



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Институт истории естествознания и техники им. С.И.Вавилова

ИСТОРИКО- МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Вторая серия

Выпуск 4(39)

Основаны в 1948 году

Г.Ф.Рыбкиным и А.П.Юшкевичем



«Янус-К»

Москва

1999

ОБ «ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕДПОСЫЛКАХ, БЕЗ КОТОРЫХ НЕЛЬЗЯ БЫЛО БЫ УСПЕШНО ИССЛЕДОВАТЬ ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ»

Вл. П. Визгин

Введение

В многочисленных текстах различного рода, принадлежащих классикам или лидерам теоретической и математической физики XX в. (от статей и учебников до философско-методологических очерков и воспоминаний), мы нередко встречаемся с весьма возвышенными, патетическими выражениями и даже квазирелигиозной терминологией. На некоторые из них неоднократно обращал внимание Е. Л. Фейнберг при изучении интуитивных суждений в науке [1; 2; 3]. Важность такого рода суждений для теоретиков при их недоказуемости, логической невыводимости требует придания им императивного характера, что и заставляет самих ученых использовать выражения, эмоционально и даже религиозно окрашенные. Важным примером, по мнению Е. Л. Фейнберга, здесь может служить положение о реальности и познаваемости физического мира, в частности эйнштейновское кредо: «Самое непостижимое в мире то, что он постижим» [1, с. 115]. Ниже мы рассмотрим большую группу подобных высказываний, касающихся «математичности» физического мира, и связанные с этим «космическую религию» Эйнштейна и так называемый «эмпирический закон эпистемологии» Е. Вигнера.

**От пифагорейского «все вещи суть числа» до
«предустановленной гармонии между физикой и
математикой» и «непостижимой эффективности
математики в естественных науках»**

В. Гейзенберг справедливо подчеркивал, что «именно в пифагорейской школе установлена взаимосвязь между религией и математикой, которая, начиная с того далекого времени, оказывала сильнейшее влияние на человеческое мышление» и что, «по-видимому, пифагорейцы впервые осознали творческую силу математики» [4, с. 33]. Пифагорейская линия была продолжена Платоном в его концепции материи на основе учения о правильных многогранниках.

Получив развитие в учениях средневековых схоластов, считавших, что Бог сотворил мир рационально, на математической основе, пифагорейско-платоновская традиция в XVII в. открыла путь к изучению природы как к поиску математических законов и

структур, раскрывающих сущность явлений и, вместе с тем, замыслы Творца. Каждый из корифеев науки Нового времени (Кеплер, Галилей, Декарт, Лейбниц, Ньютон и др.) подчеркивали — причем в самых возвышенных выражениях — пифагорейскую идею о божественной математичности мира. Ограничимся чеканной формулой Лейбница: «*Cum Deus calculat, fit Mundus*» звучащей по-русски примерно так: «Как Бог вычисляет, так мир и действует» (цитир. по [5, с.240]).

Постепенно, во второй половине XVIII в. — в начале XIX в. происходит «вытеснение» Бога из математического исследования [5, с.241]. У французских просветителей, Ж.Л.Лагранжа, П.С.Лапласа, С.Пуассона, Ж.Б.Фурье, А.М.Ампера и др. при обсуждении математического устройства природы мы почти не встречаемся с квазирелигиозной терминологией и ссылками на Бога. Хотя именно упомянутые французские ученые выявили математическую структуру классической физики, установив, что фундаментальные законы электричества и магнетизма, оптики, тепловых явлений описываются на языке математического анализа, прежде всего теории дифференциальных уравнений с частными производными 2-го порядка. Это стало одним из главных нервов научной революции, связанной с созданием классической физики [6].

Очередное возрождение пифагорейско-платоновской традиции, и при этом с довольно интенсивным использованием «возвышающих» формулировок, вплоть до квазирелигиозных выражений, мы обнаруживаем в период разработки математически изощренных релятивистских и квантовых теорий. Возрождаются и выражения кеплеровского и лейбницевского типа; их используют и математики (Д.Гильберт, Г.Минковский, Ф.Клейн, позже Н.Бурбаки и др.), и физики А.Зоммерфельд, В.Гейзенберг, М.Борн, П.Дирак, Е.Вигнер и, конечно, Эйнштейн и др.).

Д.Гильберт уже в 1900 г. в своем парижском докладе «Математические проблемы» говорит о «предустановленной гармонии» между математикой и физикой [7, с.403]. Спустя 30 лет обогащенный опытом участия в разработке общей теории относительности и квантовой механики, он снова говорит об этой «предустановленной гармонии», самым великолепным и самым чудесным примером которой является «общая теория относительности и квантовая механика» [8, с.460].

Упоминанием об этой же «предустановленной гармонии между чистой математикой и физикой» в случае специальной теории относительности, заканчивается кельнский доклад Г.Минковского 1908 г. о четырехмерной формулировке этой теории [9, с.203].

Явление этой «предустановленной гармонии» отмечалось не только выдающимися геттинггенскими математиками, внесшими в первой трети XX в. значительный вклад в квантово-релятивистскую революцию [10], но и самими физиками-теоретиками, основоположниками этих теорий: Эйнштейном, Гейзенбергом, Борном, Дираком, Вигнером и др.

В 1930-е гг. об этом весьма красочно говорил А. Зоммерфельд, напоминая платоновское выражение о том, что Бог является геометром, и подчеркнувший, что природа является значительно лучшим математиком, чем мы [11, с.111–113]. В 1950-е гг. об этом же в сущности писал один из самых знаменитых его учеников В. Гейзенберг: «...Современная физика идет вперед по тому же пути, по которому шли Платон и пифагорейцы.

Это развитие физики выглядит так, словно в конце его будет установлена очень простая формулировка закона природы... Трудно указать какое-нибудь прочное основание для этой надежды на простоту, помимо того, что до сих пор основные уравнения физики записывались простыми математическими формулами. Подобный факт согласуется с религией пифагорейцев, и многие физики в этом отношении разделяют их веру. Однако никто до сих пор еще не дал действительного доказательства, что это должно быть именно так» [4, с.37–38].

Другой основоположник квантовой теории П. Дирак в начале 1960-х гг. высказывался в том же духе: «Природе присуща та фундаментальная особенность, что самые основные физические законы описываются математической теорией, аппарат которой обладает необыкновенной силой и красотой... Почему природа устроена именно так? На это можно ответить только одно: согласно нашим современным знаниям, природа устроена именно так, а не иначе. Мы должны просто принять это как данное. Ситуацию, вероятно, можно было бы описать, сказав, что Бог является математиком очень высокого ранга и что он при построении Вселенной использовал математику высшего уровня» [12, с.53].

Заметим, что последняя фраза в русском переводе этой статьи Дирака отсутствует [13, с.139]. Абсурдность цензурного произвола в данном случае усиливается тем обстоятельством, что Дирак был не только неверующим, но, если верить Гейзенбергу, даже «воинствующим атеистом» [14, с.211].

Этот феномен продолжает обсуждаться математиками и теоретиками вплоть до настоящего времени, в том числе и российскими. Ради краткости, мы только сошлемся (не приводя цитат) на высказывания Н. Бурбаки [15, с.258], В. И. Арнольда [16, с.5],

Ю.И. Манина [17, с.4], И.Ю. Кобзарева и Ю.И. Манина [18, с.176], Л.Д. Фаддеева [19, с.11—12]. Бурбаки говорили о том, что физические теории укладываются в математические структуры «как будто в результате предопределения»; Арнольд замечает, что эта гармония между математикой и физикой «настолько поразила Ньютона, что он счел его доказательством существования Бога»; Кобзарев и Манин говорят о «двойном бытии», или «двойной семантике» языка физических теорий; Фаддеев подчеркивает фундаментальность эмпирического по своему существу (и потому загадочному) факта математичности физического мира и т.д. Е. Вигнер в конце 1950-х гг. нашел еще одно удачное наименование для этого факта, назвав его «непостижимой эффективностью математики в естественных науках» (так называется его доклад, к обсуждению которого мы еще вернемся) [20, с.181].

«Космическая религия» Эйнштейна

С интенсивным использованием квазирелигиозной терминологии мы встречаемся в философско-методологических и историко-научных текстах А.Эйнштейна, который ввел выражение «космическая религия», или «космическое религиозное чувство», для обозначения глубокой уверенности физиков в рациональном устройстве мира.

Впервые, «по-видимому, это выражение появляется в его статьях и выступлениях начала 1930-х гг., хотя близкие, по сути дела, мысли, набросок его теоретико-познавательного кредо содержатся в его речи 1918 г., посвященной 60-летию М.Планка» [21, с.39—41]. В этом наброске содержится и эйнштейновская модель построения научной теории, позже весьма лаконично и наглядно изложенная в письме к М.Соловину (от 7 мая 1952 г.) [22], и с большим пафосом говорится о «высшем долге физиков», и о «предустановленной гармонии» Лейбница, и о «душевном состоянии» теоретика, близком «религиозности или влюбленности». Ввиду важности и «первичности» этого текста, приведем достаточно обширную выдержку из него: «...Высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира. К этим законам ведет не логический путь, а только основанная на проникновении в суть опыта интуиция. При такой неопределенности методики можно думать, что существует произвольное число равноценных систем теоретической физики; в принципе это мнение безусловно верно. Но история показала, что из всех мыслимых построений в данный момент только одно оказывается преобладающим. Никто из тех, кто

действительно углублялся в предмет, не станет отрицать, что теоретическая система практически однозначно определяется миром наблюдений, хотя никакой логический путь не ведет от наблюдений к основным принципам теории. В этом суть того, что Лейбниц удачно назвал *"предустановленной гармонией"*... Горячее желание увидеть эту предустановленную гармонию является источником настойчивости и неустойчивого терпения, с которым... отдался Планк общим проблемам науки, не позволяя себе отклоняться ради более благодарных и легче достижимых целей... Душевное состояние, способствующее такому труду, подобно религиозности или влюбленности...» (курсив.—В.В.) [21, с.40—41].

В 1930 г. в очерке о И.Кеплере Эйнштейн возвращается к мысли об этой гармонии, и на этот раз речь идет именно о предустановленной гармонии между физической реальностью и математическими структурами: «К восхищению перед этим замечательным человеком добавляется еще чувство восхищения и благоговения, но относящееся не к человеку, а к загадочной гармонии природы, которая нас породила» (т.е. то самое «космическое религиозное чувство»; (курсив.—В.В.) [23, с.123]. Далее Эйнштейн, на примере конических сечений, реализованных в орбитах небесных тел, поясняет смысл этой гармонии и резюмирует: «Представляется, что человеческий разум должен свободно строить формы (т.е. разрабатывать математические структуры.—В.В.), прежде чем подтвердятся их действительное существование» [23, с.124].

Правда, и сам Эйнштейн, и чтимый им Планк, и другие теоретики, говоря об элементах религии и веры в научном познании, нередко имели в виду веру в реальное существование мира, природы, или веру в их познаваемость, в их рациональное устройство и т.п.

Приведем еще одно весьма объемистое высказывание Эйнштейна в 1930 г., в котором, вероятно, впервые говорится о значении «космического религиозного чувства», заключающемся в «глубокой уверенности в рациональном устройстве мира»: «...Я утверждаю, что космическое религиозное чувство является сильнейшим и благороднейшим из пружин научного исследования. Только те, кто может по достоинству оценить чудовищные усилия и, кроме того, самоотверженность, без которых не могла бы появиться ни одна научная работа, открывающая новые пути, сумеют понять, каким сильным должно быть чувство, способное само по себе вызвать к жизни работу, столь далекую от обычной практической жизни. Какой глубокой уверенностью в рациональном устройстве мира и какой жадной познания даже мельчайших отблесков

рациональности, проявляющейся в этом мире, должны были обладать Кеплер и Ньютон... Люди такого склада черпают силу в космическом религиозном чувстве. Один из наших современников сказал, и не без основания, что в наш материалистический век серьезными учеными могут быть только глубоко религиозные люди» (курсив. — В.В.) [24, с.128—129].

Это убеждение, высказываемое Эйнштейном неоднократно в 30-е и 40-е—50-е гг., он сохранил до конца своей жизни. В письме к М.Соловину от 1 января 1951 г. он писал кратко и выразительно, но, в сущности, о том же: «...Я не могу найти выражения лучше, чем “религия” для обозначения веры в рациональную природу реальности... Там, где отсутствует это чувство, наука вырождается в бесплодную эмпирию...» [22, с.564—565].

Свое понимание «рациональности», «рационального устройства мира», «рациональной природы реальности», по крайней мере в 1920-е—1940-е гг., Эйнштейн связывал с «математичностью» мира, с «предустановленной гармонией» между математикой и физической реальностью. В 1933 г. он писал: «Весь предшествующий опыт убеждает нас в том, что природа представляет собой реализацию простейших математически мыслимых элементов. Я убежден, что посредством чисто математических конструкций мы можем найти те понятия и закономерные связи между ними, которые дадут нам ключ к пониманию явлений природы. Опыт может подсказать нам соответствующие математические конструкции физики. Но настоящее творческое начало присуще именно математике. Поэтому я считаю в известном смысле оправданной веру древних в то, что чистое мышление в состоянии постигнуть реальность» [25, с.184].

Так «космическое религиозное чувство» Эйнштейна смыкается с «предустановленной гармонией» Гильберта и Минковского, пифагорейско-платоновской божественной математичностью мира, о которой говорили Зоммерфельд, Гейзенберг, Дирак и другие и «непостижимой эффективностью математики» Вигнера. Кстати говоря, Вигнер, несколько переформулировал свою концепцию непостижимой эффективности математики, приписав ей статус фундаментального эпистемологического закона.

«Эмпирический закон эпистемологии» Вигнера

Вигнер также начинает с фиксации феномена «непостижимой эффективности»: «Моя основная цель заключается в том, “чтобы ... во-первых, обратить внимание на чрезвычайную эффективность математики в естественных науках, как на нечто загадочное, не поддающееся рациональному объяснению...”» [20, с.183]. Далее,

ему представляется не менее поразительным то обстоятельство, «что математическая формулировка полученных физиком зачастую не слишком точных экспериментальных данных приводит в огромном числе случаев к удивительно точному описанию широкого класса явлений» [20, с.190].

Угаданные таким образом законы природы, сформулированные на математическом языке, отмечает затем Вигнер, обладают беспрецедентной точностью, но, вместе с тем, они справедливы в четко очерченной области изменения характерных физических величин. Вот это-то сочетание особенностей взаимосвязи физики и математики он и предложил назвать «эмпирическим законом эпистемологии»: «Предыдущие примеры (закон всемирного тяготения, квантовая механика и квантово-электродинамическая теория лэмбовского сдвига — В.В.)... призваны были продемонстрировать эффективность и точность математической формулировки законов природы с помощью специально отобранных “удобных в обращении понятий”; выяснилось, что “законы природы” обладают почти фантастической точностью, но строго ограниченной областью применимости. Я предлагаю назвать закономерность, подмеченную на этих примерах (а число их, как заметил ранее Вигнер, можно было бы увеличить почти до бесконечности. — В.В.), эмпирическим законом эпистемологии» [20, с.193].

Этот «закон», согласно Вигнеру, относится к эпистемологии и в этом отношении родственен методологическим принципам физики. Вигнер, правда, сопоставляет его только с принципами инвариантности, обеспечивающими, в частности, возможность экспериментального подтверждения физических теорий. Но назначение вигнеровского «закона» в другом: «Не будь эмпирического закона эпистемологии, нам не хватило бы мужества и уверенности — эмоциональных предпосылок, без которых нельзя было бы успешно исследовать “законы природы”» [20, с.193]. В отличие от тех же принципов инвариантности, которым можно придать нетривиальное теоретическое (логическое, философское) обоснование, концепция «предустановленной гармонии» или ее вигнеровская форма, лишены такого обоснования, но подтверждаются всем опытом истории физики. Поэтому Вигнер называет обсуждаемый «закон эпистемологии» эмпирическим и по совету одного из своих коллег согласился приписать ему статус «догмата веры физика-теоретика», поскольку он явно не принадлежит к числу «логически необходимых» [20, с.193].

Вигнер не использует квазирелигиозной терминологии, но эпитеты «сверхестественный», «чудесный» и т.п. применительно к

этому закону вполне характерны для него. При этом он подчеркивает то, что многие физики и математики уже не поражаются обсуждаемой гармонией и воспринимают ее как «факт» самоочевидный: «...Удивление вызывает та готовность, с которой чудесный дар, содержащийся в эмпирическом законе эпистемологии, был воспринят как нечто само собой разумеющееся» [20, с.194].

Вигнер далее отмечает некоторые трудности, связанные с «непостижимой эффективностью математики» в физике: ее «эмпиричность» и связанную с этим неопределенность ее границ применимости; выход за рамки той части наблюдаемых явлений, которую принято относить к «начальным условиям»; отсутствие единой математической структуры, которая должна была проявиться в случае полной «предустановленной гармонии»; существование явно ошибочных физических теорий, обладающих нетривиальными математическими структурами и незаурядной силой (например, система Птолемея, «старая» квантовая теория Бора и т.п.). И, несмотря на это, трудно объяснимые успехи пифагорейско-платоновской концепции, по его мнению, беспрецедентны: «Я хотел бы закончить более радостной нотой. Математический язык удивительно хорошо приспособлен для формулировки физических законов. Это чудесный дар, которого мы не понимаем и которого не заслуживаем. Нам остается лишь благодарить за него судьбу и надеяться, что в своих будущих исследованиях мы сможем по-прежнему пользоваться им» [20, с.197].

Заключительные замечания

Приведенный нами материал и его анализ показали глубокое родство или даже эквивалентность таких феноменов теоретического познания в современной физике (шире — в физике XX в.), как «предустановленная гармония» между математикой и физикой, «непостижимая эффективность математики в естественных науках», «космическая религия» Эйнштейна и «эмпирический закон эпистемологии» Вигнера. Рассматриваемые таким образом как проявления одной фундаментальной закономерности научного познания, эти явления обладают несколькими взаимосвязанными особенностями:

- 1) несомненная связь этого объединенного феномена с пифагорейско-платоновской традицией научного познания;
- 2) его эмпирический характер, означающий его многократную подтвержденность опытом развития теоретической физики;
- 3) его эмпирический характер, означающий отсутствие какого-либо убедительного логического, теоретического или философского обоснования;

4) окруженность его ореолом квазирелигиозной терминологии;
5) придание ему характера эпистемологического императива и подчеркивание его крайней важности как мощного эмоционального стимула в работе теоретиков.

Отсутствие убедительного логического обоснования этого феномена при его укорененности в историческом опыте развития физики и потому уверенности теоретиков в его эффективности и приводит к необходимости возвести феномен в положение императива, придать ему эстетическую, эмоциональную привлекательность, «освятить его». Этим объясняются и «облачение» обсуждаемого феномена в столь возвышенные формы (приписываемые ему «таинственность», «непостижимость», «благочестивость», «чуждость» и т.п.), и те квазирелигиозные выражения, к которым прибегают при его описании. Положение дел при этом сравнимо с взаимоотношением этики и религии. Принципы нравственности, крайне важные для человечества, но также недоказуемые, нуждались в «освящении», а потому, как писал Ф.А.Хайек, «утрата веры привела бы к падению нравов». И далее: «Возможно то, что люди подразумевают, говоря о Боге, является всего лишь персонификацией тех традиционных моральных норм и ценностей, что поддерживает жизнь их сообщества» [26, с.239].

«Эмпирический закон эпистемологии», наряду с методологическими принципами физики, входит в арсенал тех немногих, но крайне важных средств, которые используются при построении новых фундаментальных физических теорий. Задачами историка и философа науки является, с одной стороны, обнаружение подобных эпистемологических императивов, а с другой, поиск их теоретического обоснования.

Список литературы

1. Фейнберг Е.Л. Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке. М., 1992. 251 с.
2. Фейнберг Е.Л. Наука, искусство и религия // Вопросы философии. 1997. №7. С.54–62.
3. Feinberg E.L. Art in the science dominated world // Science, Logik, and Art. 1987. №4.
4. Heisenberg W. Physics and philosophy. N.Y., 1958. XV – 206 p. (русск. пер.: Гейзенберг В. Физика и философия // Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М., 1989. С.3–132).
5. Kline M. Mathematics and the search for knowledge N.Y.-Oxford, 1985 (русск. пер.: Клайн М. Математика. Поиск истины. М., 1988. 295 с.).
6. Визгин В.П. Математика в классической физике // Физика XIX–XX вв. в общенаучном и социокультурном контекстах. Физика XIX в. М., 1995. С.6–72.
7. Hilbert D. Mathematische Probleme // Hilbert D. Gesammelte Abhandlungen. Berlin, 1935. Bd.3. S.290–329 (русск. пер.: Гильберт Д. Математические проблемы // Гильберт Д. Избранные труды. М., 1998. Т.2. С.401–436).

8. Hilbert D. Naturkennen und Logik // Naturwissenschaften. 1930. S.959- 963 (русс. пер.: Гильберт Д. Избранные труды. М., 1998. Т.1. С. 457 - 465).
9. Minkowski H. Raum und Zeit (1908) // Phys. Zeitschr. 1909. Bd.20. S.104 - 111 (русс. пер.: Минковский Г. Пространство и время // Принципы относительности. Сб. работ классиков релятивизма. Л., 1935. С.181 - 203).
10. Pyenson L. The young Einstein: the advent of relativity. Bristol a.Boston, 1985. Chapters 6 - 7. XIV - 257 p.
11. Sommerfeld A. Wege zur physikalischen Erkenntnis // Scientia. 1936. V.51. P.181 - 187 (русс. пер.: Зоммерфельд А. Пути познания в физике // Зоммерфельд А. Пути познания в физике. Сб. статей. М., 1973. С.109 - 116).
12. Dirac P.A.M. The evolution of the physicist's picture of nature // Scientific Amer. 1963. V.208. N5. P.45-53.
13. Дирак П.А.М. Эволюция физической картины природы // Элементарные частицы. Над чем думают физики. М. 1965. Вып.3. С.123 - 139.
14. Heisenberg W. Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik. München, 1969 (русс. пер.: Гейзенберг В. Часть и целое (Беседы вокруг атомной физики) // Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М., 1989. С.133 - 360).
15. Bourbaki N. The architecture of mathematics // Amer. Math. Montly. 1950. V.57. P.221 - 232 (русс. пер.: Бурбаки Н. Архитектура математики // Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М., 1963. С.245 - 259).
16. Арнольд В.И. Предисловие к русскому изданию // Атья М. Геометрия и физика узлов. М., 1995. С.5 - 6.
17. Манин Ю.И. Математика и физика. М., 1979. 63 с.
18. Кобзарев И.Ю., Манин Ю.И. Элементарные частицы. Диалоги физика и математика. М. 1997. VIII - 208 с. (книга впервые вышла на англ. яз.: Kobzarev I.Yu., Manin Yu.I. Elementary particles; mathematics, physics and philosophy. Dordrecht-Boston-London, 1989).
19. Фаддеев Л.Д. Математический взгляд на эволюцию физики // Природа. №5. С.11 - 16.
20. Wigner E.P. The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences // Wigner E.P. Symmetries and reflections. Bloomington and London, 1967. P.222 - 238 (русс. пер.: Визнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Визнер Е. Этюды о симметрии М., 1971. С.181 - 198).
21. Einstein A. Principles of research (1918) // Einstein A. Ideas and opinions. N.Y., 1954. P.224 - 227 (русс. пер.: Эйнштейн А. Мотивы научного исследования // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967. Т.IV. С.39 - 41).
22. Einstein A. Letter to Solovina. N.Y., 1986. 159 p. (русс. пер.: Эйнштейн А. Письма к Морису Соловину // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967. Т.IV. С.547 - 575).
23. Einstein A. Johannes Kepler (1930) // Einstein A. Ideas and opinions. N.Y., 1954. P.262 - 266 (русс. пер.: Эйнштейн А. Иоганн Кеплер // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967. Т.IV. С.121 - 124).
24. Einstein A. Religion and science (1930) // Einstein A. Ideas and opinions. N.Y., 1954. P.36 - 40 (русс. пер.: Эйнштейн А. Религия и наука // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967. Т.IV. С.126 - 129).
25. Einstein A. On the method of theoretical physics (1933) // Einstein A. Ideas and opinions. N.Y., 1954. P.270 - 276 (русс. пер.: Эйнштейн А. О методе теоретической физики // Эйнштейн А. Собр. науч. трудов. М., 1967. Т.IV. С.181 - 186).
26. Hayek F.A. The fatal conceit. The errors of socialism. Chicago, 1988 (русс. пер.: Хайек Ф.А. Парубная самонадеянность. Ошибки социализма. М., 1992. 304 с).