



*Из писем в редакцию*

**ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ  
ТЕОРИИ ФАКТАМ**

*A.YO.Сторожук*

С гносеологической точки зрения эмпирическая проверка является решающим критерием истинности научных гипотез. Когерентная теория истинности требует логической непротиворечивости системы предложений, корреспондентная теория истинности требует соответствия предложений действительному положению дел. В естественных науках первое требование выступает лишь как правило оформления теории и только второе является авторитетным свидетельством ее истинности. Поэтому проверка истинности гипотез обязательно предполагает эмпирическую проверку.

На основании данных измерений при помощи теоретических допущений и приближений делаются выводы о сущности и существовании теоретически описываемых объектов. Таким образом, возникает гносеологическая проблема: с одной стороны, реальным считается то, что наблюдаемо, измеримо, а с другой стороны, под физической реальностью понимается “теоретизированный мир”.

Для того, чтобы опыт был критерием истинности научных положений, необходимо отличать данные о самом объекте от их теоретической интерпретации. В каких отношениях находятся представления научной теории и исследуемые ею объекты? Что в полученных наблюдениях – от гипотезы, а что – от достоверности, что есть фантазия, а что – материальная реальность, как провести между ними границу?

Современная наука часто исследует те явления, которые недоступны непосредственному восприятию, и теоретическая нагруженность на-

блюдений является очевидной. В настоящее время понятие соответствия теории фактам остается крайне неопределенным. Поэтому основная задача данной статьи – прояснить это понятие и дать ему определение.

Чтобы научные предложения могли быть проверены опытом, они должны быть верифицируемыми. Изучение таких предложений было предпринято с целью найти достоверные основания познания. Р.Карнап поставил вопрос о “протокольных предложениях”, которые должны были стать эталоном истинности и сравнением с которыми можно было бы установить истинность всех остальных предложений [1]. При этом, как отмечает М.Шлик, “первоначально под “протокольными предложениями” понимались – как это видно из самого наименования – те предложения, которые выражают факты абсолютно просто, без какого-либо их переделывания, изменения или добавления к ним чего-либо еще, – факты, поиском которых занимается всякая наука и которые предшествуют всякому познанию и всякому суждению о мире” [2]. Однако М.Шлик показал, что протокольные предложения являются гипотезами и не могут служить достоверными основаниями познания.

С критикой идей логического позитивизма выступил К.Поппер, который продемонстрировал, что нельзя установить истинность предложений путем их верификации, так как достаточно хотя бы одного отрицательного свидетельства, чтобы показать ложность предложения. Путем эмпирических проверок предложения могут быть только фальсифицированы. Частное предложение опровергает более общее, но не подтверждает его.

Научные положения должны проверяться опытом либо непосредственно, либо посредством выведения проверяемых следствий. Это требование позволяет контролировать воображение, чтобы не строить “воздушных замков” – концепций, не имеющих никакого отношения к изучаемой действительности.

Формулировка некоторых общих научных законов может включать в себя не только величины, которые могут быть непосредственно измерены, но и переменные, значение которых устанавливается путем вычисления (например, энтропия). Поэтому под эмпирической проверяемостью мы будем понимать не только возможность непосредственной эмпирической проверки, но и возможность косвенного подтверждения.

В логическом атомизме понятие эмпирической проверяемости определено только для отдельных предложений. Попробуем расширить это понятие, распространив его на более сложные теоретические схемы: модели, гипотезы, теории, которые являются сложными системами.

ми предложений и содержат имплицитные допущения. Могут возникнуть следующие случаи:

1) предложения теории (модели, гипотезы) формулируются в терминах наблюдения. Пример – все эмпирические законы;

2) объекты или явления, исследуемые теорией, ненаблюдаются непосредственно, но вызывают явления, которые можно наблюдать. Пример: электрон, ненаблюдаемый непосредственно, оставляет след в камере Вильсона;

3) величина неизмеряется непосредственно, но выражается через измеримые величины. Пример: энтропия выражается как отношение количества теплоты к температуре. Явный физический смысл имеет изменение энтропии, которая понимается как мера превращения теплоты в работу.

Итоговое определение эмпирической проверяемости теории таково: теория является эмпирически проверяемой, если из нее выводятся наблюдаемые следствия, т.е. все теоретические объекты либо наблюдаются непосредственно, либо выражаются через измеримые величины.

Эмпирическая проверяемость выступает необходимым условием соответствия теории фактам, но ее недостаточно, чтобы обеспечить это соответствие. При этом понятие “соответствие теории фактам” остается интуитивным, и в философской литературе не дается его четкого определения. Между тем необходимость такого определения обусловлена невозможностью определить целый ряд понятий, которые имплицитно предполагают эмпирическую проверку. В частности, такие значительные философские понятия, как “верификация” и “фальсификация”, неявно предполагают это соответствие.

Нечеткость понятия “соответствие теории фактам” делает невозможным также объяснение механизма “научных революций”. Например, И.Лакатос, рассматривая механизм смены научно-исследовательских программ, решающую роль отводит именно экспериментальной проверке и при этом подчеркивает трудность определения того, что собой представляет “решающий эксперимент”, который может фальсифицировать теорию. «Нет ничего такого, что можно было бы назвать решающими экспериментами, по крайней мере если понимать под ними такие эксперименты, которые способны немедленно опрокидывать исследовательскую программу. На самом деле, когда одна исследовательская программа терпит поражение и ее вытесняет другая, можно – внимательно взглянувши в прошлое – назвать эксперимент решающим, если удастся увидеть в нем эффектный подтверждающий

пример в пользу победившей программы и очевидное доказательство провала той программы, которая уже побеждена (придав этому тот смысл, что данный пример никогда не мог быть “прогрессивно объяснен” или просто “объяснен” в рамках исследовательской программы). Но ученые, конечно, не всегда правильно оценивают эвристические ситуации. Сгоряча ученый может утверждать, что его эксперимент разгромил программу, а часть научного сообщества – тоже сгоряча – может согласиться с его утверждением. Но если ученый из “побежденного лагеря” несколько лет спустя предлагает научное объяснение якобы “решающего эксперимента” в рамках якобы разгромленной программы (или в соответствии с ней), почетный титул может быть снят и “решающий эксперимент” может превратиться из поражения программы в ее новую победу» [3].

Трудность определения понятия “решающий эксперимент”, на наш взгляд, подчеркивает неадекватность модели, предложенной Лакатосом, реальному ходу развития науки. Эта неадекватность может быть вызвана неопределенностью понятия соответствия теории фактам. На трудность фальсификации теории и объяснения на этой основе механизма смены научных теорий указывают и следующие моменты.

Научная теория имеет сложную структуру, и фальсифицирована может быть далеко не каждая научная теория. Это подтверждается тезисом Дюгема – Куайна [4], который гласит, что можно спасти от фальсификации отдельное предложение, если изменять другие части теории. Таким образом, фальсифицироваться должна вся теория целиком, а это невозможно: в состав теории входят экзистенциальные высказывания, которые не могут быть фальсифицированы в принципе.

Утверждение о том, что фальсифицированная теория отбрасывается, не соответствует действительности. Во-первых, согласно предложениям Рамсея [5], один и тот же факт можно объяснить по-разному, поэтому в теории может измениться только та часть, которая подводит теоретическое обоснование под явления. При этом множество фактов, вспомогательных предложений, инструментальных теорий сохраняются. Во-вторых, теория может быть приведена в соответствие с фактом путем дополнительных гипотез (гипотезы *ad hoc*), которые впоследствии могут быть подтверждены. Кроме того, отброшенной может оказаться не теоретическая основа, а экспериментальный факт, который перепроверяется, чтобы исключить экспериментальные ошибки. И наконец, чтобы теория действительно была отброшена, необходимо существование конкурирующей теории, которая способна ее заменить.

Отсюда видно, что теория редко приходит в прямое противоречие с фактами, однако не менее сложно добиться и полного соответствия теории фактам. По мнению ученых, ни одна теория никогда не соответствует абсолютно всем фактам. Это связано с тем, что вывод эмпирических законов основан на аппроксимации экспериментальных данных. Вот как описывает процесс вывода эмпирических теорий Пуанкаре: "...Без обобщения невозможно и предвидение. Условия произведенного опыта никогда не повторяются в точности. Наблюденный факт никогда не начинается сначала; единственное, что можно утверждать, – это что при аналогичных условиях произойдет аналогичное явление. Поэтому, чтобы предвидеть, надо по крайней мере опираться на аналогию, т.е. обобщать. Как бы робок ни был исследователь, ему необходимо делать интерполяцию; опыт дает нам лишь некоторое число отдельных точек: их надо соединить непрерывной линией, и это – настоящее обобщение. Этого мало: проводимую кривую строят так, что она проходит между наблюдеными точками – близ них, но не через них. Таким образом, опыт не только обобщается, но и подвергается исправлению; а если бы физик захотел воздержаться от этих поправок и на самом деле удовольствоваться голым опытом, то ему пришлось бы высказывать очень странные законы" [6].

Таким образом, законы представляют собой некоторое обобщение опытных фактов и не совпадают с ними абсолютно точно. Поэтому остро встает вопрос: что такое соответствие данных эксперимента и предсказаний теории?

По нашему мнению, для того чтобы эксперимент мог служить для проверки правильности теории, он должен обладать требуемой точностью. Достигимая точность эксперимента должна превосходить точность, которая обусловлена целью проведения эксперимента, или по крайней мере совпадать с нею. В то же время экспериментальные ошибки являются практически неотъемлемой частью научных экспериментов. Действительно, любой, кто когда-либо работал в лаборатории или с измерительными инструментами, знает, что простые законы природы, так ясно сформулированные в элементарных и популярных трактатах, никогда не подтверждаются абсолютно точно. Однако возможно, что это несоответствие вызвано неточностью теории, а не экспериментальными ошибками. М.Полани пишет: "Ежечасно я нахожу, что законы природы формально противоречивы, но я объясняю это, не предполагая экспериментальные ошибки. Я знаю, может случить-

ся, что однажды мы не объясним фундаментальное новое открытие и упустим его. Такое часто случалось в истории науки” [7].

Примером того, как стремление к точности соответствия между экспериментальными данными и теоретическим законом привело к фундаментальному открытию, может служить история открытия Кеплером его первого закона.

Кеплер изучал движения Марса, опираясь на данные наблюдений, собранные Тихо Браге. Сначала он пробовал построить модель движения Марса, предполагая, что Марс движется по круговой орбите, однако потерпел неудачу. Для того, чтобы эта гипотеза выглядела правдоподобной, Кеплер вводит понятие силы, вызывающей движение. Согласно его гипотезе, “источником движения планет является Солнце, которое, вращаясь, испускает поток особых частиц (*species immateriata*), которые, сталкиваясь с планетой, движут ее по окружности. Однако поток таких частиц может обусловить лишь движение по такой окружности, у которой Солнце располагается в центре” [8]. Чтобы планета могла двигаться иначе, Кеплер наделяет ее собственной силой, которая управляет движением планеты, позволяя ей то удаляться от Солнца, то приближаться к нему.

Приняв это объяснение, Кеплер стал проверять гипотезу о том, что время движения планеты по орбите пропорционально расстоянию, которое она проходит. Если это так, то промежуток времени, согласно Кеплеру, будет измеряться суммой всех расстояний, содержащихся в секторе соответствующей дуги. Однако для того, чтобы вычислить площадь сектора, нужно было найти значение интеграла по дуге кривой. Уровень математики того времени не позволял это сделать, и Кеплер, чтобы обойти математические затруднения, прибегнул к аппроксимации площади сектора суммой площадей соответствующих треугольников. Этот приближенный метод давал довольно точное совпадение наблюдений и расчетов, но “для Марса эксцентриситет в 5,5 раза больше (чем у Земли. – A.C.) расходжение данных наблюдения с расчетами истинной аномалии, основанными на законе площадей и гипотезе круговой орбиты, получалось равным 8 минутам” [9]. Несмотря на то что обычная точность наблюдений в то время составляла 10 минут, Кеплер не удовлетворился достигнутым. Дальнейшие поиски более точного совпадения привели его к открытию эллиптичности орбит.

Расхождение в 8 минут не могло быть погрешностью вычисления площади, и Кеплер пришел к выводу, что орбита Марса не явля-

ется окружностью. Чтобы выяснить физическую природу отклонения, ему пришлось значительно изменить модель планетной орбиты. Когда же после построения новой модели (*via buccasa*) Кеплер получил расхождение с наблюдаемыми данными в 5 минут, он отказался и от этой модели. “Он был в отчаянии. Но вдруг, благодаря внезапной вспышке озарения, он решил переместить планету с радиуса эксцентрика на перпендикуляр к оси апсид” [10], а эта точка принадлежала эллипсу. Предположение об эллиптической орбите и использование закона площадей давали правильное уравнение, а теория либрации, которая была физически обоснована, давала для этого уравнения правильные расстояния.

Таким образом, Кеплер пришел к открытию, критерием правильности для которого служило именно совпадение расчетных данных и результатов наблюдений.

Однако для проведения подобных поисков ученый должен быть уверен в надежности эмпирических данных, а эта надежность обеспечивается необходимой точностью измерений и устраниением возможных ошибок. Источники ошибок эксперимента были подробно изучены и классифицированы Г.Хон в статье “Экспериментальные ошибки: эпистемологический взгляд”. Автор предлагает различать четыре этапа выполнения экспериментов:

- 1) теоретическое проектирование эксперимента;
- 2) конструирование экспериментальных установок и проведение эксперимента;
- 3) наблюдение или считывание данных;
- 4) запись данных и их интерпретация [11].

В соответствии с приведенной классификацией этапов проведения эксперимента можно классифицировать экспериментальные ошибки как погрешности, появляющиеся:

- 1) в фундаментальных (background) теориях;
- 2) в предположениях о параметрах экспериментальных установок (actual set-up) и их работе;
- 3) в отчетах о наблюдениях;
- 4) в теоретических заключениях.

Рассмотрим каждый из этих случаев более подробно.

**Ошибки в фундаментальных теориях.** На этапе теоретического проектирования эксперимента наблюдение осуществляется в рамках экспериментальной теории, которая подводит фундамент под экспериментальные следствия и, таким образом, детерминирует их и уп-

равляет ими. В этом классе различаются основные теории и инструментальные теории, – последние принимаются, для того чтобы управлять созданием приборов для эксперимента. Среди этих теорий есть та, которая управляет созданием самой экспериментальной установки, специфицирует ее параметры. Ученый, использующий прибор, не обязан быть знакомым с теориями, на принципах которых построен прибор.

На этом этапе экспериментальная ошибка может появляться как следствие использования ложной теории. Например. Ф.Эренхафт предположил, что для частицы, падающей между пластинами конденсатора, выполняется закон Стокса. Этот закон определяет силу сопротивления, испытываемую твердым шаром при поступательном движении в вязкой жидкости. Используя закон Стокса, можно определить скорость осаждения мелких капель [12]. Однако Эренхафт взял слишком маленькие металлические частицы, размеры которых были меньше, чем капли масла в эксперименте Милликена, их поверхность была неровной в противоположность гладкой поверхности капелек. Закон Стокса был неприменим в этих условиях, и Эренхафт пришел к неверному заключению о существовании дробных зарядов электрона.

**Ошибки в предположениях относительно экспериментальных установок и их работы.** Второй этап – этап конструирования – представляет собой практическое воплощение теоретических разработок. Он включает в себя установку и настройку оборудования (hardware). В процессе конструирования и установки различного оборудования, требуемого для эксперимента, экспериментатор делает многочисленные предположения. Они касаются соответствия собираемой установки различным спецификациям. Предполагается, что эти спецификации учитывают любые изменения, которые могут случиться в ходе эксперимента. Ошибки на этом этапе происходят в основном от уверенности, что установка удовлетворяет всем требованиям, включая определенные начальные условия. Однако фактически эти требования могут не выполняться: вакуум может быть плохим; электрические и магнитные поля могут не быть достаточно однородными; может случиться пробой изоляции; может иметь место конвекционный ток или диффузия и т.д.

**Ошибки в отчетах о наблюдениях.** В процессе наблюдения участвуют чувства, что может повлечь за собой ошибки из-за таких факторов, как слабая светочувствительность глаза, замедленная реакция и т.п. Ошибки наблюдения происходят, когда наблюдатель делает корректное наблюдение, но неверно рассматриваются внешние обстоя-

тельства, при которых наблюдение имело место. Например, экспериментатор может получить неверное измерение из-за расстояния между указателем и шкалой, если прибор находится не строго напротив глаз. Такие ошибки носят, как правило, систематический характер и могут быть учтены.

**Ошибки при теоретической интерпретации.** Чтобы обработать экспериментальные результаты, экспериментатор анализирует полученные данные и затем сопоставляет результат анализа с внешней теорией, так что этот результат может использоваться для подтверждения или опровержения теоретических гипотез.

На этом, заключительном, этапе выполнения эксперимента имеют место два процесса: 1) процесс редукции, анализа данных с целью получения связного и последовательного результата; 2) процесс интерпретации этого результата.

В процессе редукции данных применяется математическая теория, которая выявляет систематические и случайные ошибки. На этой стадии ошибки могут появляться из-за неправильного выбора типа распределений результатов измерений. Кроме того, ошибки могут происходить и из-за неправильной оценки систематических ошибок.

В процессе интерпретации результата эксперимента ошибки могут случаться по двум причинам. Во-первых, из-за неправильного понимания физического результата ошибки интерпретации влекут за собой логические ошибки. Например, когда в 1901 г. Кауфман обнаружил, что отношение заряда к массе для электрона не является постоянной величиной, а зависит от скорости, был сделан вывод о наличии электромагнитной массы. Дальнейшее развитие этой идеи привело “к гипотезе, что вообще всякая масса имеет чисто электромагнитное происхождение” [13]. Принимая эту гипотезу, нужно было и отказаться и от закона сохранения массы и вещества, и пересмотреть закон сохранения количества движения.

Во-вторых, ошибки появляются из-за неправильного объяснения. Примером ошибки такого типа может служить история открытия астрономом У.Гершелем планеты Уран. Гершель обнаружил объект, который двигался относительно других звезд. Поначалу он принял его за комету, о чем и доложил Королевскому обществу. Астрономы пытались рассчитать орбиту в предположении, что она является параболической, однако данные их расчетов расходились с наблюдениями. Только через несколько месяцев было выяснено, что наблюдаемый объект является планетой.

Итак, соответствие теории эмпирическим данным определяется не только правильностью теории, но также точностью измерений и отсутствием экспериментальных ошибок.

Проведенный анализ позволяет нам сделать следующие выводы: во-первых, теория может проверяться экспериментально посредством сопоставления с результатами измерений особых предположений – проверяемых следствий; во-вторых, измерение производится с определенной точностью. Эти выводы дают нам возможность сформулировать предварительное определение: теория соответствует фактам, если она соответствует каждому факту или эксперименту в пределах ошибок измерения.

Заметим, что при построении определений надо учесть, что достаточно общее определение является более универсальным, чем конкретное, но оно может оказаться неприменимым на практике из-за невозможности четкой и однозначной интерпретации входящих в него терминов. Сформулировать конкретное определение, которое учитывает все ситуации, не всегда возможно. Поэтому предварительно сформулированное определение необходимо корректировать, если в процессе применения обнаружится его недостаточная точность.

Для того, чтобы оценить адекватность предварительно введенного определения, был проведен анализ реальных ситуаций, которые возникали в научной практике. Были рассмотрены различные виды полного и неполного соответствия теоретических конструктов (теорий, гипотез, моделей) фактам. При этом случаи соответствия эмпирическим законам оценивались как соответствие фактам. Выделены следующие случаи:

1) полное соответствие. Теория специально строилась так, чтобы объяснить все известные факты. Например, Максвелл вводил уравнения поля таким образом, чтобы они обеспечивали соответствие экспериментальным данным;

2) неполное соответствие данных расчета измерениям. При этом точность соответствия больше, чем погрешности измерений. Примером служит уже рассмотренная история определения формы орбиты Марса Кеплером;

3) новая теория противоречит фактам, которые кажутся очевидными. Если теория не соответствует известным фактам, то она должна доказать их несостоятельность. Например, гипотеза дифракции Френеля противоречила, казалось бы, очевидному факту. Согласно этой гипотезе посреди тени, отбрасываемой круглым диском, должно быть

светлое пятно. Эксперимент, поставленный Френелем на заседании Парижской академии наук, подтвердил правильность выдвинутой гипотезы, т.е. неверным оказался факт;

4) теория соответствует фактам в той области, для которой она первоначально разрабатывалась, но расходится с данными эксперимента при попытках распространить ее на другие явления. Примером служит теория атома Бора, которая обеспечивала соответствие с экспериментальными данными для атома водорода и не соответствовала им в случае многоэлектронных систем;

5) из теоретических представлений следует существование не всех явлений, которые имеют место в действительности, т.е. явлений больше, чем предсказывает теория. Так, теория атома Зоммерфельда предсказывала некоторые спектральные линии, но на самом деле их было больше. Этот случай является примером неполноты описания.

Мы видим, что в большинстве случаев полного соответствия теории фактам не достигается, т.е. предварительное определение оказалось слишком категоричным. Но ослабление требования соответствия всем фактам сделает оценку наличия или отсутствия соответствия делом конвенции. Действительно, следует ли считать теорию соответствующей фактам, если она соответствует девяти фактам из десяти предсказанных? А восьми из десяти? Чтобы решить эту проблему, введем понятие области приложения и потребуем соответствия теории всем фактам только внутри этой области.

Область приложения теории трудно строго определить, поскольку она изменяется со временем. Многие теории возникают как гипотезы, выдвинутые для объяснения некоторого класса явлений. Затем, если гипотеза подтверждается, ее пытаются распространить на другие явления и факты. Окончательно область приложения теории определяет более общая теория, которая включает ее в себя как предельный случай и ограничивает область ее применения. Мы будем считать, что теория достигла границ своей применимости, если в новой области приложения не определены некоторые понятия или для объяснения фактов требуется принятие гипотез, противоречащих другим положениям теории.

Введение понятия области применения теории позволяет корректировать ситуацию, подобную случаю с теорией Бора. В данном случае было не определено понятия квантования излучения для многоэлектронных систем. Позднее были введены способы квантования таких систем, и теория атома Бора была распространена на другие виды атомов.

Еще одним проблемным случаем является случай неполноты описания, как в примере с теорией атома Зоммерфельда. В подобных случаях мы будем считать, что имеет место соответствие теории фактам.

Теперь возможно сформулировать определение соответствия теории фактам более корректно: *теория соответствует фактам в своей области приложения, если все проверяемые следствия теории совпадают с данными измерений в пределах ошибки измерений.*

Введенное определение делает более ясным понятие “соответствия” теории фактам и может использоваться для того, чтобы установить, имеет ли место такое соответствие в каждом конкретном случае.

Можно ли считать, что определение понятия соответствия теории фактам позволяет решить проблему проверки истинности теоретических конструкций? Поскольку это определение не позволяет провести четкой границы между теорией и фактами, поскольку теоретически наруженные свидетельства могут оказаться неверными или неправильно интерпретированными. Гипотеза, которая соответствует ошибочно-му факту, сама может оказаться ошибочной.

Неверная интерпретация может быть исправлена при наличии дополнительных свидетельств или измерений. Поэтому чтобы избежать ошибок такого рода, необходимо принять выдвинутое еще Ф.Бэконом требование воспроизводимости результатов экспериментов. Воспроизводимость результатов экспериментов является существенным требованием в науке, она необходима для демаркации научных и лженаучных теорий, так как последние часто оказываются “подтверждены” фальсифицированными экспериментальными данными.

Тогда окончательно определение формулируется следующим образом: *теоретическая конструкция соответствует фактам в своей области приложения, если все ее проверяемые следствия совпадают с данными измерений в пределах ошибки измерений и экспериментальные подтверждения воспроизводимы независимыми группами исследователей.*

В заключение заметим, что этот вариант определения может еще уточняться, если его применение покажет что оно недостаточно, т.е. охватывает не все случаи соответствия теории фактам, или избыточно, т.е. классифицирует как несоответствие некоторые случаи неполного соответствия.

### Примечания

1. См.: *Carnap R. Über Protokollsätze // Erkenntnis.* – 1934. – V. III. – P.216.
2. *Шлик М. О фундаменте познания // Аналитическая философия: избранные тексты.* – М.: Изд-во МГУ. – 1993. – С.32.
3. *Лакатос И. Фальсификация и методология научно-исследовательских программ: История и ее рациональные реконструкции // Структура научных революций.* – М.: ACT, 2001. – С.386.
4. См.: *Quine W.V. Truth by convention // Philosophical Essays for A.N.Whitehead.* – N.Y.: Longmans, 1936.
5. См.: *Ramsey F.P. General propositions and causality // Philosophical Papers.* – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1990. – P.131.
6. *Пуанкаре А. О науке.* – М.: Наука, 1990. – С.118.
7. *Polanyi M. Science, faith and society.* – Chicago, 1964. – P.31.
8. *Кирсанов В.С. Научная революция XVII века.* – М.: Наука, 1987. – С.113.
9. Там же. – С.115, 116.
10. Там же. – С.120.
11. См.: *Hon G. Experimental errors: an epistemological view // Philosophy of the Natural Science.* – Austria, 1988. – P.369.
12. См.: *Физический энциклопедический словарь.* – М., 1983. – С.725.
13. *Спасский Б.И. История физики.* – М.: Выш. шк., 1977. – С.140.

Институт философии и права СО РАН,  
г. Новосибирск