

Инерция. Эфир. Ньютоновское абсолютное пространство.

В.М.Мясников

*Ответ на вопросы, которые оставляет без ответа философия,
заключается в том, что они должны быть иначе поставлены*

Гегель

Содержание:

- Введение.
- Инерция.
- Эфир.
- Пространство и эфир.
- Ньютоновское абсолютное пространство.
- Заключение.

Введение

Считается, что А.Эйнштейн "изгнал" эфир из физики. Я считаю это утверждение неверным. Эйнштейн в своей первой статье по специальной теории относительности (в её вводной части) писал, что введение "светоносного эфира" оказывается излишним для построения электродинамики движущихся тел. Эйнштейну удалось сформулировать все, что он хотел в этой статье, без привлечения эфира, но если бы Эйнштейн не сделал этого замечания и не отвергал эфир, ему не надо было бы менять ни одного слова в статье. Думаю, проблема "изгнания" эфира из физики была раздута в дальнейшем и сторонниками теории относительности — как её достижение, и противниками — как её недостаток. Проблему также подогревают, до сих пор, опыты по обнаружению т.н. эфирного ветра, которые интерпретируются как "за", так и "против" его обнаружения. Современная точка зрения "антиэфиристов" сводится к тому, что электромагнитное поле представляет собой "первичную сущность", не требующее для своего распространения "еще более первичной сущности" — эфира. С другой стороны, даже ярые антиэфиристы вынуждены признать, что, например, свет "распространяется в **чем-то**". Точка зрения "эфиристов" прямо противоположна — "более первичная сущность" существует, однако все попытки её определения, именно как *первичной сущности*, оказываются безуспешными.

Во всех, известных мне случаях, эфир определяется как физическая среда, состоящая из «тонкой материи», однородного и изотропного фона движущихся частиц или вихрей, «безчастичной формы материи» и т.д. и т.п. Я считаю все такие определения эфира неудовлетворительными, главным образом, по причине их сложности, т.к. контекст таких определений эфира необходимо включает всю физику (иначе откуда берутся физические свойства эфира?), тогда как по самой идее эфира ("первичная сущность"), все должно быть наоборот. Дело, конечно, не в сложности эфира, а в том, что эфир определяется с привлечением всей физики с единственной целью — объяснить ту же физику. Зачем нужна эта "промежуточная сущность"? Для единообразия подхода? Может быть, но тогда надо так прямо и сказать и отказаться от претензий рассматривать такой эфир как первичную сущность.

С другой стороны, понятие эфира настолько глубоко вошло в язык физики, что отказаться от эфира, как такового в языке физики, сегодня не представляется возможным, однако можно пересмотреть саму идею эфира. Я предлагаю отказаться от попыток определения эфира как некой физической среды, обладающей определенными физическими свойствами, но определить эфир как обобщение понятия пространства, обладающего некими свойствами движения

Инерция.

Назовем простейшим движением равномерное движение тела по простейшей траектории. Тогда закон инерции можно сформулировать так :

Всякое тело сохраняет состояние простейшего движения, пока и поскольку некие внешние причины не выведут его из этого состояния.

Различное понимание закона инерции у Галилея и затем у Декарта и Ньютона теперь сводится к различному пониманию простейшей траектории. Галилей считал простейшей траекторией движения окружность. Выбор этот определяется тем, что, во-первых, окружность — одна из трех «совершенных» кривых (Аристотель ввел понятие совершенной кривой, обладающей тем свойством, что любой кусок этой кривой может перемещаться без деформации вдоль этой кривой. Аристотель нашел две из них — окружность и прямую, Галилей нашел третью — винтовую линию.), и во-вторых, глядя на небо, движение по окружностям представлялось естественным (это и вращение небесных сфер, и геоцентрическая система Птолемея или гелиоцентрическая система Коперника и др.), тогда как движение по прямой — очень сложным (например, наблюдаемое с Земли движение кометы, траекторию которой вблизи Земли можно считать прямолинейной). Используя современный язык, можно сказать, что для Галилея естественной системой координат была полярная (сферическая) система с полюсом в центре Земли, в которой окружность с центром в полюсе — простейшая кривая, тогда как прямая, не проходящая через полюс, — существенно более сложная кривая.

Декарт был одним из создателей (другим был П.Ферма) метода координат и аналитической геометрии в прямоугольных координатах. В этих координатах простейшая кривая — прямая (кривая 1-го порядка), тогда как окружность — более сложная кривая (2-го порядка). Естественно, Декарт определял простейшее движение как равномерное прямолинейное движение.

Может показаться, что простейшие движения Галилея и Декарта на ограниченном отрезке траектории практически совпадают, имея в виду большие радиусы окружностей Галилея, и тем самым, законы инерции Галилея и Декарта также практически совпадают (именно так считают многие историки науки). Однако, простейшие движения Галилея и Декарта принципиальнейшим образом отличаются друг от друга. Дело в том, что комбинируя простейшие движения Галилея, можно получить сколь угодно сложное движение (вспомните эпициклы Птолемея и Коперника), не требуя привлечения неких внешних причин (см. формулировку закона инерции). Иначе говоря, закон инерции Галилея не требует с необходимостью введения понятия силы.

Простейшие движения Декарта отличаются тем, что любая комбинация простейших движений дает простейшее движение. И поскольку в природе, наряду с простейшими, наблюдаются сложные движения, закон инерции Декарта с необходимостью требует существования некой причины, преобразующей простейшие движения в сложные. Приход Ньютона стал неизбежен. Декарт и сам, наряду с законом инерции, сформулировал основной закон динамики, но динамики Декарт не создал. Создателем динамики и, более широко, — классической механики, по праву считается Ньютон.

Ньютон, приняв закон инерции Декарта и интерпретируя простейшее движение как движение с неизменным количеством движения, определил физическую величину, названную силой, как причину, изменяющую количество движения тела (второй закон Ньютона). Кроме того Ньютон ввел понятие динамической характеристики тела, как меры инертности, названную массой тела.

Эфир

Вернемся к декартовым простейшим движениям. Итак, любая комбинация простейших движений дает простейшее движение. Отмеченное свойство простейших движений Декарта указывает на то, что эти движения образуют **замкнутое в себе множество** простейших декартовых движений. С каждой точкой, физической или виртуальной, участвующей в простейшем декартовом движении, можно связать инерциальную систему отсчета, соответственно, физическую или виртуальную. Таким образом определяется замкнутое в себе множество всех мыслимых инерциальных систем, произвольно движущихся с постоянными скоростями относительно друг друга и рассматриваемых как **единое целое**. Я предлагаю назвать такое множество **эфиром**, математическим, физическим или реальным, в зависимости от применения.

Такое определение эфира является обобщением понятия пространства в следующем смысле. Пространство, в самом общем виде, можно определить как множество всех мыслимых (физических или виртуальных) точек : **пространство** = $\{X\}$, при этом переход от одной точки X_1 к другой точке X_2 интерпретируется как движение в пространстве, тогда как любая фиксированная точка предполагается неподвижной в пространстве. Предлагаемый эфир определяется как множество всех мыслимых инерциальных (физических или виртуальных) систем отсчета : **эфир** = $\{ИСО\}$, при этом переход от одной инерциальной системы ИСО₁ к другой инерциальной системе ИСО₂ интерпретируется как «**движение**» (в кавычках!) **в эфире**, т.е. движение с ускорением относительно любой инерциальной системы (относительно **эфира**).

Соответственно, любую фиксированную ИСО можно интерпретировать как «*неподвижную*» в эфире или как находящуюся в состоянии «*покоя*» в эфире.

(Новым терминам (старым в кавычках), конечно же, следует придумать новые названия. Пока же, временно, я буду использовать в качестве новых терминов старые с префиксом *эф-* (т.е. *эфирный*, *в эфире* и т.п.). Так термин *эф-движение* обозначает «*движение*» в эфире т.е. движение с ускорением относительно любой фиксированной системы отсчета, *эф-неподвижный* или находящийся в *эф-покое* — «*неподвижный*» в эфире или в «*покое*» в эфире, т.е. движущийся с постоянной скоростью (в частности — покоящийся) и т.д.)

Введение эфира позволяет по-новому взглянуть на всю ньютоновскую механику. В эфире стирается грань между различными движениями с постоянной скоростью или покоем в том смысле, что для любого тела, движущегося с постоянной скоростью, найдется в эфире инерциальная система, относительно которой это тело покоится, а также найдется в эфире система, относительно которой тело движется с любой, наперед заданной, постоянной скоростью. Это позволяет любое тело, систему отсчета, движущиеся равномерно и прямолинейно, считать эф-неподвижными, а эф-движение определить как движение с ускорением относительно эфира (т.е. относительно любой фиксированной инерциальной системы). Более того, если нас не интересует постоянная составляющая скорости тела, её можно отбросить, относя движение тела к эфиру. В этом же смысле можно говорить о вращении тел относительно эфира, силах, действующих в эфире, о законах Ньютона в эфире и др. При этом, все противоречия классического эфира (абсолютно неподвижный, частично или полностью увлекаемый эфир и т.п.) разрешаются самым естественным образом.

Обращаю, еще раз, внимание на принципиальное отличие такого эфира от всех традиционных попыток определения и интерпретации эфира. Во всех, известных мне случаях, эфир определяется как *физическая среда*. При этом, все такие определения эфира содержат один необходимый "элемент" — пространство, в котором определяется эта *физическая среда*, и *движение эфира* или *движение в эфире* — это всегда движение в пространстве. Предлагаемый мной эфир — это выделенный "необходимый элемент" любого определения эфира, т.е. *пространство*, обладающее определенным свойством движения, поэтому можно даже назвать такой эфир математическим. Разумеется, можно говорить и о физической среде в эфире (или, наоборот, об эфире в среде), но при этом понятие среды — внешнее, дополнительное по отношению к эфиру понятие, так же как вообще физика по отношению к геометрии.

Пространство и эфир.

Реальным пространством я называю то, что мы наблюдаем непосредственно вокруг нас (глазами или "мысленным" взором) без какого-либо описания. Как только мы попытаемся его описать (словами, математическими символами и т.п.), мы фактически уже говорим не о реальном пространстве, но о некоторой его модели. Такую модель реального пространства я называю *физическим пространством*. Базисным понятием для построения физического пространства является понятие *математического пространства*. Математическое пространство строится средствами математики сколь угодно строго, определяются его объекты, свойства, возможности и т.д., присваивается название. Далее, математическим объектам, свойствам, возможностям и т.д. придается физический смысл (физическая интерпретация), и тогда такое, физически интерпретированное пространство, называем физическим. И наконец, объектам физического пространства ставятся в соответствие объекты реального пространства, для которых соответствующие свойства, возможности и т.д. допускают проверку опытом.

И если физическое пространство, построенное на базе такого математического пространства, интерпретируется как реальное пространство *полностью и без противоречий*, то эти пространства отождествляются (в смысле изоморфизма — "математическое пространство $\Leftrightarrow$ физическое пространство $\Leftrightarrow$ реальное пространство"), им приписывается общее название, как правило, название математического пространства. Например, если математическое пространство определено как 3-х мерное евклидовое, в соответствии со строгим определением этих понятий в математике, то и соответствующее физическое и реальное пространства, в случае их изоморфности, называются 3-х мерными евклидовыми. Именно в этом, и *только в этом* смысле наше реальное пространство является 3-х мерным евклидовым пространством. Само по себе, реальное пространство не является ни евклидовым, ни каким-либо иным. Сказанное относится и к геометрии реального пространства, т.е. если, в дополнение к сказанному, в математическом пространстве построена евклидова геометрия, то только в этом случае можно говорить, что геометрия нашего реального пространства евклидова.

Далее, термином «пространство» я называю любое, в зависимости от контекста, из указанных изоморфных пространств — реальное, физическое или математическое, имея в виду возможность свободного перехода от одного к другому в наших теориях.

В данной статье предлагается сделать "следующий шаг" — применить схему построения физических пространств к математическим пространствам нового типа, пространствам, в которые введено движение. Я называю такие пространства математическим эфиром. Математический эфир является базой для построения физического эфира, который затем интерпретируется как реальный эфир. При выполнении определенных условий их можно отождествить (также в смысле изоморфизма "математический эфир $\Leftrightarrow$ физический эфир $\Leftrightarrow$ реальный эфир") и называть просто эфиром, понимая его, в зависимости от контекста, в любой ипостаси.

Ничего необычайного в предлагаемой интерпретации эфира нет, просто, это — новая, возможно, непривычная пока, точка зрения. Действительно, рассмотрим траекторию тела в окрестности (по времени) начального момента $t = 0$ (для простоты)

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_0 + \mathbf{v} \cdot t + \mathbf{r}''(0) \frac{t^2}{2} + \dots, \quad (1)$$

где $\mathbf{r}_0 = \mathbf{r}(0)$ — начальное положение и $\mathbf{v} = \mathbf{r}'(0)$ — начальная скорость тела (здесь штрихом обозначена производная по времени, двумя штрихами — вторая производная по времени). Произвол в выборе начальной точки $\mathbf{r}_0$, по-видимому, представляется столь естественным и очевидным, что начальная точка часто просто игнорируется, т.е. отбрасывается в правой части (1), приравнивается нулю, или же, по умолчанию, предполагается следующее:

$$\mathbf{r}_1 = \mathbf{r}(t) - \mathbf{r}_0 = \mathbf{v}_1 \cdot t + \mathbf{r}_1''(0) \frac{t^2}{2} + \dots, \quad \mathbf{v}_1 = \mathbf{r}_1'(0) = \mathbf{r}'(0) = \mathbf{v}, \quad \mathbf{r}_1''(0) = \mathbf{r}''(0), \quad (2)$$

с отбрасыванием затем индекса «один». Все это допустимо в соответствии с принципом относительности Галилея и с преобразованиями Галилея. (В математике пространства, допускающие такие возможности, называют многообразиями. Я, фактически, предлагаю еще одну "ступеньку" в развитии понятия пространства: "пространство $\Rightarrow$ многообразие $\Rightarrow$ эфир (математический) $\Rightarrow$???").

То новое, что предлагаю я с введением эфира — это поступить так же (т.е. отбросить при необходимости) со следующим членом $\mathbf{v} \cdot t$ в (1) или в (2), с тем же обоснованием. (Как возможность отбросить еще один, следующий член в разложении (1), следует рассматривать попытку Эйнштейна интерпретировать равноускоренное движение как "инерциальное движение в искривленном пространстве-время".)

В ньютоновской механике движение любой материальной частицы с массой m задается уравнением Ньютона

$$\mathbf{F} = m\mathbf{r}''$$

и начальными условиями

$$\begin{aligned} a) \quad & \mathbf{r}'(t_0) = \mathbf{v}_0 \\ b) \quad & \mathbf{r}(t_0) = \mathbf{r}_0 \end{aligned} \quad (3)$$

т.е. в произвольной, но фиксированной инерциальной системе отсчета с также произвольной, но фиксированной точкой отсчета, записываются уравнение Ньютона и начальные условия в некоторый, также произвольный, но фиксированный момент времени. Принцип относительности Галилея с преобразованиями Галилея гарантируют произвол в выборе инерциальной системы и начала отсчета, по которым, уже однозначно, определяются начальные условия.

В эфире задачу Ньютона можно интерпретировать иначе, в некотором смысле, противоположным образом. Уравнение Ньютона, или лучше сказать, закон Ньютона справедлив в любой инерциальной системе отсчета и, например, в такой формулировке :

$$\boxed{\text{«Сила = масса } \times \text{ ускорение»}}$$

не зависит от выбора конкретной инерциальной системы. Таким образом, можно считать, что закон Ньютона справедлив в эфире.

Удовлетворение начальному условию (3-а) можно интерпретировать как выбор в эфире такой инерциальной системы, относительно которой в заданный момент времени частица имеет заданную скорость, а удовлетворение начальному условию (3-б) — соответственно, как выбор такого начала (точки) отсчета в этой инерциальной системе, относительно которого в тот же момент времени частица имеет заданное положение. При этом принцип относительности Галилея гарантируют произвол в выборе начальных условий, по которым, уже однозначно, выбираются в эфире инерциальная система и точка отсчета.

Ньютоновское абсолютное пространство.

В [4] (см. также [1]) я показал, что имеет место т.н. физический принцип Маха, т.е. силы инерции являются «слегка замаскированными» гравитационными силами, порождаемыми совокупным веществом Вселенной. Теперь, с введением эфира, можно говорить об инерции (а тем самым — и о принципе Маха) как о взаимодействии массивных тел с эфиром (**эф-взаимодействии**, не касаясь пока вопроса о механизме такого взаимодействия). Если тело не **эф-взаимодействует**, т.е. на тело не действуют внешние силы, то оно **эф-покоится**, и наоборот, если тело **эф-покоится**, то оно не взаимодействует с эфиром, и следовательно, не возникают никакие силы. Если же тело **эф-движется** (т.е. движется с ускорением относительно любой фиксированной системы отсчета), то эфир, оставаясь «неподвижным» «тормозит» движение тела или, если эфир рассматривать «движущимся» относительно тела в обратном направлении (эфирный ветер ?!), «индуцирует» (стремится увлечь за собой) в теле некие силы, которые мы и называем силами инерции, и наоборот, **эф-движение** тела возникает только при наличии сил, действующих на тело («движение» по Аристотелю ?)

Далее, я полагаю, что эфир, рассматриваемый как объединение в единое целое всех мыслимых инерциальных систем, произвольно движущихся с постоянными скоростями относительно друг друга, и имея в виду физический принцип Маха, можно отождествить с ньютоновским абсолютным пространством. При этом, строго говоря, абсолютное пространство несколько отличается от интерпретации Ньютона, но настолько «незначительно», что за ним можно сохранить название ньютоновского (В ньютоновском определении — *Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и «неподвижным»* — последнее слово я пишу в кавычках. Напоминаю, что «неподвижный» в эфире, а теперь и в ньютоновском абсолютном пространстве, означает движущийся без ускорения, по инерции.).

В ньютоновском абсолютном пространстве имеет место закон Ньютона (сила = масса × ускорение) и «движение» по отношению к абсолютному пространству относительно, т.е. если тело «движется» относительно абсолютного пространства в некотором направлении, то абсолютное пространство «движется» относительно тела в обратном направлении. Предлагаю сформулировать это в форме принципа с названием «*Принцип относительности (эквивалентности) Ньютона*» :

Следующие два утверждения :

1. тело массы m под действием силы $\vec{f}$ движется с ускорением $\vec{a} = \frac{1}{m} \vec{f}$ относительно «неподвижного» абсолютного пространства ;
2. абсолютное пространство движется с ускорением $-\vec{a}$ относительно «неподвижного» тела массы m , при этом на тело действует сила $-\vec{f} = m \cdot (-\vec{a})$;

— эквивалентны (1. $\Leftrightarrow$ 2.)

Такая формулировка принципа относительности Ньютона включает в себя все законы динамики, в частности все три закона Ньютона, и снимает многие «трудные» вопросы ньютоновской динамики. Например, принцип относительности Ньютона объясняет, почему второй закон Ньютона, справедливый строго говоря, только в инерциальных системах отсчета, применим также и в ускоренных системах при добавлении «фиктивных» сил инерции. При $\vec{f} = 0$ из принципа относительности Ньютона следует закон инерции и принцип относительности Галилея, а при невыполнении этого условия принцип относительности Галилея уже несправедлив, и т.д.

Реальный эфир и ньютоновское абсолютное пространство, сами по себе, не наблюдаемы. Но любое тело, движущееся по инерции, и рассматриваемое как тело отсчета некой инерциальной системы в эфире, можно интерпретировать как «пробную частицу» для обнаружения эфира. Такая интерпретация отнюдь не является необычной в физике, скорее наоборот. Например, электромагнитное поле, в реальности которого сегодня невозможно сомневаться, само по себе также не наблюдаемо. Для его обнаружения также необходима «пробная частица» (например, электрон или «система электронов» = антенна). То же можно сказать и о любом другом поле. Так почему же, признавая реальность физических полей, мы должны отказываться в реальности эфиру и ньютоновскому абсолютному пространству?

Заключение

Понятия эфира и ньютоновского абсолютного пространства естественно распространяются на всю Вселенную, т.е. можно считать, что эфир “заполняет” всю Вселенную, однородно, изотропно и на всех уровнях — от нано- до мега-. При этом Вселенную, с учетом принципа Маха, естественно рассматривать как абсолютную систему отсчета, которая никак не реагирует на «неподвижные» объекты, но мгновенно реагирует на любое «движение».

Сказанное позволяет переинтерпретировать классическую механику от "механики в пространстве" к "механике в эфире" или "механике в абсолютном ньютоновском пространстве".

Обращаю внимание, что построенный эфир или даже ньютоновское абсолютное пространство пока не являются средой, в которой распространяется свет. “Светonosный” эфир строится далее в рамках теории относительности, которая, сама, может рассматриваться как “теория относительности в эфире” (см. [2], [5]).

Ссылки:

- [1] Мясников В.М. Натуральная философия. Книга, см. гл. V. :
<http://quater1.ucoz.ru/kniga.pdf>
- [2] Мясников В.М. Теория относительности. Новые подходы, новые идеи. Статья :
http://quater1.ucoz.ru/statia_3.pdf
- [3] Мясников В.М. Пространство и эфир в математике и физике. Вариант статьи [2] :
http://quater1.ucoz.ru/statia_3_2.pdf
- [4] Мясников В.М. Вселенная. Постньютоновская (классическая) модель. Статья :
http://quater1.ucoz.ru/statia_4.pdf
- [5] Мясников В.М. Теория относительности в эфире, свет в теории относительности.
Вариант статьи [2] : http://quater1.ucoz.ru/statia_3_1.pdf

* * *