

Библиотека Мошкова: Фридрих Ницше | Любовь Лукина, Евгений Лукин | Елена Хаецкая | Александра Маринина

N-T.ru / Текущие публикации / Наука сегодня

Математическая ошибка, которая исказила физику

Мария Корнева, Виктор Кулигин

Введение

Рано или поздно любая теория сталкивается с противоречиями. Это могут быть внутренние противоречия, приводящие к нарушению логики, противоречия из-за несовместимости анализируемой теории со смежными теориями, несоответствие теории экспериментальным результатам и т.д. Чтобы разрешить эти противоречия часто бывает недостаточно собрать найденные противоречия «в кучу» и, объявив теорию несостоятельной, выдвинуть свою гипотезу. Задача исследователя иногда подобна работе следователя: найти ту единственную ошибку (или несколько), начиная с которой физика «сбилась с пути истинного».

Математические ошибки случаются редко. Но если они есть, некорректные следствия нарастают как снежный ком (тиражируются). В результате исправления ошибки математический формализм сохраняется, и возникает новое непротиворечивое объяснение, не требующее специальных гипотез.

Такая ошибка была обнаружена. Ниже мы покажем ее, излагая материал в популярной форме, по возможности без формул и в форме, доступной для широкого круга читателей. Тех, кто заинтересуется подробностями, мы отсылаем к книге [1], по материалам которой написана статья.

1. Потенциалы: запаздывающие и (или) мгновенно действующие?

Покажем суть проблемы на примере. Рассмотрим заряженную частицу, которая покоится в начале координат. В момент времени t_1 частица начала движение и остановилась в точке x_2 в момент времени t_2 . До начала движения линии равного потенциала представляли собой семейство сфер, имеющих общий центр, как показано на рис. 1.

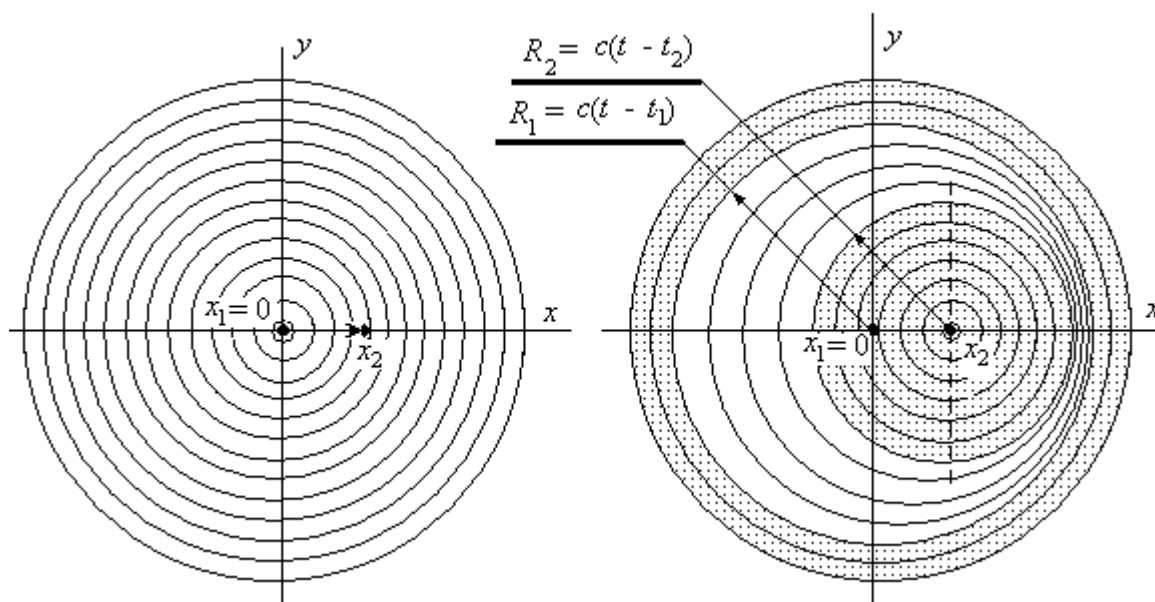


Рис. 1. Эквипотенциальные поверхности до начала движения (слева) и после остановки заряда (справа)

Поскольку потенциал заряда описывается неоднородным волновым уравнением, решение задачи выражается через **запаздывающие** потенциалы. Для небольших скоростей потенциал точечного заряда хорошо описывается потенциалами Лиенара-Виехерта [2] (параграф 63).

$$\phi = \frac{q}{4\pi\epsilon(R - \frac{vR}{c})} \quad (1.1)$$

Запаздывающим этот потенциал называется потому, что при движении заряда он не меняется сразу (одновременно) во всем пространстве. Изменение потенциала происходит

спустя некоторое время после изменения положения заряда. Это время зависит от расстояния между точкой наблюдения и зарядом и равно отношению этого расстояния к скорости света.

За счет этого запаздывания изменения потенциала информация о перемещении заряда «записывается» в пространстве подобно тому, как звук записывается на движущейся магнитофонной ленте. Если время зафиксировать и посмотреть характер потенциала на различных расстояниях, можно восстановить всю историю движения заряда от момента «рождения» до наших дней. Это характерный признак запаздывающего потенциала.

Согласно все той же книге [2] (параграф 38) потенциал движущегося заряда можно описать в виде

$$\phi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{(x - vt)^2 + (1 - \frac{v^2}{c^2})(y^2 + z^2)}} \quad (1.2)$$

Хотя это выражение было получено с помощью преобразования Лоренца, оно также является решением того же неоднородного волнового уравнения. Его можно получить непосредственно, задав соответствующие начальные условия. На рис. 2 показано, какой вид имеют эквипотенциальные поверхности для трех моментов времени: до начала движения заряда, во время движения и после остановки заряда в точке x_2 .

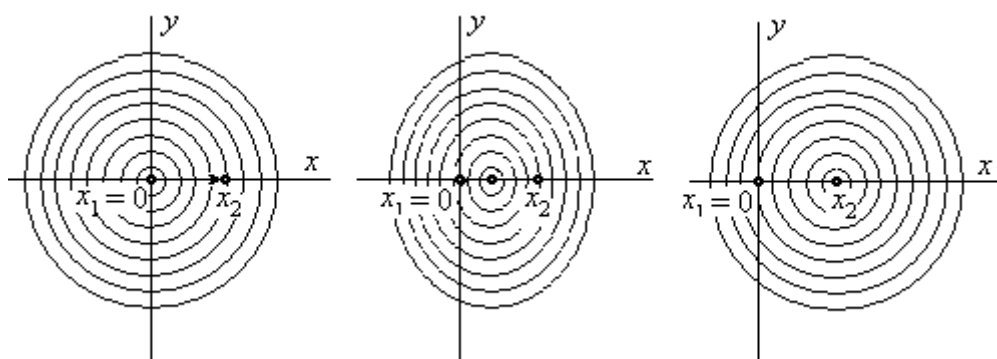


Рис. 2. Эквипотенциальные поверхности до начала движения заряда (слева), во время движения и после остановки заряда (справа)

В отличие от запаздывающих потенциалов, рассмотренных выше, потенциал Лоренца имеет совершенно иной характер. Здесь нет никакого запаздывания. То, что сферические эквипотенциальные поверхности во время движения «деформировались» и приняли форму сплюснутых эллипсоидов вращения, не играет принципиальной роли. Эти изменения, обусловленные движением заряда, связаны с его скоростью и протекают **мгновенно** во всем пространстве, окружающем заряд. Потенциал движущегося заряда является мгновенно действующим (!) вопреки постулатам теории относительности. Требование «релятивистской ковариантности» не спасает теории от появления мгновенно действующих решений.

Возникает странная ситуация: задача определения потенциала движущегося заряда имеет **два различных** решения! Физика не может мириться с нарушениями единственности решений. Какой из них имеет место на самом деле?

2. Единственность решения

Релятивисты для «объяснения» различий в решениях обычно начинают манипулировать штрихованными и не штрихованными величинами, стремясь «доказать», что противоречия нет и оба решения равнозначны. Им не следует доверять.

Задача эта сугубо математическая, а потому обратимся к ее математической постановке. Итак, для решения необходимо:

- иметь неоднородное волновое уравнение;
- задать определенные граничные условия;
- задать начальные условия.

«Только при этих условиях решение волнового уравнения существует и оно **единственно**» (*Ковалевская С.В.*). Это

решение определено для заданной (фиксированной) системы пространственных координат и времени.

Анализируя, можно утверждать, что различие решений может быть объяснено только одним обстоятельством. Каждое из решений удовлетворяет всем перечисленным выше условиям, кроме одного. Каждое из решений удовлетворяет **своим начальным условиям**. Других объяснений с математической точки зрения не существует. Итак, мы имеем два **различных** решения, каждое из которых удовлетворяет **своим** начальным условиям.

Отсюда следует простой вывод: решение волнового уравнения зависит от начальных условий. Ради такого тривиального вывода не стоило «городить огород», если бы не одно важное обстоятельство. Мы **усилим** вывод следующим дополнением:

*«От начальных условий зависит **функциональный** характер решения (запаздывающие потенциалы (1.1) или же мгновенно действующие потенциалы (1.2)). Решения волнового уравнения, не являющиеся запаздывающими, мы назовем **вырожденными** (мгновенно действующими) **решениями** волнового уравнения».*

Ошибка физиков заключается в том, что они «не заметили» существования вырожденных решений волнового уравнения. Они, видимо, ошибочно считали и считают до настоящего времени, что решения волнового уравнения всегда имеют только запаздывающий характер.

Отметим в качестве следствий, что мгновенный характер вырожденных решений противоречит постулатам Специальной теории относительности. В частности, релятивистская теория электромагнитного взаимодействия заряженных частиц между собой (физика плазмы, например) строится фактически на мгновенных взаимодействиях, а потому непоследовательна, поскольку противоречит постулатам СТО.

3. Мгновенное взаимодействие

Часто можно слышать возражение против взаимодействий мгновенного характера. Утверждают, что необходим посредник – среда, через которую эти взаимодействия распространяются. Но помимо «волновых» взаимодействий в физике существуют «контактные» взаимодействия. Примером может служить столкновение бильiardных шаров. При таком взаимодействии (соударении) имеет место «точечный» контакт. Нам представляется, что взаимодействия мгновенного характера тоже можно отнести к контактному типу.

Представьте себе, что с горки спускается платформа, и после разгона упруго ударяет другую, стоящую на ее пути. Такое соударение относится к «точечному» контактному типу. Теперь поместим между тележками упругую пружину. Если пружина обладает массой, то при ударе движущейся тележки по пружине вдоль пружины будет распространяться волна сжатия. Скорость этой волны будет зависеть от жесткости и массы пружины.

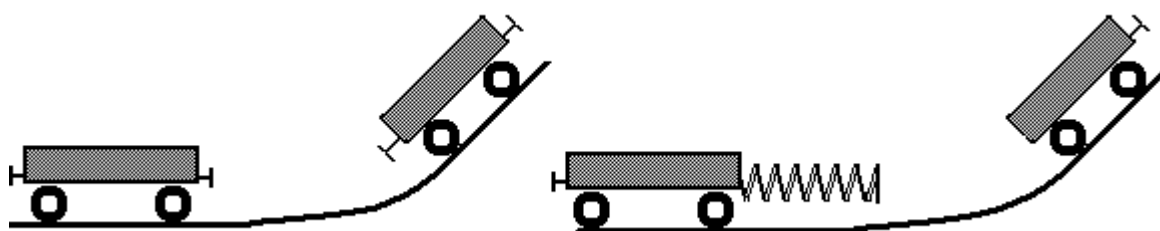


Рис. 3. Столкновение тележек

Допустим теперь, что масса пружины равна нулю. В пределе скорость распространения волны от движущейся тележки к неподвижной и обратно будет бесконечной. Такое соударение уже не будет «точечным», поскольку тележки разделены пружинной. Однако взаимодействие сохранит свой контактный характер. Такое взаимодействие мы назвали контактным взаимодействием объемного типа.

Теперь можно рассмотреть случай взаимодействия электрических или гравитационных зарядов. Здесь возможны два варианта объяснения. Они зависят от того, где по нашему предположению сосредоточена электромагнитная масса. Электромагнитная масса определяется двояко:

$$m = \int \varepsilon \frac{(\text{grad}\phi)^2}{2c^2} dV \quad m = \int \frac{\rho\phi}{2c^2} dV$$

Согласно первому подходу энергия и электромагнитная масса распределены в поле, окружающем заряд. Плотность энергии взаимодействия двух зарядов равна $w = \varepsilon (\text{grad}\phi_1 d\text{grad}\phi_2)$. Это означает, что взаимодействие зарядов выражается через контактное взаимодействие полей этих зарядов в каждой точке пространства. В каждой такой точке имеет место точечное взаимодействие. Совокупность всех взаимодействий образует объемное взаимодействие контактного типа.

Согласно второму подходу, который поддерживается нами, электромагнитная масса сосредоточена в самом заряде. Как следствие, электрическое поле, окружающее заряд, не имеет **инерциальных** свойств подобно безынерциальной пружине, рассмотренной ранее. Аналог этого поля – силовые линии, которые обладают упругими свойствами. Они определяют контактный характер взаимодействия.

Здесь необходимо сделать ряд замечаний, относящихся к теориям, опирающимся на эфир, как переносчик взаимодействий. «Эфирные» гипотезы имеют ряд положений, делающих эти теории «нефизическими».

- Во-первых, эфир требует существования **абсолютной** системы отсчета.
- Во вторых, необходимо гипотетически задать параметры этой эфирной среды и экспериментально подтвердить эти параметры и правомерность самой эфирной гипотезы.
- В третьих, теории эфира не учитывают, что

взаимодействие волны и частицы имеет **диссипативный** характер. Последнее означает, что энергия волны при взаимодействии частично рассеивается. Это приводит к нарушению принципа равенства действия противодействию при взаимодействии материальных тел (как показал еще В. Ритц) и к необходимости ревизии ньютоновской механики и ее положений.

4. Вектор Умова, вектор Пойнтинга или вектор Умова-Пойнтинга?

То, что волновое уравнение дает решения волнового типа (запаздывающие и опережающие потенциалы) и вырожденные решения (мгновенное действие) позволяет объяснить различие между векторами Умова и Пойнтинга. Эти вектора непосредственно связаны с упомянутыми видами решений, имеющих различную функциональную структуру. Вектор Умова, как и вектор Пойнтинга удовлетворяют в свободном пространстве одному и тому же уравнению непрерывности:

$$\operatorname{div} \mathbf{S} + \frac{\partial w}{\partial t} = 0 \quad (4.1)$$

Однако физическое содержание вектора \mathbf{S} в законах Умова и Пойнтинга различно. Дадим качественное объяснение их физического содержания.

Вектор Умова (1874). Для объяснения содержания закона сохранения Умова воспользуемся аналогией. Рассмотрим сосуд, из которого вытекает жидкость. Уровень жидкости связан с потенциальной энергией жидкости в поле тяготения земли. Следовательно, средняя плотность энергии w будет равна отношению полной энергии к объему, в котором она заключена. Поскольку из сосуда вытекает жидкость, возникает поток жидкости. Понижение уровня жидкости в сосуде (и, соответственно, уменьшение потенциальной энергии) прямо связано с величиной этого потока.

Потенциальная энергия, запасенная в сосуде, при прохождении струей жидкости отверстия преобразуется в кинетическую энергию вытекающего потока. При этом плотность потока энергии (отношение потока энергии к поперечному сечению отверстия) будет равна $\mathbf{S} = w\mathbf{v}$. Как видно из выражения плотность потока пропорциональна скорости «вытекания» плотности потока энергии. Скорость истекания может быть **различной**. Вектор Умова \mathbf{S} описывает **конвективный** перенос энергии из одной точки пространства в другую. Подобный поток характерен для переноса энергии полем движущегося заряда и отвечает вырожденному решению волнового уравнения.

Вектор Пойнтинга (1884). Сформулировав свой закон, Умов указывал на его универсальную форму и возможность использования этого закона для волновых процессов. Однако идея Умова нашла свое воплощение много позже. Пойнтинг, комбинируя выражения из уравнений Максвелла, установил закон, который имел тот же вид (4.1). Именно из-за совпадения формы законов возникла путаница. Чтобы показать отличие вектора Пойнтинга от вектора Умова, расшифруем содержание вектора Пойнтинга. Плотность потока (вектор Пойнтинга) равна: $\mathbf{S} = w\mathbf{c}$, где w – плотность энергии электромагнитной волны, выраженная через поля волны \mathbf{E} и \mathbf{H} , а \mathbf{c} – скорость распространения волны. Обратите внимание, что скорость переноса энергии вектором Пойнтинга всегда **постоянна** и равна характеристической скорости распространения электромагнитной волны в пространстве.

Можно привести следующую аналогию. Пусть перед нами озеро с гладкой поверхностью. Подул легкий ветерок, и по поверхности побежали волны, которые, накатываясь на берег, размывают его. При малых амплитудах перемещение волны не связано с переносом массы воды в направлении распространения волны. Молекулы воды у поверхности совершают вертикальное колебательное движение. Скорость переноса энергии волновых колебаний постоянна и совпадает с характеристической скоростью

распространения волны.

Итак, вектор Умова связан с **конвективным** переносом энергии, а вектор Пойнтинга с переносом энергии **волнами**. В этом их принципиальное различие. Заметим также, что вектор Пойнтинга прекрасно описывает перенос энергии электромагнитными волнами (запаздывающие потенциалы), а вектор Умова также прекрасно описывает перенос энергии полями зарядов (вырожденные решения волнового уравнения).

Использование вектора Пойнтинга для описания переноса энергии полями зарядов приводит к парадоксам и нелепостям. Отсюда следует вывод, что поля зарядов и электромагнитные волны это различные по своим свойствам поля. Итак, не существует универсального вектора Умова-Пойнтинга, а есть два различных вектора: вектор Умова (для полей зарядов) и вектор Пойнтинга (для электромагнитных волн).

5. Калибровки и КЭД

Развитие квантовых теорий привело к созданию квантовой электродинамики, которую многие теоретики склонны рассматривать как большое достижение теоретической мысли, прекрасно подтвержденное экспериментами. В отличие от теоретиков-оптимистов Р. Фейнман относился к квантовой электродинамике с известной долей скептицизма. Мы не будем рассматривать проблемы КЭД, а только обрисуем возможные следствия для КЭД, вытекающие из обнаруженной нами ошибки.

Квантовая электродинамика опирается на обычную классическую электродинамику. Релятивистски ковариантная форма уравнений Максвелла имеет следующий вид

(5.1)

$$\frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial (ct)^2} = -\mu \mathbf{j}; \quad \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} - \frac{\partial^2 \phi}{\partial (ct)^2} = -\frac{\rho}{\varepsilon};$$

$$\operatorname{div} \mathbf{A} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \phi}{\partial t} = 0; \quad \operatorname{div} \mathbf{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

Казалось бы, что именно ее следовало положить в основу КЭД. Но этот вариант «не прошел». Не прошел он по ряду причин, одной из которых послужило обстоятельство, что энергия поля скалярного потенциала в калибровке Лоренца имеет **отрицательный** знак!

Добавим от себя следующее. Предельный переход от волновой электродинамики к квазистатической электродинамике в силу отрицательности энергии скалярного потенциала оказался принципиально невозможен. Как следствие, постулаты СТО утратили свою «электродинамическую» поддержку. По этой же причине рассмотренные выше вектора Умова и Пойнтинга оказались **независимыми**.

Тогда обратились к кулоновской калибровке. Путем преобразований уравнения Максвелла были приведены к следующей форме:

$$\Delta \mathbf{A}' - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}'}{\partial t^2} = -\mu \mathbf{j} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \operatorname{grad} \phi'}{\partial t}; \quad \Delta \phi' = -\frac{\rho}{\varepsilon}; \quad \operatorname{div} \mathbf{A}' = 0 \quad (5.1)$$

Между новыми потенциалами кулоновской калибровки и старыми потенциалами калибровки Лоренца существует связь, которую мы не приводим.

Утверждается, что в силу **единственности** решений уравнений Максвелла эти калибровки **равноправны**. Нам, наученным горьким опытом, принимать «на слово» подобное утверждение нельзя. Причина в том, что единственность решения достигается только при наличии соответствующих **начальных условий**. Здесь же о начальных условиях и их преобразовании при переходе от калибровки Лоренца к кулоновской калибровке даже **не упоминается**. Следовательно, теряет силу декларативное заявление о том, что теорема о единственности решения волнового уравнения гарантирует равноправие этих калибровок.

А если это так, то каждая из калибровок описывает **свою модель** электромагнитных явлений, в которой возможно появление как запаздывающих, так и мгновенно действующих членов. Например, в выражении (5.2) скалярный потенциал заведомо является **мгновенно действующим**.

Помимо этого, в кулоновской калибровке утрачена связь между скалярным и векторным потенциалами, характерная для квазистатических явлений $\mathbf{A}' = \mathbf{v}'\varphi/c^2$, поскольку векторный и скалярный потенциалы имеют **функциональное** различие: векторный потенциал запаздывающий, а скалярный потенциал – мгновенно действующий. Конечно, это положение можно исправить путем дальнейших преобразований. Но это уже особый разговор.

Таким образом, уже в самих основах квантовой электродинамики изначально заложены противоречия со СТО и математические некорректности, которые неизбежно сказываются на теоретических результатах.

6. Дунс Скотт и БАК

Вот здесь и возникает законный вопрос: а почему же при наличии столь существенных ошибок квантовая электродинамика обладает достаточно неплохой «предсказательной силой»? Ответ на этот вопрос не прост. Для этого необходим тщательный анализ всей КЭД. А это весьма трудоемкая работа. Ответ поищем в философии.

Физикам хорошо известно правило Оккама. В том же средневековье жил другой философ-схоласт Дунс Скотт. Он сформулировал не менее важное, чем Оккам, правило или утверждение. Суть этого правила:

При правильном методе и правильных исходных посылках мы получаем правильные утверждения. При ложных исходных посылках мы можем получить как ложные, так и правильные утверждения.

КЭД не является в полном смысле завершенной теорией. Теоретические результаты, добываемые для предсказаний, опираются на **модельные** представления (например, диаграммы Фейнмана). Сложность теоретических расчетов компенсируется модельным подходом, в котором в модель вводятся эмпирические и полуэмпирические константы, т.е. параметры, не поддающиеся строгому теоретическому расчету. В эти представления, как уже говорилось, вопреки теоретическому желанию исследователей «проникает» мгновенное взаимодействие. Перечисленные выше и иные факторы позволяют в определенной степени «скомпенсировать» негативные аспекты теоретических представлений и приблизить расчеты к практике.

Правило Дунса Скотта имеет еще один аспект. Он касается того, что следует брать в качестве «исходных посылок». Существует два подхода:

- либо в теориях основополагающими мы считаем хорошо проверенные временем классические представления, а гипотезы рассматриваем, как вероятное направление дальнейших исследований;
- либо мы абсолютизируем гипотезы, а известные классические результаты (теории) рассматриваем как «пройденный этап», который необходимо «подогнать» под новые идеи.

Дедуктивный метод Эйнштейна (принцип постулирования) положил начало второму направлению. При этом подходе классическая идея развития науки ставится «с ног на голову». Яркий тому пример, теория относительности, которая буквально «смяла» концептуальную основу классической механики, проверенной многовековым опытом. Примером может служить квантовая механика с ее логически противоречивым корпускулярно-волновым дуализмом и другими «сумасшедшими идеями». Современный подход к реализации дедуктивного метода сводится к принципу: «пришел, увидел «наследил» (постулатами)!»

В отличие от второго направления первое направление заставляет подвергать сомнению «новейшие» гипотезы (как «исходные посылки» по Д. Скотту) о предполагаемых свойствах материальных объектов микромира. Оно нацеливает исследователя критически относиться к «фундаментальным» идеям о строении микромира, проверять и перепроверять их. Между микромиром и макромиром нет непроходимой «стены». Поэтому явления микромира должны описываться логически непротиворечивым способом и должны быть согласованы с классическими представлениями.

Физика в кризисе. Это не раз отмечали многие ученые, поскольку материализм «сдал» свои позиции в физике. Ему на смену пришел прагматизм с его лозунгом: «успех любой ценой!». Новейшие положения физики абсолютизировались и превратились в догмы, с которыми ведущие теоретики не хотят прощаться. Догматизму присущи такие черты как «борьба с ересью», т.е. с критикой. Не случайно рецензенты «толстых журналов» отвергают публикацию статей с критикой современного состояния физики. Не случайно сторонники догматических представлений на физических форумах устраивают обструкцию вместо обсуждения альтернативных теорий. И не случайно создана «Комиссия по борьбе с фальсификацией научных исследований», получившая резкий отпор со стороны общественности.

Догматизму присуща рекламность и «гигантомания», чтобы держаться «на плаву». Вспомните проект по «повороту Сибирских рек», например. Примером может служить программа «термоядерного синтеза», большой адронный коллайдер и т.д. Еще не так давно газеты радостно оповестили читателей о «новом успехе в области **фундаментальных** исследований». В Дубне был синтезирован 118 элемент таблицы Менделеева. Можно искренне поздравить специалистов, которые разработали уникальную методику, подготовили новую аппаратуру и провели столь трудоемкие исследования.

Но в чем же «фундаментальность» эксперимента? Какие положения в фундаменте науки он «обновил» или «опроверг»? Такого результата не оказалось.

Фундаментальные основы теории сохранились незыблемыми, как и прежде. Тот же результат мы будем иметь, если за несколько миллионов долларов будет синтезирован 119 или 120 элемент.

Что касается результатов, которые ожидается получить после запуска БАК, то даже если и будет обнаружен пресловутый «бозон Хиггса», вновь ничего фундаментального в науке не произойдет.

Фундаментальная наука (теоретическая физика) будет продолжать развиваться в этом же направлении на том же непрочном фундаменте сомнительных представлений.

Можно продолжать двигаться «по накатанной колее» до полного краха. Но нужен ли он? Ведь давно известно, что «нет ничего практичнее **хорошей** теории!».

Источники информации:

Корнева М.В., Кулигин В.А., Кулигина Г.А. Анализ классической электродинамики и теории относительности. [НиТ](#), 2008.

Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: ГИФФМЛ, 1960.

Корнева М.В., Кулигин В.А., Кулигина Г.А. [Физика и философия парных взаимодействий](#), 2008.

Дата публикации:

8 декабря 2008 года

Электронная версия:

© [НиТ](#). Текущие публикации, 1997

[В начало сайта](#) | [Книги](#) | [Статьи](#) | [Журналы](#) | [Нобелевские лауреаты](#) | [Издания НиТ](#) | [Подписка](#)

[Карта сайта](#) | [Совместные проекты](#) | [Журнал «Сумбур»](#) | [Игумен Валериан](#) | [Техническая библиотека](#)

© МОО «Наука и техника», 1997...2010

[Об организации](#) • [Аудитория](#) • [Связаться с нами](#) • [Разместить рекламу](#) • [Правовая информация](#)

