

Доклад на Всеукраинской научно-практической конференции:  
**ВЫСШАЯ ШКОЛА УКРАИНЫ:**  
**СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**  
29 ноября 2003 г., Киев, УКРАИНА  
Опубликован:

**Научный вестник Академии наук высшей школы Украины. – 2004. – №28 . – С.112-120.**

---

## **О ЗАМКНУТОМ КРУГЕ ПОНЯТИЙ НАУКА – ОБРАЗОВАНИЕ – НАУКА НА ПРИМЕРЕ ФИЗИКИ**

ПОТЕХИН А. Ф.

Одесский национальный морской университет  
(65029, Одесса, ул. Мечникова, 34)

При научных исследованиях природных процессов всегда возникает необходимость в понятиях, которые бы адекватно отображали эти процессы. Если таких понятий ещё не существует, то вводятся новые понятия. На их основе описывается данный процесс и развивается соответствующая отрасль науки.

На этапе зарождения нового понятия чрезвычайно важна его точная формулировка. Оно не должно быть двусмысленным, так как это приводит к путанице и ошибочным выводам. *“Определите понятие, – писал ещё Декарт, – и вы избавите человечество от половины заблуждений”*. Образцом корректной формулировки понятий может быть, например, Геометрия Евклида или Механика Ньютона. Физика же XX столетия дала яркий пример некорректной формулировки понятий с далеко идущими негативными последствиями, как в науке, так и в образовании.

В конце XIX столетия было накоплено значительное количество экспериментов по электродинамике движущихся тел. Было доказано, что с помощью таких экспериментов невозможно выявить так называемое “абсолютное движение” Земли. В теоретическом обосновании этого факта возникли большие трудности. Наибольших успехов достиг физик–теоретик Г. Лоренц. Но при этом им были введены дополнительные гипотезы: сначала о существовании местного времени, для обоснования экспериментов с точностью до членов первого порядка по абберрации, а затем, о сокращении длины тела в направлении его движения, для обоснования экспериментов с точностью до членов второго порядка по абберрации. Выдающийся учёный того времени А. Пуанкаре подверг критике такое накопление дополнительных гипотез в теории Лоренца. Он высказал предположение, что *“невозможность показать экспериментальным путём абсолютное движение Земли есть общий закон природы”* [1, с.433], и сформулировал понятие **“Принцип относительности, согласно которому законы физических явлений должны быть одинаковыми для неподвижного наблюдателя и для наблюдателя, совершающего равномерное поступательное движение, так что мы не имеем и не можем иметь никакого способа определить, находимся ли мы в подобном движении или нет”** [1, С. 561-562]. Это определение Пуанкаре можно толковать двояко.

**Первый случай:** в каждой из физических лабораторий, которые движутся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, проводятся идентичные опыты для установления закона некоторого физического процесса. В этом случае мы имеем дело с динамическим принципом относительности Галилея, который является утверждением такого экспериментального факта: *идентичные процессы в разных физических лабораториях, которые движутся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, протекают и описываются одинаково.*

**Второй случай:** эти же наблюдатели устанавливают некоторый физический закон для одного и того же, общего для всех них, процесса. В этом случае мы имеем дело с кинематическим принципом относительности Коперника, который является утверждением такого экспериментального факта: *течение некоторого процесса не зависит от того, относительно какой из лабораторий, движущихся друг относительно друга, он рассматривается, но восприниматься и описываться этот процесс будет при этом в каждой из лабораторий по-разному.*

В формулировке Пуанкаре эти два случая не разделены. Так впервые динамическое понятие было отождествлено с понятием кинематическим. Но Пуанкаре пошёл ещё дальше и отождествил динамический принцип относительности с сугубо математическим понятием – инвариантностью уравнений движения относительно преобразования систем отсчёта: *”Если возможно сообщить общее поступательное движение всей системе без того, чтобы имели место какие-либо видимые изменения в явлениях, то это значит, что уравнения электромагнитного поля не изменятся в результате некоторых преобразований”* [1, с. 434].

Эта ошибочная точка зрения стала главной идеей *Теории относительности Эйнштейна* [2]: делалась ссылка на принцип относительности, а фактически использовался то динамический принцип относительности, то кинематический принцип относительности, то инвариантность, то ковариантность уравнений движения. Такая взаимная подмена понятий не могла не привести, и на самом деле привела, к путанице и парадоксам. Именно с помощью такой подмены понятий Эйнштейн “обосновал”: ошибочные выводы об отсутствии выделенной, в динамическом отношении (по Ньютону – абсолютной), системы отсчёта; об эквивалентности динамического и кинематического магнитного поля, динамических и кинематических сил инерции, динамического гравитационного поля и кинематических сил инерции и т. д. Венцом *Теории относительности Эйнштейна* является вывод о том, что физические пространство и время в каждой из инерциальных систем отсчёта зависят от их относительного движения. Но если это так, то идентичные физические, химические и биологические процессы в каждой из инерциальных систем отсчёта должны протекать по-разному. Два близнеца, которые движутся друг относительно друга поступательно, равномерно и прямолинейно, стареют по-разному – именно такой вывод сделал Эйнштейн, не заметив при этом, что это противоречит исходной аксиоме его *Специальной теории относительности*.

Ошибочное отождествление разных понятий и *Теория относительности Эйнштейна*, которая на них базируется, быстро проникли в учебный процесс и господствовали в системе образования на протяжении целого столетия. Возьмём, например, распространённый в высших учебных заведениях учебник И. В. Савельева **Курс физики**. Читаем.

#### **“§ 44. Принцип относительности Галилея.**

*Законы механики одинаково формулируются для всех инерциальных систем отсчёта. Это утверждение называется п р и н ц и п о м о т н о с и т е л ь н о с т и Г а л и л е я”*. Обратим внимание на то, что здесь приводится то же определение принципа относительности с двойным толкованием, что и у Пуанкаре, а затем и у Эйнштейна. Это подтверждается дальнейшим применением данного принципа.

*“Галилей первый обратил внимание на то, что никакими механическими опытами, осуществлёнными в пределах данной инерциальной системы отсчёта, невозможно установить находится ли она в состоянии покоя или в состоянии равномерного прямолинейного движения. Он писал, что в каюте равномерно движущегося корабля ...капли из отверстия в дне подвешенного ведёрка будут падать так же, как они падали, когда корабль был неподвижен.*

*Вероятно, каждому доводилось, разглядывая из окна вагона стоящий на соседнем пути поезд, испытать обманчивое чувство, будто вагон, в котором он находится, начал двигаться, в то время как на самом деле трогался с места соседний поезд. Все перечисленные процессы являются проявлением принципа относительности”*[3, с. 155]. В первом абзаце этого цитирования автор учебника верно излагает содержание динамического принципа относительности Галилея. Но во втором абзаце он незаметно переходит к другому, кинематическому принципу относительности, и не отличает его от принципа динамического. А далее динамический принцип относительности Галилея отождествляется с инвариантностью уравнений движения относительно преобразования систем отсчёта: *“Инвариантными по отношению к преобразованию координат и времени при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой называются уравнения, вид которых не изменяется при таком переходе... Воспользовавшись понятием инвариантности, принцип относительности Галилея можно сформулировать следующим образом: **уравнения механики инвариантны по отношению к преобразованиям Галилея**”* [3, с. 155].

Ссылаясь на такой конгломератный принцип относительности, подменяя одно понятие другим, можно доказать всё что угодно. Посмотрим, как это делается в том же учебнике.

#### “§ 45. Постулаты специальной теории относительности.

В 1905 г. А. Эйнштейн создал специальную теорию относительности (СТО), которая представляет собой физическую теорию пространства и времени для случая пренебрежимо слабых гравитационных полей. В основе этой теории лежат два постулата: принцип относительности Эйнштейна и принцип постоянства скорости света.

Эйнштейн распространил механический принцип относительности Галилея на все без исключения физические явления, высказав утверждение, что **все законы природы одинаково формулируются для всех инерциальных систем отсчёта**” [3, с. 156]. Эту часть цитирования можно понимать и как определение динамического принципа относительности и как требование ковариантности. Читаем далее: “Кроме того, Эйнштейн показал, что преобразования Галилея должны быть заменены более общими преобразованиями Лоренца. В соответствии с этим, принцип относительности Эйнштейна можно сформулировать в виде: **уравнения, выражающие законы природы, инвариантны по отношению к преобразованиям Лоренца**” [3, с. 156]. Здесь принцип относительности отождествлён с инвариантностью относительно преобразований Лоренца.

Далее автор учебника (используя такую же путаницу и подмену понятий) из верного высказывания “*скорость света в вакууме не зависит от движения источника света*”, делает принципиально ошибочный вывод: “*следовательно, скорость света одинакова во всех инерциальных системах отсчёта*” [3, с. 156].

Таким образом, со школьных лет будущие учёные и преподаватели привыкают к ошибочному отождествлению принципиально разных понятий и к ошибочной *Теории относительности Эйнштейна* и обучают тому же самому следующие поколения молодёжи. Вырваться из замкнутого круга этих понятий в системе **образование – наука – образование** было чрезвычайно трудно. Но когда круг всё-таки был разорван [4-6], то возник вопрос: как теперь излагать в системе образования те вопросы, которые рассматривались в *Теории относительности Эйнштейна*? Выскажем свои соображения по этому поводу [4-6].

1. Необходимо, прежде всего, принять во внимание, что заложенные Ньютоном [7] в фундамент науки понятия абсолютного пространства и абсолютного времени есть научные абстракции от понятий физического пространства и физического времени, которые только и могут быть измерены с помощью некоторых процессов. Относительность этих понятий и обуславливает трудности и кризисы в науке.

2. Необходимо как в курсе физики, так и в курсе теоретической механики вводить такие новые понятия как динамический и кинематический принципы относительности, динамические и кинематические системы отсчёта, динамические и кинематические силы инерции и т. п., то есть необходимо отличать понятия динамические от понятий кинематических. Эти понятия сходны с понятиями абсолютными и относительными по Ньютону, но не всегда совпадают с ними.

3. Необходимо отметить, что динамический принцип относительности распространяется на все физические процессы, как следствие эксперимента. В таком случае, не только второй закон Ньютона, но и уравнения Максвелла, которые были обоснованы для абсолютной системы отсчёта  $\Sigma^0$ , имеют такой же самый вид в любой из динамических инерциальных систем отсчёта.

4. Необходимо подчеркнуть относительность понятия абсолютной системы отсчёта  $\Sigma^0$  в практическом применении. Поскольку, согласно динамическому принципу относительности, во всех динамических инерциальных системах отсчёта законы природы имеют один и тот же вид, что и в абсолютной системе отсчёта  $\Sigma^0$ , то в качестве абсолютной (неподвижной) системы отсчёта можно принять ту инерциальную систему отсчёта, вместе с которой движется рассматриваемая динамическая система отсчёта. Например, для системы отсчёта  $\Sigma'$  поверхности Земли, Гелиоцентрическая система отсчёта может быть принята за абсолютную; для системы отсчёта  $\Sigma''$  трамвая, который движется поступательно, равномерно и прямолинейно относительно поверхности Земли, связанная с последней система отсчёта  $\Sigma'$  может быть принята за абсолютную и т. д. В связи с этим, возникает такое новое понятие, как “вложенные системы отсчёта”: система

отсчёта трамвая вложена в систему отсчёта Земли, система отсчёта Земли вложена в Гелиоцентрическую систему отсчёта и т. д.

5. Необходимо обратить внимание на то, что кинематические преобразования систем отсчёта (Галилея, Лоренца) можно применять только при рассмотрении одного и того же явления относительно разных систем отсчёта, то есть в кинематическом принципе относительности.

6. Необходимо отличать кинематические преобразования Лоренца как общеизвестные преобразования пространственных координат и времени, которые оставляют инвариантным уравнение фронта световой волны, от преобразований Лоренца, которые оставляют ковариантными электродинамические уравнения Максвелла. В последнем случае это есть совокупность кинематических преобразований Лоренца с преобразованиями динамических величин (плотности заряда и тока, векторов напряжённости электрического и магнитного полей и др.).

7. Необходимо отличать динамические уравнения Максвелла для системы отсчёта, вместе с которой движется рассматриваемая система зарядов, от кинематических уравнений Максвелла для системы отсчёта, в движении которой система зарядов участия не принимает.

8. Необходимо обратить особое внимание на то, что хотя в каждой из динамических инерциальных систем отсчёта уравнения Максвелла имеют один и тот же вид, скорость света входит в них как мировая константа, то есть как скорость абсолютная, а не как скорость относительно данной инерциальной системы отсчёта. Именно эту абсолютную скорость мы измеряем в замкнутой физической лаборатории на пути “туда – обратно”.

9. Необходимо обратить особое внимание на ограниченную область применения преобразований Лоренца. Пусть некоторая система зарядов  $S$  движется вместе с инерциальной системой отсчёта  $\Sigma'$  и, одновременно, относительно этой системы отсчёта. Пусть, в свою очередь, система отсчёта  $\Sigma'$ , движется относительно инерциальной системы отсчёта  $\Sigma$ . Тогда электромагнитное поле системы  $S$  описывается динамическими уравнениями Максвелла как в  $\Sigma'$ , так и в  $\Sigma$ , поскольку каждая из этих систем отсчёта для данной системы зарядов является динамической. В этом случае, если электромагнитное поле системы  $S$  в  $\Sigma'$  найдено, то поле этой же системы зарядов в  $\Sigma$  можно найти с помощью преобразований Лоренца. Но обратное неверно. Если некоторая система зарядов  $S$  движется относительно  $\Sigma$ , но не принимает участия в движении вместе с  $\Sigma'$ , то поле зарядов в  $\Sigma'$  нельзя определить из поля  $\Sigma$  с помощью преобразований Лоренца. В этом случае оно описывается уже не динамическими, а кинематическими уравнениями Максвелла, так как  $\Sigma'$  для системы зарядов  $S$  является кинематической системой отсчёта.

10. Необходимо подчеркнуть, что уравнения Максвелла являются уравнениями не только электродинамики, а и вообще уравнениями центрально-взаимодействующих со скоростью света зарядов, которые взаимно притягиваются или взаимно отталкиваются. В частности, уравнения гравитодинамики также имеют вид уравнений электродинамических Максвелла.

Это далеко неполный перечень тех новшеств, которые немедленно необходимо вводить в учебный процесс. В общем, можно выразиться так: необходимо отказаться от ошибочного пути *Теории относительности Эйнштейна*, переосмыслить достижения физики XX столетия с позиций *Классической теории относительности* и двигаться далее в направлении, определённом Ньютоном, Максвеллом, Лоренцем.

1. Пуанкаре А. Избранные труды. В 3-х т. – М.: Наука, 1974. –Т 3, с. 433-486.
2. Эйнштейн А. Собрание научн. тр. – М.: Наука, 1965. –Т. 1-4.
3. Савельев И. В. Курс физики. В 3-х т. – М.: Наука, 1989. –Т 1.
4. Потехин А. Ф. Короткий курс теоретичної механіки в запитаннях та відповідях з аналізом базових понять. Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вузів. – Одеса: ОДМУ, 2000.
5. Потехин А. Ф. Классическая теория относительности. – Одесса: Маяк, 2003.
6. Potjehin A. F. Relativity in Physics. – Odessa: Majak, 2003.
7. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. – М.: Наука, 1989.