

ТЕОРИЯ ПОЛЯ И ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

УДК 530.12; 530.16, 535.14, 537, 539.17

Олейник В.П.**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДИРАКА:
ФИЗИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ**

*Институт высоких технологий
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
ул. Владимирская, 64, Киев, 01601, Украина
e-mail: valoleinik@gmail.com*

Обсуждаются физические следствия, вытекающие из решения проблемы, сформулированной П.А.М. Дираком более 50 лет назад [1–4]. Решение проблемы Дирака представлено в работах [5–7], в которых показано, что причиной трудностей электродинамики является неполнота механики Ньютона и электродинамики Максвелла. Неполнота теории обусловлена тем, что из поля зрения общепринятого подхода выпал огромный класс движений материальных частиц, которые мы называем криволинейными движениями по инерции (КДИ). В общепринятой формулировке теории на движение частиц накладываются ограничения (запреты), которые не следуют из опытных данных и не согласуются с основными законами развития природы – законами диалектики. Эти ограничения сыграли в физике роль тяжких оков, которые, в значительной мере, и привели физику к нынешнему кризисному состоянию.

КДИ (криволинейные движения по инерции) являются естественным обобщением движений по инерции, определенных принципом инерции Галилея, на случай движений по криволинейным траекториям. Указанные движения выпадают из схемы механики Ньютона вследствие тех ограничений на движение, которые используются в этой схеме. На частицу, движущуюся ускоренно по инерции, действует сила (мы называем ее силой инерции), которая, в отличие от Ньютоновской силы инерции, не зависит от внешней силы, действующей на частицу со стороны окружения. Ввиду того, что ускоренные движения частицы могут быть не только вынужденными движениями, возникающими под действием внешней силы, но и движениями по инерции, сила взаимодействия между частицами не подчиняется закону Кулона. По этой причине уравнения движения электромагнитного поля существенно отличаются от уравнений Максвелла.

Уравнения электромагнитного поля выведены из рассмотрения КДИ классической частицы, без использования гипотезы о существовании электрических зарядов, создающих кулоновское поле. Показано, что классические частицы, движущиеся по криволинейной траектории по инерции, порождают индуцированные электрические и магнитные заряды. Особенность последних состоит в том, что они не локализованы на частице, порождающей электромагнитное поле, а распределены, «размазаны» в той области пространства, в которой происходит движение частицы по инерции.

Вопреки общепринятым представлениям, законы Ньютона, лежащие в основе классической механики, применимы только к макроскопическим телам, которые подчиняются условию, чтобы силовое поле, создаваемое телом, обладало свойствами внешнего поля. Вследствие существования КДИ, отдельные частицы не удовлетворяют этому условию и поэтому их поведение не может описываться законами Ньютона. Так, вопреки второму закону Ньютона, отдельные частицы могут перемещаться ускоренно по инерции в отсутствие внешней силы.

Из результатов работы следует существование качественно новой модели атома, в которой связанное состояние классических частиц обеспечивается не кулоновскими силами, а силами инерции, действующими на частицы в их ускоренном движении по инерции.

Механизм образования связанного состояния двух частиц, обусловленный криволинейным движением частиц по инерции, объясняет явление холодного синтеза ядер (ХСЯ), которое невозможно объяснить в рамках общепринятой теории из-за ее неполноты.

Решение проблемы Дирака на основе КДИ может оказаться переломным моментом в развитии физики. Снятие необоснованных запретов на движение и практическое овладение КДИ даст мощный импульс развитию науки и техники, приведет к построению новой физической картины мира и созданию качественно новых технологий в области энергетики, транспорта, средств связи.

Ключевые слова: проблема Дирака, неполнота механики Ньютона и электродинамики Максвелла, криволинейные движения по инерции, индуцированные электрический и магнитный заряды, качественно новый механизм образования связанного состояния двух частиц, холодный синтез ядер как следствие криволинейного движения по инерции.

Содержание проблемы Дирака видно из высказываний П.А.М. Дирака, одного из создателей квантовой электродинамики (КЭД). Анализируя трудности КЭД, П.А.М. Дирак пишет: «Правильный вывод состоит в том, что основные уравнения неверны. Их нужно очень существенно изменить, с тем, чтобы в теории вообще не возникали бесконечности и чтобы уравнения решались точно, по обычным правилам, без всяких трудностей. Это условие потребует каких-то очень серьезных изменений: небольшие изменения ничего не дадут. « [1]. Согласно Дираку, трудности теории, «ввиду их глубокого характера, могут быть устранены лишь радикальным изменением основ теории, вероятно, столь же радикальным, как и переход от теории борвских орбит к современной квантовой механике» [2] (с.403).

Оценивая успехи КЭД в объяснении лэмбовского сдвига, П.А.М. Дирак отмечает, что совпадение результатов расчета лэмбовского сдвига с данными экспериментов имеет характер случайного совпадения и вовсе не дает основания для благодушия в отношении успехов электродинамики. «И здесь я вновь выражаю несогласие с большинством физиков-теоретиков. Их не беспокоят трудности квантовой электродинамики, но я чувствую, что это благодушие подобно тому, которое физики испытывали в отношении уравнения Клейна-Гордона. Такое благодушие и тормозит дальнейший прогресс» [3]. Как подчеркивается в работе [4], (стр. 7), «общепринятую трактовку квантовой теории поля следует рассматривать в качестве паллиатива без всякого будущего».

Как известно [8], технический прогресс общества определяется в значительной степени уровнем развития электродинамики. Принято считать, что электродинамика является самой совершенной областью теоретической физики, которая полностью завершена, надежно проверена практикой и дает физическую картину мира, адекватную природе. Однако, согласно результатам исследований по космологии, 72% всего вещества космоса составляет темная энергия неизвестной физической природы, а еще 24% - темная материя, невидимая для средств наблюдения [9]. Так что современные физические теории, несмотря на их общепризнанные достоинства, способны объяснить и описать поведение лишь очень малой части Вселенной.

Об истинном положении дел в электродинамике говорит следующий парадоксальный факт. Хотя одним из основных понятий электродинамики является электрический заряд, который, как полагают, создает в окружающем пространстве электрическое поле, подчиняющееся закону Кулона, никто не знает ответа на простейшие вопросы: что такое электрический заряд? какова его физическая природа? как образуется заряд? каков физический механизм порождения зарядом электрического (кулоновского) поля? Стандартная формулировка электродинамики представляет собой, в сущности, лишь математическую схему, которая используется для описания электромагнитных явлений, но оказывается неспособной объяснить их физическое содержание. Очевидно, что, довольствуясь существующими ныне чисто формальными представлениями об электрическом заряде, глубоко укоренившимися в физике, и не вникая в физические механизмы, скрытые за законом Кулона [10], невозможно в принципе устранить трудности электродинамики.

Если ограничиться краткой формулировкой, то цель исследований по проблеме Дирака можно выразить словами: требуется уточнить причины серьезных трудностей электродинамики, найти способ их устранения и построить физическую теорию, свободную от трудностей. Решение проблемы Дирака опубликовано в работах [5-7], в которых показано, что трудности электродинамики имеют глубокие корни. Они обусловлены неполнотой существующих ныне физических представлений в области механики Ньютона и электродинамики Максвелла. Дан-

ная работа посвящена обсуждению физических следствий, вытекающих из решения проблемы Дирака.

Исследования по проблеме Дирака проводились мной, начиная с 1963 г., когда после окончания физ.-мат. факультета Одесского госуниверситета я получил назначение на работу в Киев и приступил к научным исследованиям в области квантовой электродинамики в отделе теоретической физики Института полупроводников АН Украины.

На первом этапе, с 1963 г. по 2001 г., мои исследования базировались на специальной теории относительности (СТО) и на представлении о том, что центральной проблемой теоретической физики является проблема физического вакуума. Общепринятая формулировка КЭД исходит из гипотезы стабильности вакуумного состояния, согласно которой

$$S|0\rangle = c|0\rangle, \quad (1)$$

где S – оператор полной временной эволюции физической системы (электронно-позитронного поля, взаимодействующего с электромагнитным полем), $|0\rangle$ – кет-вектор вакуумного состояния взаимодействующих полей, c – числовой фазовый множитель. Условие (1) выражает требование, чтобы вакуумное состояние, развиваясь из исходного состояния в бесконечно далеком прошлом, возвращалось к исходному состоянию вакуума в бесконечно далеком будущем. Исследование показывает, однако, что вместо условия стабильности вакуума (1) в КЭД выполняется равенство

$$\langle 0|S|0\rangle = 0, \quad (2)$$

где $\langle 0| = |0\rangle^+$, которое означает, что в результате полной временной эволюции взаимодействующих полей исходное вакуумное состояние не только не возвращается к исходному состоянию, как того требует гипотеза (1), а переходит в состояние вакуума, ортогональное к исходному. Это обстоятельство приводит к необходимости внесения радикальных изменений в стандартную КЭД. Перестройка КЭД была выполнена мной в серии статей и опубликована в монографии [11], написанной совместно с моим учеником И. Белоусовым. Свои результаты я направил проф. А. Баруту, поскольку они подтверждали выводы, сделанные А. Барутом в его пионерских работах, посвященных представлению собственной энергии КЭД [12,13]. В ответ я получил личное приглашение А. Барута выступить с докладом на международной конференции, посвященной столетию со времени открытия электрона. Доклад был мною прочитан и опубликован в сборнике трудов конференции [14].

Новый результат, содержащийся в работах [11,14-17], состоит в том, что в них учтено самодействие электрона – обратное влияние на электрон кулоновского поля, создаваемого электроном. Построена последовательная квантовая модель электрона и получено фундаментальное уравнение, управляющее поведением самодействующего электрона в произвольном электромагнитном поле. Хотя по внешней форме это уравнение и совпадает с обычным уравнением Дирака для электрона во внешнем поле, оно качественно отличается от уравнения Дирака, поскольку учитывает самодействие электрона и потому является нелинейным и нелокальным уравнением. Исследованы решения фундаментального уравнения, из которых видно, что электрон является солитоном, а атом водорода — совокупностью взаимодействующих между собой электронного и ядерного солитонов [14].

В упомянутой выше модели электрона физический механизм самоорганизации обусловлен электрическим зарядом и связан с кулоновским полем. Электрон, обладая электрическим зарядом, порождает в окружающем пространстве дальнедействующее кулоновское поле. Обратное действие этого поля на электрон и превращает частицу в открытую самоорганизующуюся систему, способную управлять своим поведением. Недостаток рассмотренной модели состоит в том, что она имеет феноменологический характер, поскольку в ней используется кулоновский закон, который не является фундаментальным физическим законом. Следовательно, механизм самоорганизации, рассмотренный в [14–17], является грубым, приближенным.

Проведенные нами исследования по проблеме электрона [11, 14–17] навели на мысль, что для устранения трудностей электродинамики необходимо рассмотреть более глубоко и детально физический механизм самоорганизации электрона, не используя феноменологический подход. С этой целью нужно обратиться к центральной проблеме физики – проблеме движения,

проанализировав те ограничения (запреты) на движение материальных объектов, которые используются при описании движения в общепринятом подходе.

Второй этап исследований по проблеме Дирака посвящен изучению неполноты физической теории, обусловленной принятыми в механике и электродинамике ограничениями на движение частиц и полей. Эффективный метод устранения неполноты физической теории состоит в том, что выявляются ограничения (запреты) на движение, используемые в общепринятом подходе, и исключаются те из них, которые не согласуются с опытными данными и с основными законами развития материи – законами диалектики. Указанный метод позволил открыть [18,19] качественно новый вид движения классических частиц по инерции – криволинейные движения по инерции (КДИ) и показать, что **гравитация и электромагнетизм являются не различными видами физических взаимодействий, а прямым следствием механики, дополненной КДИ.**

Среди движений материальных тел особое место в физике занимает движение тела по инерции. В основе классической механики лежит принцип инерции Галилея, согласно которому всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока действие на него силы не выведет его из этого состояния. Систему отсчета, в которой выполняется принцип инерции, принято называть инерциальной системой отсчета (ИСО). Из принципа инерции Галилея следует важный вывод: существуют движения материального тела, которые происходят в отсутствие внешних сил, т.е. сил, действующих на тело со стороны соседних тел. Движение тела, подчиняющееся принципу инерции Галилея, называют движением по инерции. В силу принципа инерции, к числу таких движений относится равномерное прямолинейное движение в ИСО. Далее для краткости этот вид движения мы называем поступательной инерцией.

Покажем, как понятие движения тела по инерции по Галилею можно обобщить на случай ускоренных движений [18,19]. Рассмотрим движение точечной частицы массой m по траектории, описываемой радиус-вектором $\vec{r} = \vec{r}(t)$, в некоторой ИСО K в отсутствие внешней силы. По кинематическому определению силы, принятому в механике [20], на частицу действует сила,

$$\vec{F} = d\vec{p} / dt, \quad (3)$$

$\vec{p} = m\vec{v}$, $\vec{v} = \dot{\vec{r}}$, \vec{p} – импульс частицы. Потребуем, чтобы сила \vec{F} (3) была отличной от нуля, а работа $dA = \vec{F}d\vec{r}$, производимая силой над частицей на каждом участке $d\vec{r} = \dot{\vec{r}}dt$ траектории движения, обращалась в нуль:

$$dA = \vec{F}d\vec{r} = \vec{F}\dot{\vec{r}}dt = 0, \quad \vec{F} \neq 0. \quad (4)$$

Условие (4) дает: $\vec{v}d(m\vec{v}) = v d(mv) = 0$, где $v = |\vec{v}|$. Отсюда получаем: $mv \equiv p_0 = const$. Из последнего равенства вытекают следующие соотношения, определяющие массу частицы и производную массы по времени:

$$m = p_0 / v, \quad \dot{m} = -m\dot{v} / v. \quad (5)$$

В простейшем случае, когда масса частицы не изменяется со временем и движение происходит в плоскости $x\phi$ декартовой системы координат, можно использовать полярные координаты r, ϕ , связанные с этой плоскостью, и записать радиус-вектор частицы в виде: $\vec{r} = r\vec{e}_r$, $r = |\vec{r}|$, $\vec{e}_r = (\cos \phi, \sin \phi)$. Если принять для простоты, что $r = const$, $\dot{\phi} \equiv \omega = const$, то векторы скорости, ускорения и силы, действующей на частицу, принимают вид:

$$\vec{v} = r\omega\vec{e}_\phi, \quad \vec{e}_\phi = (-\sin \phi, \cos \phi), \quad \vec{a} = -\omega^2\vec{r}, \quad \vec{F} = -m\omega^2\vec{r} = m\vec{a}. \quad (6)$$

В рассматриваемом примере сохраняются следующие величины: $|\vec{v}|$, m , $|\vec{p}|$, $T = m\vec{v}^2/2$ и $F \equiv |\vec{F}|$. Согласно (5) и (6), частица массой $m = p_0 / v$ движется с ускорением \vec{a} по окружности радиуса r , на частицу действует сила \vec{F} , которая не является внешней (вынуждающей) силой ввиду отсутствия окружающих частиц, которые могли бы повлиять на движение рассматриваемой частицы. Здесь сила \vec{F} выступает не причиной ускоренного движения частицы, а следствием того, что частица перемещается по криволинейной траектории. **Мы получили,**

таким образом, **ускоренное движение частицы, которое аналогично равномерному и прямолинейному движению свободной частицы.** Это движение отличается от движения по инерции, отвечающего принципу инерции Галилея, тем, что частица перемещается по криволинейному пути, вследствие чего и возникает действующая на частицу сила (3). Рассмотренное выше движение является простейшим примером движения по инерции, которое имеет место при перемещении частицы по криволинейной траектории в отсутствие внешней силы.

Как видно из приведенного примера, частица может перемещаться с ускорением в отсутствие действующей на нее внешней (вынуждающей) силы. Согласно (3), в пределе $\vec{F} \rightarrow 0$ получаем: $\vec{p} = m\vec{v} = const$. Следовательно, в указанном пределе, при выполнении условия $v = const$, движение частицы переходит в равномерное и прямолинейное движение с постоянной массой $m = p_0 / v$, т.е. переходит в поступательное движение по инерции. Мы пришли, таким образом, к **движению частицы, которое происходит в отсутствие внешней силы и представляет собой очевидное обобщение движения по инерции по Галилею на случай ускоренного движения.** Частица движется свободно, без принуждения со стороны внешних сил и не расходуя энергии на совершение работы. Движение точечной частицы, удовлетворяющее условию (4), в котором сила \vec{F} определяется равенством (3), будем называть в дальнейшем **криволинейным (ускоренным) движением по инерции (КДИ).** Следует подчеркнуть, что если частица совершает КДИ, то действующая на нее сила \vec{F} (3) является не причиной, а следствием ускоренного движения: она не вызывает ускоренное движение частицы, а лишь сопутствует частице, движущейся с ускорением. Поскольку сила \vec{F} (3), подчиняющаяся условию (4), является силой, действующей на частицу, которая находится в состоянии КДИ, ее естественно назвать **силой инерции.** Определенная указанным образом сила инерции качественно отличается от Ньютоновской силы инерции [21, 22]. Последняя описывает обратную реакцию тела, подвергнутого действию внешних сил, т.е. действию сил со стороны окружения. Рассматриваемая же нами сила инерции не имеет отношения к внешним силам и определяется только параметрами, характеризующими поведение самой частицы. Согласно последней из формул (6), ускорение частицы определяется действующей на частицу силой инерции и массой частицы: $\vec{a} = \vec{F} / m$.

Классическая частица, движущаяся по инерции по криволинейной траектории, представляет собой нелокальную систему, которую мы называем вихрем. В рассмотренном выше примере вихрь состоит из частицы, движущейся по траектории, центра кривизны траектории, который мы называем центром вихря, и силового шнура, соединяющего центр вихря с частицей и проходящего вдоль радиус-вектора \vec{r} . Вихрь аналогичен электрическому диполю, его поведение можно описать в терминах механического дипольного момента \vec{d} , $\vec{d} = m\vec{r}$. Так, силу инерции (3), действующую на частицу, можно выразить через дипольный момент: $\vec{F} = \dot{\vec{d}}$ при $m = const$. Появление силы инерции обусловлено, очевидно, процессами, происходящими внутри вихря во время движения частицы по криволинейной траектории. В приведенном выше примере сила инерции возникает вследствие равномерного вращения частицы по окружности.

В связи с полученными результатами возникают вопросы: что является причиной ускорения частицы в криволинейном движении по инерции? может ли такое движение реализоваться в природе?

Ответы на эти вопросы подсказывает высказывание Р. Декарта: «Дайте мне материю и движение – и я создам Вселенную». Слова Р. Декарта напоминают нам, что в окружающем нас мире нет ничего, кроме движущейся материи. Понятия материя и движение относятся к числу первичных, коренных, основополагающих понятий. Материя – это первичная сущность, а движение – атрибут материи, т.е. неотъемлемое свойство материи, присущее ей по самой природе вещей. Очевидно, что движение материи относится к числу первичных понятий независимо от формы движения, т.е. независимо от того, является ли оно прямолинейным или криволинейным. Поэтому не может существовать каких-либо ограничений на движение материи, не вытекающих из общих законов развития материи. Движение материального тела может происходить в отсутствие каких-либо внешних сил. Примером такого рода движения служит движение тела по инерции по Галилею. **Криволинейные движения по инерции относятся к этой же**

разновидности движений – для их возникновения не требуется каких-либо внешних сил. Причиной КДИ являются физические особенности строения самой системы и внутренние процессы, происходящие в ней. Что касается второго вопроса, то ответ на него состоит в том, что КДИ встречаются в природе на каждом шагу, поскольку обеспечивают, вследствие условия (4), самые устойчивые состояния физических систем.

Чтобы уточнить физический смысл полученных результатов и раскрыть физическую природу явления криволинейного движения по инерции, обратимся ко второму закону Ньютона (для простоты полагаем, что $m = const$):

$$m\vec{a} = \vec{F}, \tag{7}$$

где m и \vec{a} - масса и ускорение тела, \vec{F} - действующая на тело сила, т.е. внешняя сила, действующая на тело со стороны его окружения (обозначим внешнюю силу через \vec{F}_{ext}). Равенство (7) занимает в механике Ньютона особое место. Оно выражает собой динамический принцип механики, согласно которому тело может двигаться ускоренно только в случае, если на тело действует внешняя сила. Сила \vec{F} является, таким образом, причиной ускоренного движения тела, т.е. ускоренное движение, определяемое формулой (7), является вынужденным.

В природе возможны, таким образом, как движения частиц, в которых действующая на частицу сила выступает в качестве внешней силы и служит причиной ускорения, так и движения, в которых сила порождается ускорением, т.е. имеет чисто кинематическое происхождение. Следовательно, произвольное ускоренное движение D тела (частицы) может быть представлено в виде суперпозиции ускоренного движения по инерции $D_{инерц}$, происходящего без каких-либо энергетических затрат, и вынужденного движения $D_{вынужд}$, происходящего под действием внешней силы, совершающей работу по перемещению частицы [23]: $D = c_1 D_{инерц} + c_2 D_{вынужд}$, где c_1 и c_2 - произвольные коэффициенты, $c_1 + c_2 = 1$. Если на числовой оси откладывать движения D , то ньютоновской схеме механики отвечает единственная точка числовой оси $D = D_{вынужд}$ ($c_1 = 0, c_2 = 1$). Значит, из несчетного множества движений, отвечающих области $0 \leq c_1 \leq 1$, при фиксированных движениях $D_{инерц}$ и $D_{вынужд}$, в механике Ньютона учитывается единственное движение с $c_1 = 0$. **Вне поля зрения механики Ньютона лежит, таким образом, континуум движений – такова степень неполноты Ньютоновской схемы механики как метода исследования природы.**

Как видим, существует два типа ускоренных движений частиц – вынужденные ускоренные движения и ускоренные движения по инерции. Вынужденные ускоренные движения возникают при действии на частицу вынуждающей силы, которая выступает как **причина ускорения частицы**. Характерная особенность ускоренных движений по инерции состоит в том, что сила, действующая на частицу, движущуюся ускоренно по инерции, является **не причиной, а следствием ускорения**. Значит, указанные выше разновидности ускоренных движений представляют собой диалектически противоположные составляющие ускоренных движений. Очевидно, что при построении физической теории явлений и процессов, происходящих в природе, необходимо учитывать обе составляющие движений на равных основаниях. В силу законов диалектики, из факта существования вынужденных ускоренных движений с необходимостью следует, что должны существовать и диалектически противоположные составляющие движений – ускоренные движения по инерции. Наличие в природе ускоренных движений материальных тел по инерции является, таким образом, следствием законов диалектики. **Пренебрежение одной из указанных выше составляющих ускоренных движений может привести к физической теории, не адекватной природе.**

Рассматриваемые здесь разновидности движений по инерции объединяют следующие общие свойства – каждое из них совершается в отсутствие внешних сил и в каждом из них над частицей не производится работа. Значит, в общем случае **движение частицы по инерции можно определить как такое движение, которое происходит в отсутствие внешней силы и в котором работа над частицей не совершается**. Отметим принципиальное различие, имею-

щееся между поступательным и криволинейным движениями частицы по инерции: в первом случае частица является замкнутой системой, а во втором – открытой.

Согласно укоренившимся представлениям, уравнение движения (7) является обобщением опытных фактов. Считается экспериментально доказанным, что тело может перемещаться ускоренно лишь при условии, что оно подвергается действию внешней силы. Опытные данные относятся, однако, лишь к макроскопическим телам, причем таким телам, которые удовлетворяют следующему условию. Требуется, чтобы порождаемое макроскопическим телом силовое поле обладало свойствами заданного внешнего поля, т.е. чтобы искажения исследуемого поля при внесении в него небольшого пробного тела были пренебрежимо малыми по сравнению с исходным полем. Если это условие выполняется, поле, создаваемое телом, можно измерить: используя в качестве измерительного прибора небольшое пробное тело, можно определить, в каком состоянии находится исследуемое тело. Очевидно, что указанное условие не может быть выполнено, если измерению подвергается отдельная частица, поскольку взаимодействие измерительного прибора с отдельной частицей нельзя сделать пренебрежимо малым по сравнению с действием на частицу сил инерции. Последние характеризуются тем, что они могут иметь произвольную величину и их невозможно исключить из рассмотрения, т.к. они описывают криволинейные движения по инерции, которые не зависят от внешних полей и являются диалектическими противоположностями по отношению к вынужденным ускоренным движениям. Опытных подтверждений закона движения (7) в отношении отдельных частиц не существует. Следовательно, его применение к отдельным частицам не обосновано и недопустимо.

В механике и электродинамике уравнение движения (7) применяется к описанию поведения отдельных частиц. Под силой \vec{F} в уравнении (7) понимается сила, действующая на рассматриваемую частицу со стороны соседних частиц. Но силовое поле, создаваемое отдельной частицей при ее движении, нельзя рассматривать лишь как результат действия соседних частиц, поскольку поле отдельной частицы существенно зависит от действующей на частицу силы инерции, т.е. зависит от состояния КДИ, в котором находится частица. Следовательно, хотя уравнение (7) и согласуется с опытом в отношении макроскопических тел, подчиняющихся указанному выше условию, нет оснований утверждать, что оно остается справедливым при описании взаимодействия между отдельными частицами.

Как видим, динамический принцип (7) в механике Ньютона, примененный к движению отдельных частиц, отнюдь не является «очевидным» выражением опытных фактов, поскольку последние относятся только к макроскопическим телам и заведомо не отражают особенности взаимодействия между отдельными частицами. Реальное взаимодействие между отдельными частицами характеризуется тем, что при движении по криволинейному пути частицы подвергаются действию сил инерции, помимо действия со стороны соседних частиц. Рассматривая действующие на частицы силы как внешние, мы тем самым исключаем из рассмотрения силы инерции, возникающие из-за движения частиц по криволинейным траекториям, что может существенно исказить реальную картину движения.

Аналогично обстоит дело с третьим законом Ньютона и с законом всемирного тяготения, а также и с законом Кулона, описывающим взаимодействие между электрически заряженными телами. Опытные данные относятся только к макроскопическим телам, подчиняющимся указанному выше условию. Из-за действия на отдельные частицы сил инерции взаимодействие между частицами может существенно отличаться от взаимодействия, описываемого законом Кулона [7]. Принято считать, что каждая частица, обладающая массой (электрическим зарядом) создает в окружающем пространстве силовое поле, которое можно рассматривать как внешнее поле по отношению к соседним частицам, приписав им массы (электрические заряды). Но в таком подходе выпадают из поля зрения силы инерции, влияние которых на движение частиц может быть определяющим.

В условиях, когда опытные данные не касаются движения отдельных частиц, а движение частиц относится к числу первичных понятий, единственным ограничением, налагаемым на движение материальных объектов, может быть требование, чтобы движение подчинялось основным законам развития природы – законам диалектики. В механике Ньютона ограничения на движение частиц рассматриваются как очевидные истины, правильность которых не может подвергаться сомнению. Однако эти ограничения не вытекают ни из опытных данных, ни из

законов диалектики и имеют характер произвольных допущений, которые, по-видимому, никогда серьезно не анализировались. Они, таким образом, не обоснованы; их использование при описании физических явлений и процессов не оправдано и может привести к искаженной физической картине мира.

На основании изложенного можно заключить, что Ньютоновская схема механики существенно не полна, она требует расширения и обобщения. В схеме механики нужно, очевидно, учесть те движения, которые выпадают из поля зрения, если потребовать, чтобы масса частицы была постоянной и чтобы ускоренные движения частицы были только вынужденными. Такими движениями и являются криволинейные движения по инерции.

Как отмечалось выше, криволинейное движение по инерции (КДИ) частицы – это такое движение частицы, которое реализуется, подобно движению по инерции по Галилею, в отсутствие каких-либо внешних причин. Это фундаментальное свойство материи, присущее ей по самой природе вещей. Оно совершается вследствие внутренних процессов, происходящих внутри материального объекта, и зависит от особенностей его строения. Отметим, что точечная частица, совершающая криволинейное движение по инерции, является нелокальной системой, линейный размер основной области локализации которой порядка длины силового шнура вихря. Характерная особенность рассматриваемого движения состоит в том, что окружающее пространство наделяется физическими свойствами – оно становится неоднородным и неизотропным.

При ускоренном движении частицы по инерции в окружающем пространстве генерируется поле силы инерции (3), которое непрерывно изменяется со временем как по величине, так и по направлению. В результате окружение частицы превращается в особую физическую среду, которую естественно назвать средой, **индуцируемой** посредством **криволинейной инерции (ИКИ)**, или кратко **ИКИ-средой**. Если масса частицы изменяется со временем, сохраняется сумма кинетической энергии T частицы и энергии T' ИКИ-среды, порождаемой частицей: $T + T' = const$, $dT' = dm\bar{v}^2 / 2$. Этот закон сохранения напоминает закон сохранения полной механической энергии частицы: $T + U = const$, где величина U – потенциальная энергия частицы, движущейся во внешнем силовом поле. Приведенные законы сохранения относятся к качественно различным физическим явлениям: первый описывает ускоренное движение частицы по инерции, а второй — вынужденное движение частицы под действием внешней консервативной силы.

Криволинейное движение частицы по инерции сопровождается непрерывным преобразованием массы частицы (т.е. вещества частицы) в ИКИ-среду и обратным преобразованием. Порождаемая частицей ИКИ-среда содержит две компоненты — непрерывную, имеющую классический характер, и дискретную (квантовую), состоящую из элементарных возбуждений (квантов). В работе [24] получен энергетический спектр элементарных возбуждений ИКИ-среды. Частица непрерывно взаимодействует с ИКИ-средой, обмениваясь с ней энергией и импульсом. Масса частицы выступает в качестве меры интенсивности этого взаимодействия. Взаимодействие частицы с ИКИ-средой может привести к образованию связанных состояний частицы и квантов ИКИ-среды. Эти состояния аналогичны возбужденным состояниям квантовой частицы, рассматриваемым в стандартной квантовой механике. В спектре энергии элементарных возбуждений ИКИ-среды имеется критическая точка, отвечающая полному превращению классической частицы в ИКИ-среду, т.е. дематериализации вещества частицы. Отметим, что процессы материализации ИКИ-среды и дематериализации вещества представляют собой естественные аналоги и обобщения в область механики известных из квантовой электродинамики процессов аннигиляции пар частица-античастица с образованием фотонов и обратных процессов – процессов рождения пар частица-античастица электромагнитными квантами.

Построено и исследовано состояние колебательного движения по инерции классической частицы. Находясь в этом состоянии движения, **частица характеризуется наличием дефекта массы и выступает в качестве эффективного преобразователя энергии**, который перекачивает энергию из обычного вещества в ИКИ-среду и в обратном направлении.

Согласно полученным результатам, основной структурный элемент материи, способный совершать КДИ (мы называем его вихрем), качественно отличается от структурного элемента материи, рассматриваемого в Ньютоновской схеме механики. Вихрь представляет собой от-

крытую, самоорганизующуюся систему, в которую превращается классическая точечная частица, если устранить ограничения, накладываемые на движение частиц в механике Ньютона.

Ключ к решению проблемы Дирака дает анализ неполноты механики Ньютона и электродинамики Максвелла. Неполнота механики заключается в том, что из поля зрения механики выпадает огромный класс движений – криволинейные (ускоренные) движения по инерции [18,19]. Неполнота же электродинамики обусловлена, в частности, тем, что электродинамика основана на кулоновском законе взаимодействия между электрическими зарядами, который имеет феноменологический характер и описывает весьма частный случай взаимодействия между частицами, когда не учитываются действующие на частицы силы инерции. Согласно результатам исследований [7, 25-27], вид закона действия силы между классическими частицами определяется многими факторами. Он существенно зависит от состояния относительного движения частиц, от состояния движения центра масс двухчастичной системы, а также от процессов перекачки энергии из одних степеней свободы системы в другие.

В существующем ныне подходе к исследованиям по теоретической физике серьезная ошибка совершается уже на начальном этапе – при формулировке задачи (цели) исследования. В качестве главной задачи принимается разработка формальной, математической схемы описания изучаемых явлений и процессов. Физик стремится описать рассматриваемую систему таким образом, чтобы получить числа, совпадающие с опытными данными, не заботясь о физическом содержании элементов схемы и о том, согласуется ли она с основными законами природы – законами диалектики. На следующем этапе предлагается физическая интерпретация полученной схемы. Считается само собой разумеющимся, что физическая интерпретация основных элементов схемы определяет физическую сущность исследуемого явления и физические механизмы протекающих в нем процессов. В таком подходе велика опасность подмены физического содержания исследуемого явления его внешней формой, которая, будучи облаченной в формальную схему, создает иллюзию глубокого внутреннего содержания. Имеющиеся ныне трудности физики как раз и обусловлены такого рода подменой, в результате которой физическая сущность исследуемого явления оказывается скрытой за формальной схемой. Примеры из механики и электродинамики показывают, что если разрабатываемая теоретическая схема основана на ограничениях, не согласующихся с основными законами развития природы, то физическая интерпретация элементов схемы может дать искаженное представление об истинном физическом содержании явлений и процессов.

Главной целью исследований в области физики является объяснение физической сущности изучаемых явлений и процессов и раскрытие физических механизмов, лежащих в их основе. Этой цели можно достичь лишь при условии, что неполнота физической теории исключается уже на начальном этапе исследований, когда определяются исходные физические понятия и раскрывается их физическое содержание в согласии с законами диалектики.

Перечислим основные результаты, полученные в работе.

Рассмотрены криволинейные движения по инерции (КДИ) классической точечной частицы как естественное обобщение движений частицы по инерции по Галилею на случай движений частиц с ускорением. Показано, что основной структурный элемент материи, способный совершать КДИ (мы называем его вихрем), качественно отличается от структурного элемента материи, рассматриваемого в Ньютонской схеме механики. Вихрь представляет собой открытую, самоорганизующуюся систему, в которую превращается классическая точечная частица, если устранить ограничения, накладываемые на движение частиц в механике Ньютона.

Существование феномена КДИ указывает на то, что физическая теория должна быть радикально изменена, как на этом и настаивал Дирак. Действительно, согласно второму закону Ньютона, ускоренное движение частицы может быть вызвано лишь действием на частицу внешней силы \vec{F}_{ext} , причем ускорение частицы должно быть пропорционально внешней силе ($\vec{a} \sim \vec{F}_{ext}$). Оказывается, однако, что КДИ сопровождаются возникновением действующей на частицу силы инерции, которая, вопреки второму закону Ньютона, не зависит от внешней силы и определяется поведением самой частицы. Следовательно, второй закон Ньютона не полон: он не описывает КДИ. Для устранения неполноты существующих ныне физических представле-

ний необходимо учесть КДИ. Это требует внести существенные изменения в уравнения движения частиц и электромагнитного поля.

Обсуждаются особенности полученных в работе модифицированных уравнений электромагнитного поля, порождаемого точечным электрическим зарядом. Указанные уравнения учитывают действие на исследуемое поле пробной частицы, моделирующей простейший измерительный прибор, служащий для проведения процедуры измерения поля. Эти уравнения свидетельствуют о том, что могут существовать физические эффекты, выпавшие из поля зрения стандартной формулировки электродинамики.

Показано, что электромагнитное поле можно получить из рассмотрения криволинейного движения классической частицы по инерции, без использования гипотезы о существовании электрических зарядов, способных порождать кулоновское поле. При указанном движении индуцируются как электрический, так и магнитный заряды частицы. Особенность индуцированных зарядов состоит в том, что они не локализованы на частице, порождающей электромагнитное поле, а распределены, «размазаны» в той области пространства, в которой происходит движение частицы по инерции. Наличие индуцированного магнитного заряда означает, что магнитное поле, порожденное движущейся частицей, помимо обычной, вихревой компоненты, содержит необычную, скалярную (потенциальную) компоненту.

Показано, что масса классической частицы, движущейся ускоренно по инерции, не является постоянной величиной, изменяясь при переходе из одной инерциальной системы отсчета (ИСО) в другую. Величина массы зависит от скорости движения частицы и от скорости относительного движения систем отсчета. Появление указанной зависимости массы означает физическое неравноправие ИСО, движущихся друг относительно друга. Физической причиной неэквивалентности движущихся друг относительно друга ИСО является ИКИ-среда, генерируемая частицей при ее движении по криволинейной траектории. Физические свойства этой среды существенно изменяются при переходе из одной ИСО в другую. По-видимому, один из главных недостатков СТО как физической теории состоит в том, что в ней не учитываются криволинейные движения по инерции и силы инерции, действующие на частицу при ее движении по криволинейному пути.

Получены уравнения электромагнитного поля, порождаемого системой двух частиц, движущихся ускоренно по инерции. Классические частицы, совершающие указанное движение, порождают индуцированные электрические и магнитные заряды. Индуцированный электрический заряд существенно отличается от электрического заряда, рассматриваемого в общепринятой формулировке электродинамики как неизменное внутреннее свойство классической частицы, присущее ей по самой природе вещей.

Построена качественно новая модель атома, в которой связанное состояние классических частиц обеспечивается не кулоновскими силами, а силами инерции, действующими на частицы в их ускоренном движении по инерции. В этой модели расщепление связанного состояния двух частиц происходит не в результате просачивания одной из частиц сквозь кулоновский потенциальный барьер, образуемый другой частицей, а путем перераспределения энергии системы между ее вращательными и поступательными степенями свободы и поэтому может происходить без энергетических затрат.

Механизм образования связанного состояния двух частиц, обусловленный криволинейным движением частиц по инерции, объясняет явление холодного синтеза ядер (ХСЯ), которое невозможно объяснить в рамках общепринятой теории из-за ее неполноты. Для осуществления синтеза ядер нет нужды преодолевать кулоновский барьер, который в действительности не существует; нужно лишь найти способ так перераспределить энергию между поступательными и вращательными степенями свободы ядер, чтобы КДИ ядер привело к их связанному состоянию.

Л и т е р а т у р а :

1. Дирак П.А.М. Собрание научных трудов. Т.IV. Гравитация и космология. Воспоминания и размышления (лекции, научные статьи 1937-1984 гг.). / Под общ. ред. А.Д. Суханова. – М.: Физматлит, 2005. – С. 197. [Dirac P.A.M. Directions in Physics: Lectures Delivered During a Visit to Australia and New Zealand, August/September 1975. Edited by H. Hora and J.R. Shepanski. – N.-Y.: John Wiley & Sons, 1978].
2. Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. – М.: Наука, 1979.

3. Dirac P.A.M. The relativistic electron wave equation. – Tallahassee: Florida State University, 1977.
4. Дирак П.А.М. Лекции по квантовой теории поля. – М.: Мир, 1971.
5. Олейник В.П. Проблема Дирака. Обобщение уравнений Максвелла для электромагнитного поля. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 14. – 2014. – №3 – С. 5–17; К основам физического взаимодействия. Материалы IX Международной научно-практической конференции Международной академии биоэнерготехнологий «Грани познания: пространственно-временная субстанция живых волн», 7-8 сентября 2015 г. – Днепропетровск, 2015. – С. 52–56.
6. Олейник В.П. Проблема Дирака, часть 2. Электромагнитное взаимодействие как прямое следствие законов механики. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 14. – 2014 – №4. – С. 5–23; К основам физического взаимодействия. Материалы IX Международной научно-практической конференции Международной академии биоэнерготехнологий «Грани познания: пространственно-временная субстанция живых волн», 7-8 сентября 2015 г. – Днепропетровск, 2015, С. 57–63.
7. Олейник В.П. Проблема Дирака, часть 3. Электромагнитное поле и криволинейное движение по инерции. Приложение к модели атома и холодному синтезу ядер. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т.15. – 2015. – №1 – С. 32–61; К основам физического взаимодействия. Материалы IX Международной научно-практической конференции Международной академии биоэнерготехнологий «Грани познания: пространственно-временная субстанция живых волн», 7-8 сентября 2015 г. – Днепропетровск, 2015. – С. 64–72.
8. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т 5. Электричество и магнетизм. – М.: Мир, 1966.
9. Smolin L. The Trouble With Physics: The Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next. – Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2006.
10. Фейнман Р. Характер физических законов. – М.: Наука, 1987. – С. 33–34.
11. Oleinik V.P., Belousov I.V. Problems of quantum electrodynamics of vacuum, dispersive media and intense fields. – Shtiintsa, Kishinev, 1983.
12. Barut A.O., Kraus J. Nonperturbative QED: the Lamb shift. // Found. of physics. – 1983. – Vol. 13. – P. 189.
13. Barut A.O. QED based on self-energy. // Physica Scripta. – 1988. – Vol. 21. – P. 18.
14. Oleinik V.P. Quantum theory of self-organizing electrically charged particles. Soliton model of the electron. // Proceedings of the NATO-ASI «Electron theory and quantum electrodynamics. 100 years later». – N.-Y.: Plenum Press, 1997. – P. 261–278.
15. Oleinik V.P. Nonlinear quantum dynamical equation for the self-acting electron. // Journal of Nonlinear Mathematical Physics. – Vol. 4. – 1997. – No. 1–2. – P. 180–189.
16. Oleinik V.P. Quantum equation for the self-organizing electron. // Photon and Poincare group. – N.-Y.: Nova Science Publishers, Inc., 1999. – P. 188–200.
17. Oleinik V.P. The Problem of Electron and Superluminal Signals. (Contemporary Fundamental Physics). – Huntington, N.-Y.: Nova Science Publishers, Inc., 2001. – 229 p.
18. Олейник В.П., Прокофьев В.П. Вращательная инерция и ее физические следствия. Что такое гравитация? // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 8. – 2008. – №2(30). – С. 23–56.
19. Олейник В.П. Новый подход к проблеме движения: ускоренные движения по инерции. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 9. – 2009. – №3(35). – С. 24–56.
20. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т 1. Современная наука о природе. Законы механики. – М.: Мир, 1967.
21. Ньютон И. Математические начала натуральной философии. – М.: Наука, 1989.
22. Хайкин С.Э. Силы инерции и невесомость. – М.: Наука, 1967.
23. Олейник В. П., Третьяк О.В. Проблема инерции и антигравитация. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 11. – 2011. – №1(41). – С. 24–52.
24. Олейник В.П. О физической сущности явления криволинейного движения по инерции. Классическая частица как открытая самоорганизующаяся система. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 13. – 2013. – №2(50). – С. 13–46.
25. Oleinik V.P. Motions by inertia and the Coulomb field. // Odessa astronomical publications. – Vol. 25. – 2012. – Issue 2. – P. 133.
26. Олейник В.П. Криволинейные движения по инерции и закон Кулона. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 12. – 2012. – №3(47). – С. 34–39.
27. Олейник В.П. Закон всемирного тяготения и криволинейное движение по инерции. О физической природе силы, регистрируемой в опыте Кавендиша. // Физика сознания и жизни, космология и астрофизика. – Т. 13. – 2013. – №4(52). – С. 11–32.

Статья поступила в редакцию ???.2014 г.

Oleinik V.P.

Solution to the Dirac problem: the physical consequences

Physical consequences of the solution to the problem, formulated by P.A.M.Dirac more than 50 years ago [1-4], are discussed. According to our results on the Dirac problem, presented in [5-7], the reason for the difficulties of electrodynamics is the incompleteness of Newtonian mechanics and Maxwell's electrodynamics. Incompleteness of the theory derives from the fact that a huge class of motions of material particles, which we call the curvilinear motions by inertia (CMI), dropped out of the field of view of the conventional approach. In the conventional formulation of the theory, some restrictions (bans) are imposed on the motions of particles, which are not consistent with the basic laws of nature - the laws of dialectics and do not follow from experimental data. These restrictions have played in physics a role of heavy chains that have led physics, to a great extent, to the current crisis.

The CMI (curvilinear motions by inertia) are natural generalizations of the inertial motions, defined by the Galilee inertia principle, to the case of motions along curved paths. These motions fell out of the field of view of Newtonian scheme of mechanics because of motion restrictions used in the scheme. On the particle, moving by inertia with acceleration, a force acts (we call it the inertia force) which in contrast to the Newtonian inertial force does not depend on the external force acting on particle on the part of its environment. Because the accelerated motions of particles can be not only the forced motions caused by an external force but also the inertial motions, the interaction force between the particles does not obey the Coulomb law. For this reason, the equations of motion of electromagnetic field significantly differ from the Maxwell equations.

On the basis of the CMI of classical particle and without using the hypothesis of the existence of electrical charges that create the Coulomb field, the electromagnetic field equations are obtained. Classical particles moving along a curved path by inertia are shown to generate the induced electric and magnetic charges. Their peculiarity consists in that they are not localized on the particle generating electromagnetic field, but are distributed, «smeared» in the region of space in which the particle moves with acceleration by inertia.

Contrary to generally accepted ideas, the laws of Newton underlying the classical mechanics are applicable only to macroscopic bodies, which are subject to the condition that the force field generated by body has the properties of an external field. Due to the existence of the CMI, the individual particles do not satisfy this condition. For this reason, their behavior can not be described by the Newton laws. In particular, contrary to the second Newton's law, the individual particles can move by inertia with acceleration in the absence of external force.

It follows from the results obtained that there exists a qualitatively new model of atom in which the bound state of classical particles is ensured by inertial forces acting on the particles moving by inertia with acceleration rather than by the Coulomb forces.

The mechanism of formation of bound state of two particles due to the curvilinear motion of particles by inertia explains the phenomenon of cold nuclear fusion (CNF), which can not be explained within the framework of standard theory because of its incompleteness.

Solution of the Dirac problem based on the CMI can be a turning point in the development of physics. Removing unjustified restrictions on the motion and practical mastering the CMI will give a powerful impetus to the development of science and technology, leading to the construction of a new physical picture of the world and the creation of qualitatively new technologies in the field of energy, transport, communications.

Key words: the Dirac problem, incompleteness of Newtonian mechanics and Maxwell's electrodynamics, curvilinear motions by inertia, induced electric and magnetic charges, a qualitatively new mechanism for the bound state formation of two particles, cold nuclear fusion as a consequence of curvilinear motions by inertia.