

ИНСТИТУТ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ОБЩЕСТВЕННЫМ НАУКАМ (ИНИОН)
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Депонированная рукопись №27901 от 09.01.1987.

.....

А. Ф Потехин

МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ
КАК ЕДИНСТВО И БОРЬБА ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ

Наступает юбилейная дата – трёхсотлетие “Математических начал натуральной философии И. Ньютона”. Трёхвековая практика производственной деятельности подтвердила, что свод законов Ньютона выхватил то главное, что отражает сущность механической формы движения материи, но выявление диалектической природы этих законов есть этап более позднего синтезирующего познания. Период же Ньютона - это период расчленения явлений природы, познания отдельных сторон этих явлений, рассмотрения их изолированно, *“а в таком случае сменяющиеся движения выступают перед нами - одно как причина, другое как следствие”*. [1].

По Ньютону, чтобы вывести тело из состояния покоя (в Галилеевой инерциальной системе отсчёта), необходимо к нему приложить силу, т.е. причина движения – внешнее воздействие. Хотя Ньютон и фиксирует тот факт, что движущееся тело при этом окажет противодействие, но это противодействие в причину движения им не включается, у него действие в противодействие распределены между разными телами: тело В из состояния покоя выводит тело А, действие тела А есть причина движения тела В, но само тело А испытывает при этом противодействие со стороны тела В. Это взаимодействие между действием и противодействием отражено Ньютоном в его третьем законе: *“Действию всегда есть равное противодействие, иначе взаимодействие двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны”* [2].

Согласно, диалектике [1], [3], [4] и др., чтобы познать сущность любой из форм движения материи, надо раскрыть это движение как единство и борьбу противоположностей, в противном случае *“остаётся в тени САМО движение, его двигательная сила, его мотив (или сей мотив переносится вне –бог, субъект)”* [4].

Механическое движение, как изменение взаимного положения тел в пространстве с течением времени, относится к простейшей форме движения материи и, казалось бы, его-то источник, его мотив должен быть давно уже раскрыт. Но, как показала завершённая лишь Энгельсом дискуссия о двух мерах механического движения [3] и продолжающаяся дискуссия в силах инерции [5], [6], [7] и др., эта простейшая форма движения материи является не столь уж простой, когда вопрос касается её теоретического (в смысле диалектического) осмысления.

Из того, что в третьем законе Ньютона говорится о действии и противодействии, вовсе еще не следует, что именно в нем раскрывается сущность механической формы движения материи как единство и борьба противоположностей. Во-первых, ещё не всякие полярности, противоположности являются противоречиями диалектическими. Во-вторых, выявленные в третьем законе Ньютона противоположности распределены между разными телами, в то время как диалектические противоречия должны быть выявлены в самой сущности именно данного предмета или явления. Ф. Энгельс называет противоречием в строгом (диалектическом) смысле слова отношение противоположностей внутри одного и того же: *“Если вещи присуще противоположность, то эта вещь находится в противоречии с самой себе; то же относится и к выражению этой вещи в мысли”* [3].

Согласно механике Ньютона, Земля есть источник силы, приложенной к Луне, что и является причиной движения последней вокруг Земли, но Луна противодействует с силой, равной ее центробежной силе и это противодействие приложено к Земле. Такая трактовка причины движе-

ния по Ньютону дала основание Энгельсу заметить: *“Ньютоновское притяжение и центробежная сила - пример метафизического мышления: проблема не решена, а только поставлена, и это преподносится как решение”* [1]

В третьих, в конечном итоге, выявленное единство и борьба противоположностей должны раскрыть взаимоотношение движения с его противоположностью - покоем, но третий закон Ньютона не позволяет этого сделать, в нем действие и противодействие относятся к разным телам.

Итак, третий закон Ньютона не раскрывает сущности механического движения ни в единстве противоположностей (в нём они разорваны, хотя и предлагают друг друга), ни в их борьбе (они не отрицают, не снимают, не взаимоисключают друг друга). Но это не исключает того, что выступающие на поверхности в этом законе действие и противодействие являются лишь внешней формой проявления сущностных, глубинных, диалектических противоречий, которые могут быть выявлены лишь в одном и том же объекте, именно в том, который движется.

Рассмотрим второй закон Ньютона - основной закон динамики материальной точки, этой исходной “клеточки”, как носителя диалектических противоречий механической формы движения материи. На первый взгляд, ни о каких противоположностях, ни о каких противоборствующих силах в этом законе речи не идет, в нем устанавливается количественная взаимосвязь между приложенной к материальной точке силой и ее ускорением

$$\bar{F} = m\bar{a}$$

Но если мы, следуя совету Энгельса, чтобы раскрыть диалектическое содержание этого равенства, перенесем все его члены в одну сторону, приравняем его нулю и затем, как это принято в механике, назовем член $-\bar{m}\bar{a}$, имеющий размерность силы, силой инерции \bar{I} , то получим

$$\bar{F} + \bar{I} = 0,$$

т.е. вместо уравнения движения мы получили уравнение равновесия. Что это, формальный математический прием, или в последнем равенстве скрыто более глубокое физическое содержание второго закона Ньютона? Попытаемся ответить на этот вопрос.

Существует ли в рассматриваемом явлении сила, в точности равная \bar{I} ? Да существует - это сила противодействия, о которой говорилось выше в третьем законе Ньютона, и приложена эта сила со стороны движущейся с ускорением материальной точки к тому телу, которое воздействует на нее силой \bar{F} , по Ньютону, это *“врожденная сила материи как присущая ей способность сопротивления”*, которая *“могла бы быть весьма вразумительно названа силой инерции”* [2]. Следовательно, Ньютон наделил движущийся под действием силы \bar{F} материальную точку способностью сопротивления и сделал это он не по своей прихоти, а очевидно, потому, что это заложено в самой сущности, в самой природе механического движения. Но диалектика Ф. Энгельса *“врожденной силой материи”* не проведёшь, и он делает заметку: *“Сила. Подвергнуть также анализу и отрицательную сторону - сопротивление, которое противопоставляется перенесению движения”* [1].

Начнем такой анализ с вопросов: откуда точка “знает”, что ей надо сопротивляться, откуда она “знает” какова ее масса и каково у нее в каждый момент времени ускорение, наконец, как она создает противодействие, в точности равное $-\bar{m}\bar{a}$? На все эти вопросы у Ньютона один ответ: *“Это врожденная сила материи как присущая ей способность сопротивления”*. Сегодня на эти вопросы отвечают - таково свойство материи, что по сути одно и то же, что и у Ньютона. Неужели за трехсотлетний период развития науки мы не продвинулись в решении этих вопросов? Согласиться с приведенными выше ответами, значит отказаться от поиска научного ответа и, в конечном итоге, приписать материальной точке сознательный образ действия. Поэтому продолжим анализ.

Каково минимальное число материальных объектов задействовано во втором законе Ньютона? На первый взгляд два - движущаяся материальная частица и то тело, которое является источником приложенной к ней силы \bar{F} . Но это не так, есть еще один, хотя и неявный, материальный объект - тот, который Ньютон назвал абсолютным пространством. Это абсолютное пространство наделяется им вполне конкретными физическими свойствами, которые им зафиксированы, прежде всего, в первом законе, а именно, свойства этого пространства таковы, что в нём *“всякое*

тело продолжает удерживаться в своём состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние” [2]. А как проявляются свойства “абсолютного пространства”, если тело “понуждается приложенными силами изменить это состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения”, т. е. если у тела появляется ускорение? Ньютон и этот вопрос не оставляет без внимания и поясняет эффект проявления свойств “абсолютного пространства” в этом случае на опыте с вращающимся ведром с водой. По этому поводу Эйнштейн заметил: “В динамике Ньютона пространство обладает реальностью - в противоположность геометрии и кинематике” [8].

Ньютон формулирует свои динамические законы не для пустоты, а для того случая, когда частица движется в реальном, физическом “абсолютном пространстве”, или, в современной терминологии, в том физическом поле, которое создаётся всеми материальными объектами окружающего нас мира. Тогда все становится на свои места: во втором законе Ньютона присутствует три материальных объекта - тело, которое является источником силы \vec{F} , движущаяся материальная частица, к которой приложена сила \vec{F} , и физическое поле, в котором движется частица. Далее события развиваются так: от действия силы \vec{F} у частицы появляется ускорение, ускоренно движущаяся частица взаимодействует с полем. Закон этого взаимодействия таков, что появляется приложенная к этой частице сила инерции \vec{I} , которая опосредствованно, через движущуюся материальную частицу, воспринимается как противодействие тому телу, которое является источником силы \vec{F} . И здесь-то возникает два криминальных, с точки зрения искреннего сторонника Ньютона, вопроса.

Вопрос первый: по третьему закону Ньютона сила - понятие парное. Если сила инерции \vec{I} приложена к движущейся с ускорением частице, то где ее сила-двойник и к чему эта сила-двойник приложена?

Вопрос второй: если к ускоренно движущейся материальной частице приложена и сила-действие \vec{F} и сила противодействие \vec{I} , при этом их сумма равна нулю, то как может частица двигаться с ускорением, если приложенная к ней система сил уравновешена, это же противоречит и первому, и второму законам Ньютона? То есть, искренний сторонник Ньютона спрашивает: “Так что же получается, вместо диалектического осмысления законов Ньютона мы пришли к тому, что они нарушаются, ошибочны, не действуют?” Вовсе нет, и не нарушаются, и не ошибочны, и действуют, но действуют диалектически.

Ответ на первый вопрос таков. Понятие силы имеет ограниченную область применения, именно там, где речь идет о механическом взаимодействии тел, т.е. при переходе механической формы движения материи непосредственно в механическую же. Но понятие силы теряет свой смысл, когда речь идет о других, немеханических видах взаимодействия, т.е. при переходе механической формы движения в другие формы движения материи, как это имеет место при взаимодействии тела с полем. Если для выражения действия поля на тело все же в механике (физике) понятие силы применяют (такова, например, электромагнитная сила Лоренца), то обратное не имеет места, бессмысленно говорить о силе, приложенной к полю. При взаимодействии тела и поля сила уже не является универсальной мерой взаимодействия этих двух различных видов материи - вещества и поля. Это взаимодействие можно и нужно рассматривать с позиции законов сохранения уже других мер движения материи, в данном случае – энергии. Поэтому не возникает никаких дискуссий, когда работу сил инерции \vec{I} , выраженную через кинетическую энергию тела, складывают с работой приложенных к нему сил и в результате получают ноль. С учетом этого становится понятным замечание Энгельса к наброску плана работы по диалектике природы: “Механика: точкой отправления для нее была инерция, являющаяся лишь отрицательным выражением неуничтожимости движения” [1].

Теперь разрешим то противоречие, о котором говорится во втором вопросе. Уже сама постановка говорит о том, что задавший вопрос мыслит себе только две возможности, взаимоисключающие друг друга: приложенная к материальной частице система сил или уравновешена, и тогда, в соответствии с первым законом Ньютона, частица покоится либо движется равномерно и прямолинейно, или не уравновешена и тогда эта частица движется ускоренно согласно второму

закону Ньютона, третьего не дано. Но на самом деле реализуется именно этот третий вариант, противоречивый по самой своей сущности отражаемого явления движения - эта система сил одновременно и уравновешена и не уравновешена, ибо *“движение само есть противоречие: уже простое механическое перемещение может осуществиться лишь в силу того, что тело в один и тот же момент времени находится в данном месте и одновременно - в другом, что оно находится в одном и том же месте, и не находится в нем. А постоянной возникновение и одновременно разрешение этого противоречия и есть именно движение”* [3]

Итак, приложенная сила \vec{F} вызывает ускоренное движение частицы, противодействующая сила инерции \vec{I} отрицает это движение (с некоторым опозданием, ввиду конечности скорости распространения любых взаимодействий) равновесием сил, но само это равновесие отрицается, снимается (опять-таки с некоторым запаздыванием) неуравновешенностью и мы приходим к исходному пункту, но на новом уровне, когда у частицы уже другая скорость, отличная от ее значения в предшествующий момент и т.д. – и все это лишь огрубленная схема непрерывного процесса движения, которая может быть понята лишь с позиции диалектики прерывного и непрерывного. В этом процессе движения бессмысленно ставить вопрос о том, какая из сил \vec{F} и \vec{I} является первичной и какая вторичной, т.к., *“с какой стороны мы не подошли бы к рассматриваемому вопросу, различие между первичным и вторичным процессами остается чисто формальным и, как правило, снова снимается в их взаимодействии между собой. Если это забывают, если рассматривают подобные относительные противоположности как нечто абсолютное, то, в конце концов, неизбежно запутываются... в безнадежных противоречиях”* [1]. Например, при движении планет источником и силой действия \vec{F} (тяготение Солнца) и силой противодействия \vec{I} (центробежная сила инерции) является одно и то же физическое (гравитационное) поле и нельзя выделить, какая из этих сил первична и какая вторична. Эта эквивалентность сил тяготения и сил инерции была взята Эйнштейном в качестве исходной посылки его общей теории относительности и привела к теории гравитации, в которой понятия силы тяготения вообще и силы инерции в, частности, полностью исчезают. Поскольку понятие силы, как меры взаимодействия тел, здесь полностью утрачивает свой смысл, то о таком движении говорят как о свободном или естественном движении частицы в поле по геодезической линии и связывают данное состояние с понятием невесомости. Заметим, что это движение по геодезической не есть движение по инерции в смысле Ньютона, т.к. последнее определяется как движение изолированной от всяких взаимодействий частицы.

Итак, подведём общий итог. Три закона Ньютона в совокупности отражают диалектику механического движения материальной частицы в реальном физическом поле. Сама сущность этой формы движения материи, её источник, её мотив, её причина раскрываются как единство и борьба противоположностей во втором законе Ньютона, причем особенно наглядно – записанном в форме $\vec{F} + \vec{I} = 0$, т.е. в форме принципа Даламбера, в форме равновесия, но последнее обстоятельство нас не должно смущать, ибо *“всякое равновесие либо является лишь относительным покоем, либо само представляет собой движение в равновесии, каким, например, является движение планет”* [3].

1. Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Политиздат, 1982. – 400с.
2. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. – М.. Наука, 1989. – 688с.
3. Энгельс Ф. Анти-Дюринг. – М.: Политиздат, 1977. – 484с.
4. Ленин В. И. Полн. собр. Соч., т. 29, с.317.
5. Ишлинский Ф. Ю. Классическая механика и силы инерции. – М.. Наука, 1987. – 320с.
6. Седов Л. И. Об основных моделях в механике. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992 – 152с.
7. Хайкин С. Э. Силы инерции и невесомость. – М.. Наука, 1967. – 312с.
8. Эйнштейн А. Собрание научн. тр. – М.. Наука, 1965. – Т. 2, 878с.