуссерль Э. Указ. соч. С. 41.

⁹ Там же. С. 70.

Есть забавная фраза: «осенило банальностью». В ней как раз говорится, что в качестве банальности некоторое утверждение, – ну хотя бы «жизнь сложная штука», – всегда было нам известно, и только в какой-то момент мы по-настоящему понимаем, что тут имеется в виду.

Другими словами, мы можем оперировать значениями выражений по формальным правилам. Мы «придаем» им смысл, мы можем действовать с ними. Однако это не полное понимание. Полное понимание, то есть переживание – это «осуществление смысла». В нем наше мышление как бы полностью сливается с мыслимым. Не остается чувства, что что-то не понято. Именно это и является созерцанием: мы созерцаем внутри себя полный смысл логического выражения. Мы «живем в смысле», говорит Гуссерль: «мы все же совершенно не живем в представлении слова, но исключительно в реализации его смысла, его значения»¹⁰. То есть мы, наше мышление живет в смысле, оно охвачено переживанием смысла. Причем именно такое полное переживание является познавательно ценным, полупонимание, даже если оно ведет к формальным результатам, лишено именно ценности¹¹.

Впрочем, Гуссерль не отрицает, что можно понимать и выражения, в которых созерцание не является полным или даже совсем отсутствует¹². Гуссерль не приводит примеров, но мы можем предложить такой пример: формула Эйлера $e^{i\pi} = -1$. В ней фигурируют два иррациональных трансцендентных числа и одно мнимое. Невозможно созерцание левой части, поскольку наглядно нельзя понять, что такое число, возведенное в комплексную степень. Мы только формально, мне кажется, можем понять, как положительное число при возведении в степень дает отрицательное число. Тем не менее, мы понимаем, по крайней мере, что такое знак равенства. Мы можем принять данное равенство к сведению, оперировать им в выкладках. Это равенство несомненно относится к классической математике. Мы понимаем его, мы понимаем его вывод. Мы законно восхищаемся им, как потрясающим свидетельством единства и красоты математики. Конечно, мы можем считать, что здесь также имеет место понимание, хотя полного наглядного созерцания, как кажется, нет. И все же в этом же пункте Гуссерль снова повторяет: всякое познание в строгом смысле «предполагает созерцательно осуществленные значения»¹³.

¹⁰ Там же. С. 42.

¹¹ Там же. С. 45, 56.

¹² Там же. С. 64–67.

¹³ Там же. С. 68.

Здесь мы видим разные взгляды на природу логики. Природа логики вообще мало исследована в философии математики и в гносеологии. Пуанкаре противопоставляет логику интуиции, Гуссерль говорит о логическом переживании. Неклассические логики, как уже было сказано, делают аксиомы практически произвольными. Витгенштейн считал, что никакого логического усмотрения истинности быть не может, поскольку, например, все связки могут быть выражены через штрих Шеффера, а это совершенно интуитивно не очевидно. Логику можно понимать или как строго конвенциональную «игру в бисер», или как основанную на некоем хотя бы первичном интуитивном понимании. Эта противоположность в логике даже более отчетливо выражена, чем в математике. По-видимому, можно говорить, что есть и то, и другое. Возможно, следует ввести понятия двух различных познавательных способностей: интуитивно-логической и формально-логической. Однако при попытке продумать эту возможность, по-видимому, всегда придется сталкиваться с витгенштейнианской проблемой следования правилу: требуется ли для следования правилу какое-либо созерцание этого правила, его постижение, отличное от формальных операций? По-видимому, имеет смысл говорить, что определенное созерцание для следования правилу нужно, хотя, вероятно, не во всех случаях. Во всяком случае, как будет видно во второй части статьи, фикционалисты в философии математики, полностью отрицающие математическое созерцание и считающие математику конвенциональной, не релятивизируют логику.

Нужно также вспомнить другую работу Гуссерля: «Начало геометрии»¹⁴. Говоря о «первогеометре», о самом зарождении геометрии как науки, Гуссерль указывает, что тогда имело место непосредственное понимание, умозрение, созерцание. Однако смыслы, которые рождаются в голове первогеометра (а первогеометром можно назвать любого, кто доходит до геометрических истин собственным путем), надо передать – как другим людям, так и следующим поколениям. Поэтому любая наука всегда завязана на язык, и геометрия не исключение. Возникает запрос на языковую строгость, в которой может уже не быть место наглядности. Там, где господствует язык, возникает «искушение языком», т. е. как раз то самое развитие науки без созерцания, о котором шла речь и в Логических исследованиях. В «Начале геометрии» Гуссерль видит ситуацию трагически. В «Логических исследованиях» он не сокрушался по поводу понимания без созерцания, хотя и не считал его ценным. В «Начале геометрии» он говорит, что из науки ушло понимание. Раньше было

¹⁴ См.: Гуссерль Э. Начало геометрии. / Пер. с нем. М. Маяцкого. М.: Ad Marginem, 1996. 267 с.

«осаждение смысла», его «реактивация» при традировании (передаче следующим поколениям). Теперь вместо реактивации смысла, то есть вместо понимания, мы имеем развитие языка, внутри которого развивается сама геометрия. Для Гуссерля важно, чтобы наука служила познанию мира. Она должна нам открывать мир, должна помогать понимать его. Это ценность и достоинство науки. Современная наука приносит нам технический прогресс, но это для Гуссерля не главное. Главное то, что она перестала помогать нам понимать. А теперь нам трудно понять ее саму. Именно об этом с горечью говорил и Г. Вейль в высказывании, упомянутом выше и направленном против бесконечной формализации.

Наука больше не ставит себе целью понимание мира. Это относится в меньшей мере к физике, в большей мере к математике. Ее идеалом теперь является абсолютная строгость, в ущерб интуитивной ясности и безотносительно к миру вещей.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского университета «Мозг, когнитивные системы, искусственный интеллект».

Acknowledgements

The work was carried out with the support of Interdisciplinary Scientific and Educational School of Moscow State University “Brain, Cognitive sciences and Artificial intelligence”.

Источники

- Вейль Г.* Математическое мышление. М.: Наука, 1989. 400 с.
- Вигнер Е.* Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Успехи физических наук. 1968. № 94 (3). С. 535–546.
- Гуссерль Э.* Начало геометрии / Пер. с нем. М. Маяцкого. М.: Ad Marginem, 1996. 267 с.
- Гуссерль Э.* Логические исследования. Т. II. Ч. 1: Исследования по феноменологии и теории познания / Пер. с нем. В.И. Молчанова. М.: Академический Проект, 2011. 565 с.
- Кант И.* Критика чистого разума / Пер. с нем. Н. Лосского. М.: Мысль, 1994. 591 с.
- Мамардашвили М.К.* Классический и неклассический идеалы рациональности. СПб.: Азбука, 2010. 283 с.
- Пуанкаре А.* Интуиция и логика в математике / Пер. с фр. под ред. Л.С. Понtryагина // Пуанкаре А. О науке. М.: Наука, 1989. С. 205–218.
- Сартр Ж.-П.* Трансцендентность Эго. набросок феноменологического описания / Пер. А. Кричевского // Логос 2003. № 2 (37). С. 86–121.

Литература

- Грей 2021 – *Грей Дж.* Призрак Платона: модернистская трансформация математики. М.: Канон-Плюс, 2021. 624 с.
- Касавин, Сокулер 1989 – *Касавин И.Т., Сокулер З.А.* Рациональность в познании и практике: Критический очерк. М.: Наука, 1989. 191 с.
- Кузнецов 2016 – *Кузнецов В.Ю.* Единство мира в постнеклассической перспективе. М.: Ин-т общегуманит. исслед., 2016. 286 с.
- Мотрошилова 1998 – *Мотрошилова Н.В.* «Воображаемая логика» Н.А. Васильева и вклад В.А. Смирнова в ее исследование // *Философия науки.* Вып. 4. М.: ИФ РАН, 1998. С. 192–201.
- Степин 2009 – *Степин В.С.* Классика, неклассика, постнеклассика: критерии различения // *Постнеклассика: философия, наука, культура* / Под ред. Л.П. Киященко, В.С. Степина. СПб.: Миръ, 2009. С. 249–295.

References

- Gray, J. (2021), *Prizrak Platona: modernistskaya transformatsiya matematiki* [Plato's Ghost. The Modernist Transformation of Mathematics], Kanon-Plus, Moscow, Russia.
- Kasavin, I.T. and Sokuler, Z.A. (1989), *Ratsional'nost' v poznanii i praktike. Kriticheskii ocherk* [Rationality in Knowledge and Practice. Critical essay], Nauka, Moscow, Russia.
- Kuznetsov, V.Yu. (2016), *Edinstvo mira v postneklassicheskoi perspektive* [The Unity of the World in the Post-Non-Classical Perspective], Institut obshhegumanitarnykh issledovaniy, Moscow, Russia.
- Motroshilova, N.V. (1998), "N.A. Vasil'ev's imaginary logic and V.A. Smirnov's contribution to its investigation", *Filosofiya nauki* [Philosophy of Science], iss. 4, IF RAN, Moscow, Russia, pp. 192–201.
- Stepin, V.S. (2009) "Classics, Non-Classics and Post-Non-Classis. The Criteria of Distinguishing", *Postneklassika: filosofiya, nauka, kul'tura* [Post-Non-Classics. Philosophy, Science, Culture], Kiyashchenko, L.P. and Stepin, V.S. (eds.), Mir, Saint Petersburg, Russia, pp. 249–295.

Информация об авторе

Елена В. Косилова, доктор философских наук, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; 119991, Москва, Ленинские горы, Учебный корпус «Шуваловский»; implicatio@yandex.ru

Information about the author

Elena V. Kosilova, Dr. of Sci. (Philosophy), Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; Shuvalovsky building, Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119991; implicatio@yandex.ru