

## Теория объективности Томаса Нагеля и научный реализм (\*)

### 1. Введение

Представленный в данной работе набросок концепции научного реализма опирается на теорию объективной реальности Томаса Нагеля<sup>1</sup>. Сам Нагель исследовал в основном те следствия своей теории, которые касаются философии сознания и этики. Главный вопрос для Нагеля состоит в том, каким образом сознательные и разумные живые существа способные к научному познанию окружающего их мира, могут быть сами частью этого мира и подчиняться тем же самым законам природы, которые эти мыслящие существа описывают в своих научных теориях. Обычный ответ на этот вопрос со стороны ученых-естественников и натуралистически ориентированных философов состоит в том, что хотя физика, биология и другие естественные науки науки пока и не в состоянии дать полные натуралистические объяснения тех феноменов высшей нервной деятельности, которые принято называть теоретическим мышлением и моральным суждением, такие объяснения могут быть найдены в будущем по мере дальнейшего прогресса естественных наук. Нагель не оспаривает это общее утверждение, но аргументирует, что физика и эволюционная биология в их нынешнем виде не способны предложить такого рода объяснения в принципе, и поэтому достижение поставленной цели требует коренного преобразования всего современного естествознания. Я со своей стороны анализирую в этой работе некоторые следствия подхода Нагеля для физики и математики, которые ни сам Нагель, ни кто-либо из его последователей нигде подробно не рассматривает. Как мы увидим, этот подход позволяет взглянуть на некоторые проблемы, обсуждаемые в рамках дискуссиях о научном реализме и антиреализме в физике и математике, с новой точки зрения.

---

(\*) Статья подготовлена при поддержке гранта РГНФ 16-03-00364

---

<sup>1</sup>Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986

## 2. Объективность и объективация

Нагель определяет понятие объективности следующим образом:

“Объективность это способ понимания. В исходном смысле объективными бывают только убеждения (beliefs) и установки (attitudes). Истины можно называть объективными только постольку, поскольку они получены с помощью объективного понимания. Чтобы достичь более объективного понимания некоторого аспекта жизни или мира, необходимо отвлечься от первоначального взгляда на проблему и сформировать новую концепцию, которая включает в себя этот первоначальный взгляд и его отношение к миру в качестве своего объекта. Таким образом мы помещаем сами себя в мир, который мы пытаемся понять. С новой точки зрения наш старый взгляд на мир выглядит как субъективное представление (appearance), которое подлежит либо подтверждению, либо коррекции. Этот процесс допускает повторение, результатом которого будет еще более объективная концепция.”<sup>2</sup>

Я проиллюстрирую процесс последовательной объективации знаний, о котором говорит Нагель, на примере физической астрономии. В течении 17-го века общепринятая до этого времени геоцентрическая астрономическая теория Птолемея<sup>3</sup> постепенно утратила свою научную ценность и после публикации “Принципов” Ньютона<sup>4</sup> в 1687 году была вытесненной новой гелиоцентрической теорией и стала достоянием истории. Как мы сейчас увидим, теоретическая объективация была ключевым аспектом этого исторического процесса. Чтобы это показать, я сначала приведу некоторые детали касающиеся теории Птолемея, я затем воспользуюсь трудами Кеплера. Выбор фигуры Кеплера связан с тем, что его астрономическая теория довольно причудливым образом

---

<sup>2</sup>Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986, p.4. Здесь и далее перевод мой – *A.P.*

<sup>3</sup>К. Птолемей, *Альмагест*. Перевод И.Н. Веселовского. Москва, Наука, 1998

<sup>4</sup>И. Ньютон, *Математические Начала Натуральной Философии*. Перевод А.Н. Крылова. Москва, Наука, 1989

сочетает черты старой и новой науки: эту теорию историки науки характеризуют и как кульминацию старой птолемеевской астрономии, и как первый важный шаг в создании новой астрономии<sup>5</sup>. Поскольку моя задача сейчас состоит в том, чтобы сравнить старую и новую астрономическую теорию в определенном аспекте, благодаря своему пограничному положению именно теория Кеплера хорошо подходит для этой цели.

Ключевое отличие теории Кеплера от теории Птолемея, на которое я хочу обратить внимание, касается места и роли наблюдателя в астрономической теории.

Астрономическая теория Птолемея позволяет геометрически описывать и предсказывать наблюдаемые движения небесных тел инвариантным образом по отношению к географическому месту, в котором производятся наблюдения (включающие в себя измерения углов с помощью астролябии). Инвариантность теоретического описания по отношению к месту наблюдения не означает, что место наблюдения не принимается в этой теории в расчет. Дело обстоит ровно наоборот: теория Птолемея - так же как и все более поздние астрономические теории включая самые современные - дает возможность описывать и предсказывать астрономические наблюдения осуществляемые в разное время в разных точках планеты несмотря на то, что результаты астрономических наблюдений, вообще говоря, зависят от того, когда именно и в какой именно географической локации эти наблюдения производятся. Базовый фрагмент теории Птолемея, который обеспечивает привязку результатов угловых астрономических измерений к географическому положению наблюдателя, входит и в арсенал современной наблюдательной астрономии практически в неизменном виде (если не считать некоторых изменений в математических формулировках). Этот теоретический инструмент является базовым не только для астрономии, но и для математической географии Птолемея<sup>6</sup>, позволяя рассматривать античную астрономическую и географическую теорию как две части одного целого.

Если теперь в этом контексте вслед за Нагелем поставить вопрос об интегральной теории, которая включает в себя не только описание независимого от наблюдателя мира,

---

<sup>5</sup>B. Stephenson. *Kepler's Physical Astronomy*. Springer 1987

<sup>6</sup>J.L. Berggren and A. Jones (tr.), *Ptolemy's Geography*. Princeton University Press 2000

но и описание наблюдателя как части этого мира, то к астрономии и географии Птолемея нужно добавить еще и геометрическую оптику, которую Птолемей по умолчанию использует в качестве основы для своей теории астрономических наблюдений (в частности, при проектировании и изготовлении астрономических измерительных инструментов таких как астролябия). Заметим, что все три дисциплины - астрономия, география и оптика - с которыми работает Птолемей, опираются на одну и ту же геометрическую теорию. Помимо геометрической теории изложенной в “Началах” Евклида эта геометрическая теория включает в себя также двумерную сферическую геометрию.

Таким образом, астрономическая теория Птолемея содержит механизм объективации, который позволяет:

(П1) описывать мир небесных тел инвариантным образом без ссылок на наблюдателей и их наблюдения;

(П2) описывать наблюдателей астрономических явлений и их наблюдательные инструменты как часть того же самого мира, учитывая при этом географическое положение и время всякого наблюдения.

Поскольку теория Птолемея ничего не говорит ни о природе небесных тел, ни о природе наблюдателей, ее нельзя назвать в полном смысле слова физической. Современные астрономические теории, начиная с Кеплера, являются физическими в том смысле, что они объясняют астрономические явления в терминах причинных связей и другими принятыми в физике способами. Однако, как подчеркивает Нагель в другой работе<sup>7</sup>, современные астрономические и космологические теории так же как и теория Птолемея описывают наблюдателей очень абстрактно. Эти теории принимают во внимание положение наблюдателей и описывают измерительные приборы, которыми пользуются эти наблюдатели, но при этом не описывают наблюдателей как живых существ обладающих восприятием, сознанием и тем более разумом, благодаря которому они оказываются способными к теоретической объективации. Несмотря на это

---

<sup>7</sup>Th. Nagel, *Mind and Cosmos*. Oxford University Press 2012

фундаментальное ограничение астрономическая теория Кеплера выводит объективацию на новый уровень по сравнению с теорией Птолемея. Как мы сейчас увидим, этот переход хорошо описывается предложенной Нагелем схемой.

Птолемей исходит из реалистической предпосылки о том, что всякое астрономическое наблюдение производится с поверхности земного шара; более того, на земном шаре он локализует “обитаемую часть” и считает, что возможные наблюдатели находятся в ее пределах<sup>8</sup>. Кеплер, в свою очередь, рассматривает возможность проведения астрономических наблюдений на Луне и делает точные - и с современной точки зрения в целом правильные - расчеты того, как именно для лунного наблюдателя будет выглядеть Земля и другие небесные тела<sup>9</sup>. Данную задачу можно в разумном приближении решить и средствами традиционной геометрической оптики на основе птолемеевской теории лунного движения (хотя в этом случае она оказывается технически более сложной). Однако в концептуальном отношении этот мысленный эксперимент имеет фундаментальное значение, поскольку он позволяет Кеплеру заново поставить вопрос о различении видимых и истинных (то есть, не зависящих от особенностей того или иного наблюдения) движений астрономических объектов. Птолемей также различает видимые и истинные движения, причем это различие оказывается важным для Птолемея именно в той части его теории, которая касается лунных движений<sup>10</sup>. Однако Кеплер проводит это различие иначе. С новой точки зрения принятой Кеплером, те движения небесных тел, которые Птолемей считает истинными, являются на самом деле только видимыми представлениями земных наблюдателей, которые отличаются от соответствующих представлений лунных или других внеземных наблюдателей.

Мы имеем здесь дело со случаем теоретической объективации именно в той форме, как ее описывает Нагель, говоря о возможности заново и более полно объективировать существующую теорию, которая уже обладает структурой объективности. Хотя Кеплеру и не удалось таким способом построить фундамент новой астрономической теории, как

---

<sup>8</sup>К. Птолемей, Альмагест. Перевод И.Н. Веселовского. Москва, Наука, 1998, стр. 34

<sup>9</sup>И. Кеплер, Сон или посмертное сочинение о лунной астрономии. В кн. Кеплер, О шестиугольных снежинках. Москва, Наука, 1982

<sup>10</sup>К. Птолемей, Альмагест. Перевод И.Н. Веселовского. Москва, Наука, 1998, стр. 103

это позже сделал Ньютон, именно поиск нового ответа на вопрос об истинных движениях небесных тел привел Кеплера к открытию законов планетарных движений названных впоследствии его именем, которые Ньютон использовал в качестве эмпирической базы своей теории и которые он смог вывести чисто математическим путем из первых принципов.

Идея о том, что с любым телом во Вселенной можно связать возможного наблюдателя и локальную систему пространственных координат, играет фундаментальную роль в концепции относительности равномерного движения принадлежащей Галилею, которая позже стала частью ньютоновской физики (несмотря на то, что Ньютон пользуется ей наряду с понятиями об абсолютном пространстве и абсолютном времени). Теория относительности Эйнштейна (как специальная, так и общая) принимает во внимание дополнительную характеристику всякого возможного физического наблюдения, а именно ограниченность скорости обмена сигналами между возможными наблюдателями. С релятивистской точки зрения классическое представление об одновременных удаленных друг от друга событиях не является объективным, а зависит от физических характеристик конкретного наблюдения; объективное релятивистское описание таких событий включает в себя новые физические понятия (пространство-время, пространственно-временной интервал) и новый математический аппарат (Риманова геометрия, тензорное исчисление). Переход от классической ньютоновской астрономии к релятивистской астрофизике также представляет собой новую объективацию старой теории в смысле Нагеля<sup>11</sup>.

Проблема объективности и понятие наблюдателя в квантовой физике требует отдельного обсуждения, которое далеко выходит за рамки главной темы данной работы. Поэтому я ограничусь здесь только несколькими замечаниями. Проблема изоляции наблюдателя от наблюдаемого события или объекта, не является специфичной именно для квантовой физики: мы только что видели, что понятие наблюдателя и различие между наблюдаемыми и объективными “истинными” физическими свойствами играют фундаментальную роль в теориях Птолемея, Ньютона и Эйнштейна. Квантовая теория

---

<sup>11</sup>Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986, p.76

отличается от упомянутых физических теорий (которые в этом контексте часто называют “классическими”) тем, что на сегодняшний день квантовая теория не в состоянии предложить никакого хорошего метода, с помощью которых можно было бы надежно изолировать наблюдателя и процедуры наблюдения (измерения) отописываемых этой теорией физических эффектов. Всякое физическое измерение представляет собой физическое взаимодействие между измерительным прибором и физическим объектом или событием, характеристики которого измеряются этим прибором. Это относится как к классическим, так и к квантовым измерениям. Однако если классических теории позволяют по результатам измерения реконструировать характеристики объекта (события), которые никак не зависят от факта проведения или непроведения данного измерения, то есть, никак не зависят от исследовательских манипуляций, то в квантовой физике в ее современном виде сделать это сколько-нибудь убедительным и последовательным образом невозможно. Более того, доказаны фундаментальные ограничительные теоремы (no-go theorems), которые утверждают, что эту ситуацию невозможно исправить с помощью простых модификаций существующей квантовой теории с помощью введения в нее дополнительных “скрытых” параметров.

Это обстоятельство ставит нас перед следующим выбором:

**(К1)** Рассматривать существующую квантовую теорию как не имеющий самостоятельного значения фрагмент будущей физической теории - или как эклектическую смесь новых и старых идей подобный тому, который мы находим в теории Кеплера - допуская при этом, что будущая теория будет объективной в классическом смысле, то есть позволит надежно отделять наблюдателей и их действия от наблюдаемых этими наблюдателями объектов и свойств этих объектов. Выбор этой опции означает, что дальнейшие теоретические усилия должны быть направлены на построение новой фундаментальной физической теории классического типа.

**(К2)** Отказаться от идеи о том, что научная объективность представляет собой эпистемическую ценность и определить задачу науки каким-то другим способом, который позволяет рассматривать квантовую физику в ее существующем виде в качестве

полноценной физической теории.

Некоторые философы говорят о выборе в пользу **К2** как о свершившемся историческом факте, как это делает Степин, различая в истории науки классическую, неклассическую и пост-неклассическую стадии<sup>12</sup>. На мой взгляд, для такого вывода нет достаточных оснований. Будущее науки остается открытым, и задача философа науки состоит не просто в том, чтобы интерпретировать историю науки с помощью какой-то системы философских понятий, но и в том, чтобы формулировать широкие познавательные проекты, которые могут лечь в основу программ будущих исследований. В следующей части этой работы я постараюсь объяснить, почему опция **К1** представляется мне привлекательной и заслуживающей внимания. Для этого мне придется ответить на вопрос о том, в чем состоит эпистемическая роль и эпистемическая ценность объективности. Именно в этой связи я буду говорить ниже о научном реализме. Аргументы в пользу тезиса о принципиальной реализуемости связанной с **К1** научной программы были предложены мной в другой статье<sup>13</sup>; в настоящей работе я не буду возвращаться к этому вопросу.

### 3. Объективная реальность

Соотношение между объективностью и реальностью Нагель понимает следующим образом:

“Между объективностью и реальностью существует связь: только предположение о том, что наши представления являются частью более широкой реальности придает смысл попыткам достичь более глубокого понимания с помощью отвлечения от этих представлений. Однако не всякая реальность может быть понята тем лучше, чем более объективно она рассматривается. Представления и перспективы - это существенная часть того, что существует, и в некоторых отношениях такого рода вещи могут быть

---

<sup>12</sup>В.С. Стёпин, Теоретическое знание. Москва, Прогресс-Традиция, 2003

<sup>13</sup>А.В. Родин, Программный реализм в физике и основания математики: неклассическая и неоклассическая наука. Вопросы философии 5, 2015, стр. 58-68



лучше поняты с менее отстраненной точки зрения. Реализм поддерживает требования объективности и отстраненности только до определенной степени. ”<sup>14</sup>

Реализм в понимании Нагеля - это тезис о том, что человеческая жизнь и человеческая познавательная активность имеет место в мире, многие аспекты которого никак не зависят от человеческой жизни и человеческой познавательной активности. Поскольку объективное знание дает нам какое-то (по крайней мере частичное) представление о мире, о месте человека в мире и, наконец, о тех способах, которыми люди приобретают свои знания (включая объективные знания), реализм может служить философским основанием для того, чтобы считать объективное знание эпистемической ценностью.

Однако, как подчеркивает Нагель, чтобы считать реализм таким основанием нужно принять дополнительную предпосылку о том, что объективные представления о мире, в принципе могут адекватно представлять какой-то фрагмент реального мира и положение человека в этом фрагменте мира. Эта предпосылка не является логическим следствием тезиса реализма в том виде, в котором его формулирует Нагель. Реализм сам по себе не может гарантировать того, что наши представления каким-то образом содержат в себе знания о вещах, которые напрямую никак не связаны с человеческой деятельностью. Даже если принять во внимание идею Нагеля о рекурсии последовательных объективаций, общий тезис реализма не дает никаких оснований утверждать, что неограниченная последовательность объективаций каким-то образом приближает нас к знанию реальности.

Более того, согласно Нагелю, именно реализм дает основания для самого радикального скептицизма в отношении возможности познания реальности с помощью объективных научных теорий. Действительно, реализм утверждает, что в мире существуют вещи независимые от наших знаний (или отсутствия всяких знаний) о мире и при этом ничего не говорит о возможностях людей или любых других разумных существ познавать реальность. Поэтому реализм не исключает, а наоборот делает правдоподобным утверждение о том, что в мире существуют вещи, к которым у нас нет никакого познавательного доступа, то есть, которые мы не можем познать в принципе. Это

---

<sup>14</sup>Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986, p.4

утверждение в свою очередь делает более правдоподобным радикальный скептический тезис о том, что все наши так называемые знания, включая все объективные теории, не имеют с реальностью ничего общего.

По мнению Нагеля, радикальный скепсис в отношении возможности познания реальности не может быть опровергнут с помощью рациональных аргументов. Однако для Нагеля это не является достаточным основанием для того, чтобы отказаться от попыток познания реальности с помощью объективных теорий. Свое эпистемологическое кредо он описывает так:

“Поскольку объективное познание стремится построить реалистическую картину мира, оно неизбежно подвергается скептическим атакам. Объективное познание не может опровергнуть скептические аргументы и поэтому должно развиваться в тени скептицизма. Скептицизм, в свою очередь, представляет собой проблему только постольку, поскольку объективность претендует на знание реальности.<sup>15</sup>”

Таким образом, хотя энтузиазм и скептицизм по поводу претензий объективных научных теорий на познание реальности являются одинаково допустимыми реакциями на тезис реализма, эти реакции отличаются друг от друга не только содержательно, но и формально. Тогда как эпистемический энтузиазм мотивирует развитие такого сложного социального, культурного и интеллектуального явления как наука, скептицизм имеет чисто негативный характер и не поддерживает никаких альтернативных проектов.

Впрочем, нужно иметь в виду, что ослабленный вариант скептицизма, который можно назвать критицизмом, играет важную роль при объективации данной научной теории  $T$ , в результате которой  $T$  заменяется на новую более объективную теорию  $T'$ . В рамках такой процедуры элементы  $e_i$  теории  $T$ , которые в  $T$  считаются реальными вещами существующими независимо от вещей и действий направленных на их познание, в новой теории  $T'$  рассматриваются как представления некоторых других элементов  $e'_j$ , которые  $T'$  считает реальными. Таким образом  $T'$  поддерживает утверждение о том, что претензия  $T$  на знание реальности является необоснованной. В этом смысле можно

---

<sup>15</sup>Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986, p.71

сказать, что  $T'$  поддерживает критическое или даже скептическое отношение к  $T$ . Но такого рода скептическое отношение не является радикальным, поскольку аргументы против  $T$ , которые поддерживает  $T'$ , в свою очередь основаны на претензиях  $T'$  на (лучшее) знание реальности. Поэтому с точки зрения радикального скептика такая критика не может быть обоснованной. Для радикального скептика такой сложный критический аргумент является попросту излишним, поскольку с его точки зрения ни  $T$ , ни  $T'$ , ни любая другая научная теория не дают нам никакого знания о независимой от нашей познавательной деятельности реальности.

Помимо этих общих тезисов объективистская эпистемология Нагеля содержит еще один важный нюанс. Я напомню его слова о том, что “не всякая реальность может быть понята тем лучше, чем более объективно она рассматривается” (см цитату выше). Нагель говорит здесь о той части реальности, которая касается человеческой познавательной деятельности в самом широком смысле слова, включая построение объективных научных теорий. Этот аргумент Нагеля направлен против тезиса физического или биологического редукционизма, согласно которому вся человеческая деятельность, включая познавательную деятельность, будет лучшим образом понята, если ее удастся описать в чисто биологических, химических или физических терминах.

В более поздней работе<sup>16</sup> Нагель уже не пытается решить эту проблему с помощью ограничения требований объективности. Указывая на чисто спекулятивный характер утверждения о том, что высшая нервная деятельность и такие ее проявления, как способность к объективному познанию, может быть понята в физических, биологических или биохимических терминах, Нагель предлагает другой спекулятивный аргумент, согласно которому в будущей физической и космологической теории возможность и даже вероятность существования в мире жизни и разума будет очевидной уже на уровне первых принципов. Несмотря на свой спекулятивный характер, этот проект, на мой взгляд, представляет интересную альтернативу попыткам отказаться в фундаментальной науке от реализма и объективности.

---

<sup>16</sup>Th. Nagel, *Mind and Cosmos*. Oxford University Press 2012

#### 4. Научный реализм

Научный реализм в самой общей формулировке содержит два тесно связанных друг с другом утверждения:

(НР1) Главная цель научного исследования - это познание реальности (эпистемический энтузиазм по поводу возможности познания реальности научными методами)

(НР2) Современная наука дает нам по крайней мере приблизительные знания о некотором фрагменте реальности (обеспеченность эпистемического энтузиазма полученными научными результатами)

Проблему объективности, на которой фокусирует свое внимание Нагель, нельзя назвать центральной в современных дебатах по поводу научного реализма. Тем более, мне кажется интересным посмотреть на некоторые проблемы, обсуждаемые в рамках этих дебатов, с предложенной Нагелем точки зрения.

##### 4.1. Проблема изменения научных теорий и вопрос о “приблизительной истинности”

Одно из ключевых возражений против научного реализма состоит в указании на изменчивый характер научных теорий. Как можно считать, что научные теории содержат истинные утверждения о реальных вещах, если эти теории и связанные с ними утверждения подвергаются непрерывному пересмотру и постоянно меняются? Эти изменения касаются, в частности, представлений о том, какие вещи с точки зрения научного реализма следует считать реальными. Например, существование всепроникающего эфира, которое считалось достоверно установленным благодаря успеху созданной Максвеллом теории электромагнетизма, было впоследствии опровергнуто опытами Майкельсона-Морли и теорией относительности Эйнштейна.

Обычный ответ на это возражение состоит в том, что всякая научная теория дает только приблизительное знание о (некотором фрагменте) реальности, а пересмотр этой теории,

как правило, позволяет ее улучшить и получить более точное знание. Поэтому, если считать, что знание реальности не может быть получено каким-то другим способом помимо научного, нам следует доверять тем утверждениям о реальности, которые нам предоставляют наши лучшие на сегодняшний день научные теории, и быть готовым к дальнейшему пересмотру этих утверждений. Хотя этот ответ представляется в целом убедительным, проблема состоит в том, что ему трудно придать точный смысл. О приближении чего к чему в нем идет речь? Идея о том, что последовательность уточняющих друг друга теорий может представлять собой своего рода фундаментальную последовательность в смысле Коши<sup>17</sup>, которая в пределе сходится к некоторой идеальной предельной точке, которую мы и называем реальностью, только на первый взгляд может показаться убедительной. История науки не дает достаточных оснований для того, чтобы считать такого рода модель развития науки реалистичной, особенно если пытаться ее применять в глобальном масштабе. Более того, история науки дает ясные свидетельства того, что подобная модель не может быть адекватной, поскольку наряду с постепенными улучшениями теорий в науке происходят более глубокие изменения качественного характера, которые иногда называют научными революциями. Таким образом при ближайшем рассмотрении идея о том, что научные теории в процессе своего развития постепенно приближаются к некоторой идеальной окончательной теории, оказывается не более чем математической метафорой, объяснительная сила которой очень сомнительна.

Другая очевидная возможность уточнения понятия приблизительной истинности научной теории состоит в том, чтобы использовать для этой цели символический аппарат какой-нибудь подходящей системы многозначной логики. Хотя такого рода технические средства могут действительно оказаться полезными в эпистемологии, никакой формальный аппарат сам по себе не может дать никакого определенного понимания того, в чем именно состоит научный прогресс. Если современный логический аппарат и может быть успешно использован для описания прогресса

---

<sup>17</sup>Фундаментальной последовательностью или последовательностью Коши в математическом анализе называют последовательность рациональных чисел  $r_i$  обладающую следующим свойством: для любого сколь угодно малого положительного рационального числа  $\varepsilon$  существует такой номер  $N$ , что для всех номеров  $m > N$  и  $n > N$  выполняется неравенство  $|r_m - r_n| < \varepsilon$ .

научных теорий, то это может быть сделано только на основе определенной неформальной теории развития науки и базовой модели, допускающей проверку историческими фактами.

Преимущество подхода Нагеля состоит в том, что он предлагает модель развития науки, которая, с одной стороны, поддерживает претензию науки на познание реальности, а с другой стороны, допускает возможность радикального пересмотра всякой готовой теории включая ее онтологические обязательства. Рассмотрим в качестве примера птолемеевские эпициклы. С точки зрения современной физической астрономии эти объекты представляют собой всего лишь математические фикции, которые Птолемей использует для описания видимых движений небесных тел. Однако, если отнестись к вопросу о различении фикций, реальных вещей и их представлений более ответственно в философском отношении и более объективно в историческом отношении, то такую оценку придется признать неаккуратной. Астрономическая теория Птолемея - это не литературный вымысел и не чисто геометрическая теория; Птолемей пользуется своим математическим аппаратом для инвариантного, то есть объективного, описания астрономических наблюдений и измерений. Параметры эпициклов, которые Птолемей определяет эмпирическим путем, могут быть эффективно использованы для предсказания будущих наблюдений. Поэтому эпициклы планет в астрономии Птолемея - это не просто математические объекты, а математические объекты, которые используются в качестве элементов объективного (на определенном уровне объективации) описания эмпирических наблюдений. Если оставить в стороне радикальный скептицизм в отношении объективной науки, то на этом основании можно утверждать, что птолемеевские эпициклы представляют некоторый независимый от человеческих наблюдателей фрагмент реальности.

С точки зрения принятой в небесной механике Ньютона, планеты обращаются вокруг Солнца по эллипсам, а не вокруг Земли по сложным траекториям включающим в себя эпициклы. Однако даже приняв эту новую более объективную точку зрения, можно утверждать, что наряду с информацией о положении наблюдателя теория Птолемея содержит объективные данные о планетарных движениях, которые никак не связаны с познавательной деятельностью человека. В этом смысле, как я уже сказал, их можно

считать реальными. Утверждение о том, что эпициклы не реальны, а фиктивны, использует более узкий смысл слова “реальный”, который определяется онтологическими обязательствами новой астрономической теории. Разумеется, если в согласии с **НР2** искать в науке ответ на вопрос о том, какие вещи существуют в реальности, а какие нет, то для этого ответа нужно использовать современные, а не в устаревшие теории. Однако в рамках общей дискуссии о научном реализме, в которой ставится вопрос о совместимости научного реализма с фактами пересмотра и изменения научных теорий, нам нужно более широкое понимание термина “реальный”, который я сейчас попытаюсь определить.

Всякая научная теория имеет перспективный характер, то есть содержит неявную информацию (возможно, наряду с явной) о наблюдателе - или, говоря шире, о коллективном мыслящем агенте, который производит, использует и далее развивает данную теорию. Эта неявная информация может быть частично эксплицирована, то есть, сделана явной, путем дальнейшей объективации данной теории - именно это обстоятельство дает нам право говорить *a fortiori* о “неявной” информации в этом контексте. “Взгляд ниоткуда”, о котором говорит Нагель<sup>18</sup>, связан с понятием об идеальной теории, в которой вся информация о наблюдателе эксплицирована полностью, и которая поэтому перестает быть перспективной. Возможность такой теории является в буквальном смысле утопичной: такая теория в принципе не может быть реализована в процессе познания, по крайней мере, если мы говорим о человеческом познании (а не о познании миром самого себя). Однако такое понятие о полностью объективной бесперспективной утопической теории играет роль регулятивного эпистемического идеала, который делает осмысленными усилия в направлении дальнейшей объективации всякой данной теории. То обстоятельство, что такие объекты как электроны или бозоны Хиггса, которыми сегодня оперируют наши лучшие научные теории, в рамках будущей теории, возможно, будут описаны как эпифеномены вроде птолемеевских эпициклов, не является достаточным основанием для отказа от научного реализма. Если оставить в стороне радикальный эпистемологический скептицизм, то можно утверждать, что старые и новые теории, элементами которых являются, соответственно эпициклы, электроны и бозоны Хиггса,

---

<sup>18</sup>Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986

содержат некоторую информацию о реальности и в этом смысле являются реальными. При этом я не утверждаю, что любые сущности, когда-либо постулированные отвергнутыми впоследствии научными теориями, могут быть признаны реальными в этом широком смысле. Так, постулирование мирового эфира следует скорее считать прямой ошибкой.

Идея Нагеля о последовательных объективациях, позволяет также придать более определенный смысл утверждению о том, что по мере развития науки наши знания о реальности становятся все более точными. Теория Нагеля позволяет утверждать, в частности, что современная физическая астрономия дает нам более объективное и более полное знание о космосе, чем птолемеевская астрономия, поскольку современные теории включают в себя более полные объективации, не отменяя при этом старых объективаций. Хотя и не всякое развитие научных идей и научных теорий может быть сразу описано в терминах последовательных объективаций, наш пример из истории астрономии показывает, что такая модель развития научного знания во всяком случае не является чисто умозрительной.

## 2) Реализм и релятивизм

Как мы видели, дальнейшая объективация всякой данной научной теории  $T$  содержит “релятивистский” аспект, который мы выше связали с критическим (но не радикально скептическим) отношением к этой теории: все сущности, предположенные в  $T$ , в новой теории  $T'$  рассматриваются в качестве представлений, свойства которых определяется частично теми параметрами наблюдателей, которые в  $T$  остаются неявными, но которые эксплицируются в  $T'$ .

Этот релятивистский аспект всякой объективации нужно отличать от релятивизма как эпистемологической доктрины, которая противостоит доктринам объективизма и научного реализма. В самом общем виде тезис эпистемологического релятивизма состоит в том, что истинность и ложность любого утверждения  $P$  данной теории  $T$  зависит от некоторого контекста  $K$ , который сама эта теория не принимает во внимание; поэтому утверждение  $P$ , которые сторонники  $T$  считают истинным, в другом контексте  $K'$  может оказаться ложным или бессмысленным. Этот общий тезис принимается также



в рамках эпистемологических подходов, которые называют себя термином “реляционизм”<sup>19</sup>.

В таком общем виде тезис релятивизма по сути утверждает только перспективный характер всякого знания и остается совместимым с той формой научного реализма, которую я защищаю в этой работе. Действительно, утверждение птолемеевской астрономии о том, что планеты движутся по эпициклам становится ложным для наблюдателя связанного с Солнцем; аналогичным образом, утверждения ньютоновской астрономии об одновременности каких-то астрономических событий, с точки зрения релятивистской астрофизики, могут быть одновременно истинными для одних наблюдателей и ложными для других наблюдателей. Я настаиваю на релеванности такого рода примеров в дискуссии об эпистемологическом релятивизме<sup>20</sup>, чтобы показать, что тезис о перспективном характере всякого знания, то есть тезис релятивизма в том общем виде, в котором я его только что сформулировал, противостоит не научному реализму вообще, а только научному абсолютизму, который утверждает, что некоторая конкретная теория представляет собой “взгляд ниоткуда”, и что утверждения этой теории не связаны ни с какими конеткстами и перспективами и в этом смысле являются абсолютными истинами. Аналогичный аргумент можно выдвинуть и в отношении морального релятивизма, но я оставлю здесь эту тему в стороне.

Проблематичным для научного реализма является не общий, а исторический, социальный или культурный релятивизм, согласно которому контексты  $K, K'$ , о которых мы говорили выше, имеют, соответственно, исторический, социальный или культурный характер. В частности, социальный релятивизм утверждает, что все содержание данной научной теории  $T$ , которая создается, развивается и используется в некотором обществе

---

<sup>19</sup>О различных видах эпистемологического релятивизма и реляционизма см. Г.Д. Левин, О трех видах релятивизма. Вопросы философии 7, 2007; Г.Д. Левин, Современный релятивизм. Вопросы философии 8, 2008; Г.Д. Левин, Релятивизм и реляционизм (к истории проблемы), Релятивизм, плюрализм, критицизм: эпистемологический анализ, изд. ИФ РАН, 2012, стр. 61-79; В.А. Лекторский (ред.), Релятивизм как болезнь современной философии. Канон+, 2015

<sup>20</sup>См. также А.В. Родин, Рациональность и релятивизм. Вопросы философии 9, 2008, стр.

$O$ , определяется характеристиками  $O$  и не может быть напрямую транслировано ни в какое другое общество  $O'$ . По аналогии с приведенными выше примерами перспективной релятивизации астрономических теорий можно было бы ожидать, что социальная релятивизация научных теорий может помочь совершить какой-то новый шаг в направлении построения более объективных теорий. Но это невозможно по следующей очевидной причине. Социальная релятивизация научных теорий требует объективной социальной теории, которая позволяет описывать инвариантным образом и сравнивать друг с другом характеристики различных обществ. Однако предметы естественных наук, которые изучают фрагменты мира независимые от человеческой деятельности, вовсе не попадают в область компетенции наук об обществе. Поэтому когда естественно-научная теория  $T$  релятивизируется с помощью социальной теории  $C$ , то на выходе получается снова некоторая социальная теория, но не новая естественно-научная теория. Поскольку предмет теории  $T$  не попадает в поле зрения теории  $C$ , эта последняя теория может только изучать контекст, в котором развивается  $T$ , но ничего не может сказать о предмете этой последней теории. Поэтому  $C$  в принципе не может помочь заменить  $T$  на более объективную теорию путем описания перспективных аспектов  $T$  за исключением того случая, когда  $T$  в свою очередь является социальной теорией.

Тем не менее, тезис социального релятивизма применительно к данному случаю состоит в том, что все содержание  $T$ , каков бы ни был предмет этой теории, описывается с помощью социальной теории  $C$  наиболее объективным образом, а все, что  $T$  говорит о внесоциальных сущностях и их свойствах таких как планеты или электроны, может и должно быть пересказано в терминах социальных соглашений, убеждений и т.д. Чтобы этот тезис не был противоречивым достаточно принять предпосылку о том, что объективное знание возможно только о человеческом обществе и невозможно о любых других предметах. Этот тезис, на мой взгляд, очень неправдоподобен, поскольку в случае исследования общества отделить исследователя от предмета исследования как раз намного труднее (если вообще возможно), чем в случае исследования вещей не связанных с человеческой деятельностью (если такие существуют). В качестве альтернативы можно представить себе рефлексивный вариант социального релятивизма, который отказывается от всяких претензий на объективность и распространяет свои

выводы в отношении научных теорий на социологическую теорию, которая используется им для анализа науки, обуславливая при этом свои собственные утверждения и выводы принадлежностью к определенному обществу. В этом случае тезис социального релятивизма уже невозможно обсуждать в общем виде не принимая в расчет особенностей тех обществ, к которым принадлежат защитники этих тезисов и их критики. По сути, мы сталкиваемся в этом случае с вариантом радикального скептицизма в отношении возможности всякого объективного знания и отказом от рациональной дискуссии в пользу риторики, направленной на преследование тех или иных групповых интересов. Сказанное выше о социальном релятивизме относится *mutatis mutandis* к историческому, культурному и другим подобным формам эпистемологического релятивизма.

Исследование перспективных аспектов научных теорий имеющих исторический, культурный и социальный характер может помочь получить более объективное знание не только о человеческих обществах, в которых развиваются науки, но и о предметах этих наук, только если представители этих наук используют социальную критику своих дисциплин для того, чтобы исключить или по крайней мере минимизировать зависимость результатов своих наук от социальных и любых других внешних контекстов. В следующем разделе этой работы я покажу, как для достижения этой цели используется математика. Но, разумеется, такой результат не может быть достигнут внутри дисциплинарных рамок истории, социологии или культурологии, которые изучают естественные науки как часть человеческой истории, человеческого общества и человеческой культуры, но при этом не изучают те предметы, которыми заняты естественные науки.

### 3) Научный реализм и математика

Является ли математика объективной наукой? Являются ли математические истины объективными? Если использовать предложенное Нагелем понятие объективности (см. цитату в начале второго раздела этой работы), то для положительного ответа на этот вопрос необходимо показать, каким образом математика “отвлекается от первоначального взгляда на проблему” и “формирует новую концепцию, которая включает в себя этот первоначальный взгляд и его отношение к миру в качестве своего

объекта”. Если под “миром” понимать предметную область математической теории, то подобные примеры в истории математики найти нетрудно. В частности, в этих терминах можно интерпретировать историю алгебры. Вплоть до начала 19го века алгебра понималась как система общих и частных методов решения полиномиальных уравнений. Однако уже в середине 18-го века Лагранж и немного позже Руффини поставили более общий вопрос о том, какие уравнения и классы уравнений являются разрешимыми (в радикалах), а какие нет. Этот важный момент в развитии алгебры можно описать как объективацию в смысле Нагеля: вся проблемная область старой алгебры и совокупность всех известных методов решения алгебраических проблем становится в это время новым предметом исследования для новой алгебраической теории. Фундаментальным результатом этой новой теории стал полученный Галуа в первой половине 19го века точный критерий разрешимости полиномиальных уравнений в радикалах и доказательства того факта, что уравнения пятой степени и выше, вообще говоря, в радикалах неразрешимы.

Такого рода примеры показывают как объективация осуществляется внутри математики, но они не проясняют вопрос об объективном характере математики как таковой. Чтобы ответить на этот более общий вопрос, необходимо говорить не об отношении математических теорий к различным специальным “мирам” населенным математическими объектами, а об отношениях математики с миром в простом и буквальном значении этого слова.

Исторические исследования дают нам сегодня многочисленные свидетельства о примитивных техниках счета, которые начали развиваться по всей видимости уже в эпоху палеолита задолго до возникновения письменности<sup>21</sup>. Насколько мы можем сегодня реконструировать и интерпретировать такие исторические артефакты, они все основаны на одной фундаментальной идее: подсчитываемые предметы или события ставятся во взаимно-однозначное соответствие с некоторыми специально для этого предназначенными предметами (вроде специально подобранных кумушков или искусственно изготовленных глиняных фигурок) или знаками (вроде зарубок на кости),

---

<sup>21</sup>T. Altman, M. Funada, Y. Igarashi and B. Kamiyama, *Computing: A Historical and Technical Perspective*. CRC Press 2014

с которыми затем производятся дальнейшие манипуляции. Такого рода техники имеют важные прагматические аспекты (включая создание календаря), которые я сейчас полностью оставляю в стороне. Теоретическая объективация таких техник счета состоит в развитии представления о том, что группы объектов, подлежащих подсчету, с одной стороны, и используемые символические представления этих объектов, с другой стороны, в равной мере представляют объекты другого рода, которые мы называем числами. В результате такой объективации техники счета порождают арифметическую теорию, которая подчиняет себе эти техники и дает мощный импульс для их дальнейшего развития. Аналогичным образом, как представляется, дело обстоит с геометрией и теоретической математикой в целом.

Таким образом, можно утверждать, что современная теоретическая математика так же как и современная физика имеет объективный характер и развивается с помощью последовательных объективаций. Следует ли отсюда, что математические объекты, в частности, наутральные числа, являются реальными? На первый взгляд, чтобы ответить на этот вопрос утвердительно, достаточно опереться на общий тезис научного реализма: если некоторая объективная теория  $T$  постулирует независимую от наблюдателя сущность  $S$ , и если на сегодняшний день  $T$  остается лучшей в своей области, то  $S$  разумно считать элементом реальности. Однако прежде чем делать такой вывод, нужно принять во внимание то обстоятельство, что общий тезис научного реализма относится к науке в целом, а не к совокупности научных дисциплин взятых по-отдельности. Поэтому частное применение этого тезиса по только что указанной схеме, вообще говоря, неоправданно.

Совокупность отдельных научных дисциплин отличается от “науки в целом” постольку, поскольку научные дисциплины находятся в сложных взаимоотношениях, которые приходится принимать во внимание при постановке вопроса о познании реальности научными методами. Существующие сегодня научные дисциплины и научные теории не только не позволяют нам составить полного и точного представления о реальности. Строго говоря, современная наука вообще не поддерживает никакого интегрального представления, которая включало бы в себя все связанные и не связанные с человеческой деятельностью аспекты реальности. Именно поэтому проблема

согласования существующих физических, биологических, антропологических и эпистемологических теорий оказывается в центре внимания Нагеля<sup>22</sup>. Соединить эти и другие научные дисциплины в некое подобие “общей теории всего” можно только с помощью достаточно отвлеченных спекуляций, причем, имея в виду современное состояние науки, это можно делать многими разными способами. Разумеется, такие спекулятивные “теории всего”, которые принято называть “научными картинами мира”, нельзя считать научными в полном смысле слова. Однако частично спекулятивный характер этих представлений не означает, что они не играют в науке никакой роли, и тем более не означает, что они обязательно приносят науке вред. В частности, они играют важную мотивирующую роль при проектировании научных программ и планировании будущих исследований.

Хотя математика играет существенную роль в фундаментальной физике и других естественных науках, общий тезис научного реализма не позволяет решить вопрос о реальности математических объектов каким-то определенным образом<sup>23</sup>. На сегодняшний день не существует никакой общепринятой эпистемологической теории, которая могла бы убедительно и доказательно объяснить природу математического мышления, роль математики в естественных науках и, тем более, природу математических объектов. Поэтому комбинация научных результатов с философскими спекуляциями остается сегодня единственным способом для ответа на этот вопрос. Критерии математической доказательности, которые исключают использование эмпирических свидетельств, по всей видимости, указывают на то, что математические объекты не существуют независимо от человека, а их объективный характер определяется общей человеческой когнитивной способностью к воображаемым построениям по одним и тем же фиксированным и явно предъявляемым правилам. В

---

<sup>22</sup>Th. Nagel, *Mind and Cosmos*. Oxford University Press 2012

<sup>23</sup>Квайн, Патнем и некоторые их последователи считают, что незаменимость математики в естественных науках влечет за собой утверждение о реальности математических объектов (Quine-Putnam Indispensability Argument, см. H. Putnam, “Indispensability Arguments in the Philosophy of Mathematics”, in H. Putnam, *Philosophy in an Age of Science: Physics, Mathematics and Skepticism*, Cambridge, MA: Harvard University Press 2012, chap. 9). О следствиях аргумента о незаменимости математики для научного реализма см. Resnik, M.D., 1995, “Scientific Vs Mathematical Realism: The Indispensability Argument”, *Philosophia Mathematica*, 3(2): 166–174

противном случае приходится допустить, что человек способен к познанию независимой от человека реальности посредством чистой мысли или какой-то другой неизвестной когнитивной способности. Такое предположение не имеет на сегодняшний день никакого научного обоснования - ни физического, ни биологического, ни антропологического. Эффективность математики в физике и в других естественных науках (а также в инженерном деле и в экономике) становится, на мой взгляд, более понятной, если думать о математике как о “мысленном эксперименте” в самом широком смысле и иметь в виду, что мысленный эксперимент в той или иной форме является необходимым этапом подготовки всякого намеренного практического действия включая физические эксперименты и наблюдения. Заметим, опуская подробности, что объективный характер астрономических теорий, о которых мы говорили выше, существенно зависит от объективного характера математического аппарата этих теорий, хотя, разумеется, к нему и не сводится. Именно математика является для науки тем универсальным языком, который позволяет формулировать научные теории инвариантным образом по отношению к любым социальным и культурным контекстам.

Такое понимание природы математики представляется мне самым перспективным с точки зрения научного реализма - если под научным реализмом понимать общий тезис о том, что наука позволяет нам понимать реальность, а не более специальный тезис о том, что объекты постулированные той или иной наукой, например, математикой, реально существуют. Однако я еще раз хочу подчеркнуть, что современные научные знания не позволяют нам описать и понять природу нашей собственности познавательной деятельности и место математики в этой деятельности с той же степенью <sup>24</sup> достоверности, с которой мы сегодня уже понимаем многие физические и биологические процессы. Поэтому альтернативные способы понимания природы математики и математической объективности также нельзя сбрасывать со счетов. Это касается, в частности, математического реализма, то есть тезиса о том, что числа и другие математические объекты существуют каким-то образом независимо от человека.

#### 4. Заключение.

<sup>24</sup> См. M. Leng, *Mathematics and Reality*, Oxford University Press 2010; В. Бажанов, А. Кричевец и В. Шапошников (ред.), *Математика и реальность. Труды Московского семинара по философии математики*. Изд. МГУ 2014

Теория объективности Томаса Нагеля позволяет понять, каким образом научное знание о мире может сочетать в себе перспективные, то есть связанные с определенной частной точкой зрения, и общие объективные аспекты. Нагель предлагает динамическое решение дилеммы между перспективностью и объективностью: хотя всякая теоретическая претензия на научную объективность реализуется в рамках некоторой частной перспективы, эта частная перспектива может стать в будущем предметом более общей и более объективной теории. Таким образом, теория Нагеля содержит модель роста научного знания, которая, как мы видели, подтверждается по крайней мере на некоторых важных исторических примерах. Главной эпистемологической новацией Нагеля следует, на мой взгляд, считать его тезис о том, что теоретическая объективация может осуществляться в процессе развития науки постепенно путем последовательных итераций. В этом пункте Нагель существенно расходится с Кантом, согласно которому схема теоретической объективации имеет априорный характер, относится к трансцендентальным условиям всякого научного знания и является жестко фиксированной.

Применение модели роста научного знания Нагеля к проблеме научного реализма позволяет справиться с важным возражением против тезиса научного реализма, согласно которому этот тезис несовместим с фактами пересмотра научных теорий и их онтологических обязательств. Основанная на теории объективности Нагеля реалистическая интерпретация научного знания, наоборот, требует такого пересмотра и подтверждается фактами реальной истории науки.

Теория Нагеля также проливает свет на дилемму реализма и релятивизма в отношении научного знания. Релятивизация знания, то есть, экспликация его перспективного характера - это необходимый момент дальнейшей объективации этого знания. Классический пример - это релятивизация понятия одновременности в физической теории относительности. Релятивизм утверждает себя как эпистемологическую антитезу объективизму и реализму настаивая на том, что многообразие различных перспективных взглядов на мир не может быть в принципе собрано в единое целое и подчинено общей объективной теории. Если не считать релятивизм просто способом формулировки общей скептической позиции в отношении возможности познания мира,



то в такой общей форме релятивизм только указывает на идеальный и утопический характер “взгляда ниоткуда”. Однако типичный аргумент релятивистской эпистемологии имеет более специальный характер и состоит в указании на исторический, культурный и социальный контекст, в котором развивается та или иная научная дисциплина или теория, и утверждении о нерелевантности данной дисциплины или теории в любых других подобных контекстах. Этот аргумент предполагает объективный характер таких гуманитарных дисциплин как история, культурология и социология, отказывая при этом всем другим наукам, включая естественные, в их праве претендовать на объективность. Этот аргумент является несостоятельным, поскольку рефлексивный характер гуманитарных наук (то есть тот факт, что в рамках таких наук люди изучают свою собственную деятельность) делает объективность этих наук более, а не менее, проблематичной, чем объективность естественных наук.

Теория объективности Нагеля также хорошо описывает некоторые важные эпизоды истории математики. Случай математики ясно показывает, что объективный характер некоторой научной теории, вообще говоря, не означает, что объекты этой теории реальны. Проблема состоит в том, что существующие сегодня научные дисциплины (включая математику) в сумме не дают никакого общего представления о реальности; такая общая “научная картина мира” не может быть построена только на основе данных современных наук без использования философских спекуляций, которые следует отличать от полноценных научных аргументов. В частности, это касается вопроса о том, каким образом связаны друг с другом мир физических объектов и мир математических объектов. С точки зрения научного реализма представляется естественным думать о математических объектах как о фикциях, которыми мы пользуемся в качестве инструментов познания. Однако, чтобы внести большую ясность и определенность в этот вопрос, нам необходимо продвинуться гораздо дальше в исследованиях наших собственных когнитивных способностей и особенно познавательных способностей, чем это пока позволяет нам сделать современная наука.

## Библиография:

В. Бажанов, А. Кричевец и В. Шапошников (ред.), Математика и реальность. Труды Московского семинара по философии математики. Изд. МГУ 2014, 504 стр.

И. Кеплер, Сон или посмертное сочинение о лунной астрономии. В кн. Кеплер, О шестиугольных снежинках. Москва, Наука, 1982, 194 стр.

Г.Д. Левин, О трех видах релятивизма. Вопросы философии 7, 2007

Г.Д. Левин, Современный релятивизм. Вопросы философии 8, 2008

Г.Д. Левин, Релятивизм и реляционизм (к истории проблемы), Релятивизм, плюрализм, критицизм: эпистемологический анализ, изд. ИФ РАН, 2012, стр. 61-79.

В.А. Лекторский (ред.), Релятивизм как болезнь современной философии. Канон+, 2015, 392 стр.

И. Ньютон, Математические Начала Натуральной Философии. Перевод А.Н. Крылова. Москва, Наука, 1989

К. Птолемей, Альмагест. Перевод И.Н. Веселовского. Москва, Наука, 1998

А.В. Родин, Программный реализм в физике и основания математики: неклассическая и неоклассическая наука. Вопросы философии 5, 2015, стр. 58-68

А.В. Родин, Рациональность и релятивизм. Вопросы философии 9, 2008, стр. 55-76

В.С. Стёпин, Теоретическое знание. Москва, Прогресс-Традиция, 2003, 744 стр.

T. Altman, M. Funada, Y. Igarashi and B. Kamiyama, Computing: A Historical and Technical Perspective. CRC Press 2014, 317 p.

J.L. Berggren and A. Jones (tr.), *Ptolemy's Geography*. Princeton University Press 2000

M. Leng, *Mathematics and Reality*, Oxford University Press 2010, 278 p.

Th. Nagel, *The View from Nowhere*. Oxford University Press 1986, 256 p.

Th. Nagel, *Mind and Cosmos*. Oxford University Press 2012, 130 p.

H. Putnam, "Indispensability Arguments in the Philosophy of Mathematics", in H. Putnam, *Philosophy in an Age of Science: Physics, Mathematics and Skepticism*, Cambridge, MA: Harvard University Press 2012, chap. 9.

Resnik, M.D., 1995, "Scientific Vs Mathematical Realism: The Indispensability Argument", *Philosophia Mathematica*, 3(2): 166–174

B. Stephenson. *Kepler's Physical Astronomy*. Springer 1987, 217 p.