

# РАЗДЕЛ 3. ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ФИЗИКИ ОЧЕЛОВЕЧЕННОЙ И ОДУХОТВОРЕННОЙ

## Предисловие к третьему разделу

*«Ощущение тайны – наиболее прекрасное из доступных нам переживаний. Именно это чувство стоит у колыбели истинного искусства и науки»*

*Альберт Эйнштейн*

В последнее время физика достигла такого уровня своего развития, что стала **теоретической основой** не только новой техники и новых технологий, но и **методологической основой** всех естественных и гуманитарных дисциплин, без чего дальнейший продуктивный диалог с природой и социумом будет маловразумительным.

Более трех столетий физикам удавалось создавать модели физической реальности на основе двух простейших идеализированных объектов – материальной точки и плоской волны. Такая динамика полностью удовлетворялась линейными дифференциальными уравнениями, что позволяло нам уживаться с нашим неведением о том, что в действительности происходит на предельно малых расстояниях.

Радикальные изменения в физике и научные достижения в исследованиях сложных систем убедительно требуют преобразования физического образования в высших учебных заведениях и школах и, прежде всего, усовершенствования профессиональной подготовки преподавателей и учителей физики.

Знания физики целесообразно дифференцировать, выделяя «инструментальные» знания (физические и физико-технические) и знания общекультурной ориентации (мировоззренческие и физико-гуманитарные).

Во главу угла мы ставим **педагогический синкретизм**, который предполагает оптимальное сочетание (а не эклектическое смешивание) противоположных взглядов на объекты и процессы в системе образования. **Гуманитарная культура**, раскрывающая **новый аспект прикладной физики** как важнейший элемент общечеловеческой и личностной культуры, предполагает **двуединство** рационального и эмоционального в триедином процессе обучения – воспитания – развития Личности!

Продуктивная творческая реализация духовно-гуманитарного потенциала физики в системе образования призвана внести существенный вклад в сотворение одухотворенного Человека!

Преобразование системы образования с целью ее совершенствования предполагается на основе вариативного переконструирования систем знаний (физических, физико-технических и физико-гуманитарных общекультурной ориентации).

Классическая и постклассическая физика представляет собой только одну (но определяющую!) сторону общего исторического процесса, имеющего тенденцию к объединению, расширению и развитию наших знаний о мире. Знания о мире и мир знаний должны содержать в себе и знания о Человеке, как неотъемлемой части всего Мироздания!

### **Что такое педагогический аспект духовно-гуманитарного потенциала физики?**

Одной из существенных положительных особенностей современности является **раскрепощение творческой природы человека!** Героическое отношение к жизни предопределяет оптимистическое прогнозирование развития человека и общества. Если думать и заботиться о перспективах провозглашенного построения гуманного и демократического общества, то необходимо признать, что более универсального и действенного средства, чем духовная культура, задаваемая и формируемая наукой и образованием для достижения поставленной цели, найти достаточно трудно, если вообще возможно.

**Современное образование вбирает в себя многие компоненты духовной культуры**, что дает возможность говорить о полифонии культур в триедином процессе обучения, воспитания и, как следствие, развития личности.

**Социальный заказ** – формирование необходимой обществу личности - должен быть педагогически осмысленным, дидактико-методически конкретизированным и технологически реализованным!

Прежде всего термин «формирование» необходимо понимать как создание оптимальных психолого-педагогических условий для эффективного осуществления процессов «самости», а именно: самостановления, саморазвития, самоактуализации и самореализации всех положительных качеств личности.

Содержание, структура и логика образовательного процесса призваны вовлекать учащегося (студента) в перманентный процесс духовного самосовершенствования. Образование (по определению Владимира Даля) – это научный процесс развития личности в отношении ее разума и нравственности.

Субъекты образовательного процесса сознательно и рефлексивно должны действовать в направлении достижения внутреннего духовного совершенства в педагогической ситуации полифонии культур на основе принципа дополнительности. Этот общенаучный принцип, сформулированный выдающимся физиком Нильсом Бором, дает возможность продуктивно реализовать на гуманистической основе актуальные связи науки, искусства и религии как подпространств общечеловеческой духовной культуры.

**Наука** – это рациональное познание мира, открытие неизвестного и добывание новых достоверных знаний.

**Искусство** – это художественное познание и отображение мира, в котором выражается эстетическое отношение человека к миру.

**Религия** по-своему отражает мир, акцентируя внимание на проблеме нравственности человека, на его весьма специфическом отношении к миру и самому себе.

**Образование** призвано быть педагогическим эквивалентом различных форм познания мира, прежде всего, научного познания, не исключая других.

**Знания как продукт всех видов познания** являются составляющими духовной культуры личности. **Научное знание составляет сердцевину духовной культуры и цивилизации**, обеспечивая связь идеального мира с материальным. Научная мысль, проникая во все сферы жизни человека, служит предпосылкой для создания новых видов искусств и развития традиционных, влияет на религиозные учения и формы их распространения с помощью электронно-технических средств связи и коммуникаций. **Естественнонаучное видение мира должно гармонически сочетаться с образно-художественным, общественно-политическим, религиозным!**

**Педагогический аспект духовно-гуманитарного потенциала физики** предполагает «очеловечивание» знаний (гуманитаризация) и «очеловечивание» отношений в образовательном процессе (гуманизация).

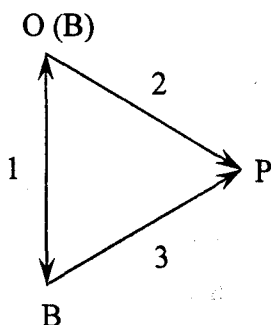
Авторы придерживаются мнения, что **ретроспективный взгляд на историю физики предполагает обращенность в будущее**, а проблемно-вопросительные аспекты науки и образования оказывают каталитическое воздействие на развитие духовно-нравственной сферы личности.

# 1. Реальность – образовательные системы и процессы. Наука – педагогика. Цель – результат – Личность

## Информация к размышлению

Образовательные системы иерархичны и многообразны с множеством свойств и особенностей, которые влияют на образовательные процессы, происходящие в образовательных системах.

Образование как процесс характеризуется триединством обучения, воспитания и развития личности учащегося (студента). Это триединство можно «геометризировать» в виде образовательного треугольника.



Двунаправленный отрезок (1) символизирует рядоположительность процессов обучения и воспитания, как относительно самостоятельных.

O (B) – воспитание в процессе обучения. Основным средством этого воспитания является «очеловеченное» содержание учебного материала (гуманитаризация) и «очеловеченные» отношения в процессе обучения (гуманизация).

Однонаправленные отрезки (2) и (3) символизируют закономерности педагогической психологии, а именно: обучение опережает развитие и ведет его, т.е. развитие личности является следствием обучения и воспитания в процессе обучения.

**Обучение** – специально организованный процесс, как две органично взаимосвязанные деятельности: преподавание (деятельность учителя, преподавателя) и учение (деятельность учащегося, студента).

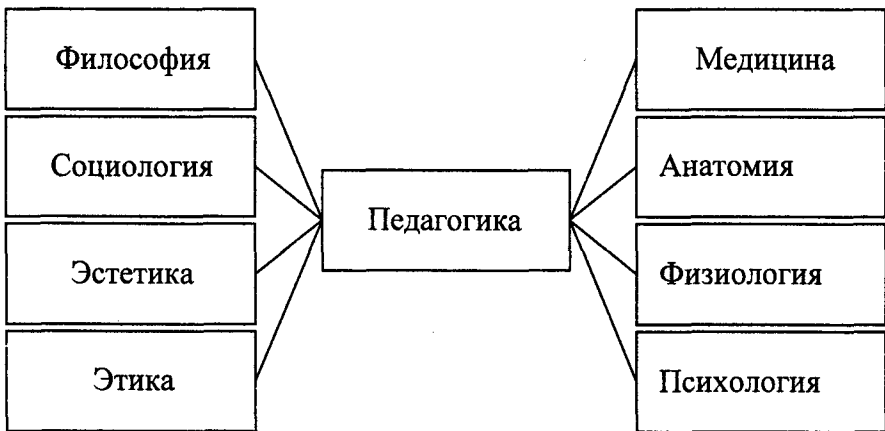
**Воспитание** в широком философском смысле отождествляется с образованием, а в узком педагогическом смысле – специфическое качество педагогической деятельности, имеющей целью формирование

определенных качеств, свойств и отношений человека (учащегося, студента).

Таким образом, образовательная система – сложный комплекс взаимосвязанных элементов. Этот комплекс включает в себя: субъектов, добивающихся достижения целей, вступающих в определенные отношения в процессе специфических деятельности; образовательную среду и управляемое ее влияние на образовательные процессы, чем обеспечивается их триединство.

**Образовательный процесс**, который реализуется на научной основе, это педагогический процесс – специально организованное, развивающееся во времени в рамках определенной образовательной системы взаимодействие субъектов этой системы, направленное на достижения поставленной и принятой цели и призванное обеспечить преобразование личностных свойств и качеств субъектов.

В системе образования педагогика занимает центральное место среди наук о человеке, которые отличаются предметами исследований.

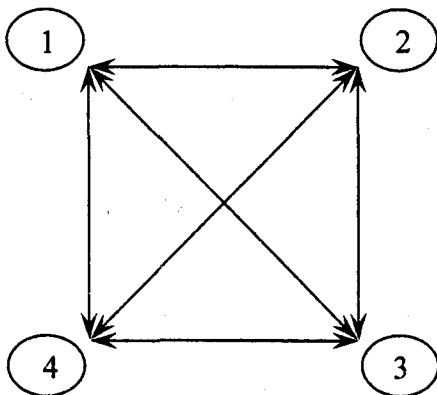


**Человек** – самый сложный объект и явление из всех, имеющих место во Вселенной, а поэтому самый загадочный и интересный предмет познания и самопознания. Мы многое знаем о человеке, но еще больше не знаем.

Кроме органических, естественных связей педагогики с другими науками о человеке, она объективно связана с историей, литературой, экономикой, политологией, демографией, этнологией, географией, этнографией, экологией, с естественными и техническими науками. Все это значительно расширяет научные горизонты педагогики, усиливает ее научный и практический потенциал, а, вместе с этим, затрудняет научно-педагогические исследования.

Педагогика не может не учитывать применительно к предмету педагогического исследования идеи и научные результаты других наук, но при этом, имея, педагогические инварианты, функционирует и развивается как самостоятельная наука с собственными методами и средствами достижения педагогических целей.

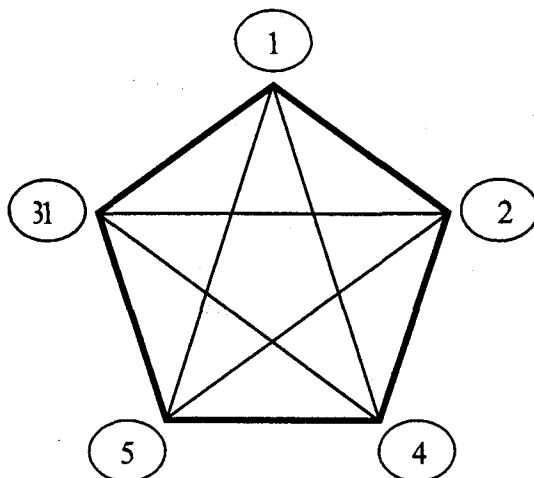
**Содержание образования** «квартетно», потому его можно «геометризировать» в виде квадрата с вершинами: система знаний, система способов деятельности на основе этих знаний, приобщение к опыту творческой деятельности и чувственно-эмоциональные отношения к знаниям, к процессу познания (научного и учебного), к окружающему миру и к самому себе в этом мире.



Здесь символизированы непосредственные связи (1-2, 2-3, 1-3, 1-4, 2-4), а также опосредованные (1-2-3, 2-3-4, и т.д., т.е. система знаний (1) имеет опосредованную связь с опытом творческой деятельности (3) посредством системы способов деятельности (2)). Все другие опосредованные связи «декодируются» аналогичным образом.

**Центральное звено образования – классическая дидактико-методическая система.** Она всегда 5-компонента: дидактические цели, содержание учебного материала и его логическая структура, средства материализации содержания учебного материала (средства обучения), методы обучения, организационные формы обучения.

«Геометризуется» дидактико-методическая система в виде 5-угольника, а при изображении всех непосредственных связей между элементами этот образ трансформируется в 5-конечную дидактико-методическую звезду.



Эта дидактико-методическая система является эпицентром классической педагогики и в значительной мере отражает суть образовательного процесса.

Дидактико-методическая звезда инвариантна при любых инновационных преобразованиях образования.

А вот содержание составляющих элементов этой классической дидактико-методической системы может быть как традиционным, так и инновационным. Инновационные педагогические технологии предполагают смещение акцентов в целевых приоритетах, обновление содержания учебного материала, вариативность его логических структур, новые средства обучения (например, компьютерные) и т.д.

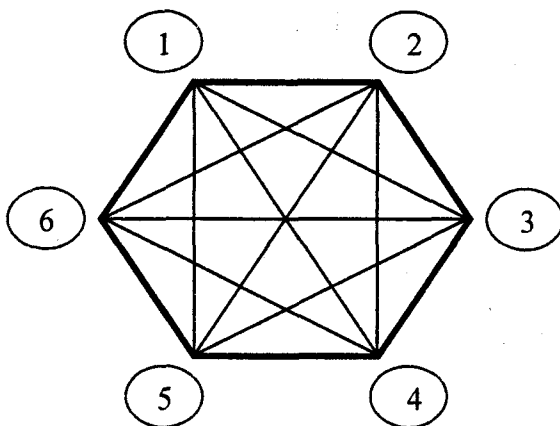
Таким образом, дидактико-методические системы не только функционируют, но и развиваются в направлении их усовершенствования.

Дидактико-методические системы проектируются и практически реализуются с ориентацией на результат – Личность с положительными качествами с точки зрения национальных и общечеловеческих ценностей. Эти ценности лежат в пространстве добра и отделены от зла демаркационной линией, которая педагогическими средствами должна трансформироваться в расширяющуюся «полосу отчуждения».

Брак в педагогической деятельности сужает эту полосу и способствует проникновению зла в образовательное пространство со всеми негативными последствиями формирования личности.

Личность с педагогической точки зрения можно «геометризовать» в виде шестиугольника, вершины которого – сферы личности: 1) ценностно-смысловая; 2) мотивационная; 3) интеллектуальная; 4) волевая; 5) нравственно-этическая; 6) художественно-эстетическая. Все сферы личности взаимосвязаны между

собой как непосредственно, так и опосредовано, что отражено в «личностном шестиугольнике» соответствующими линиями связи.



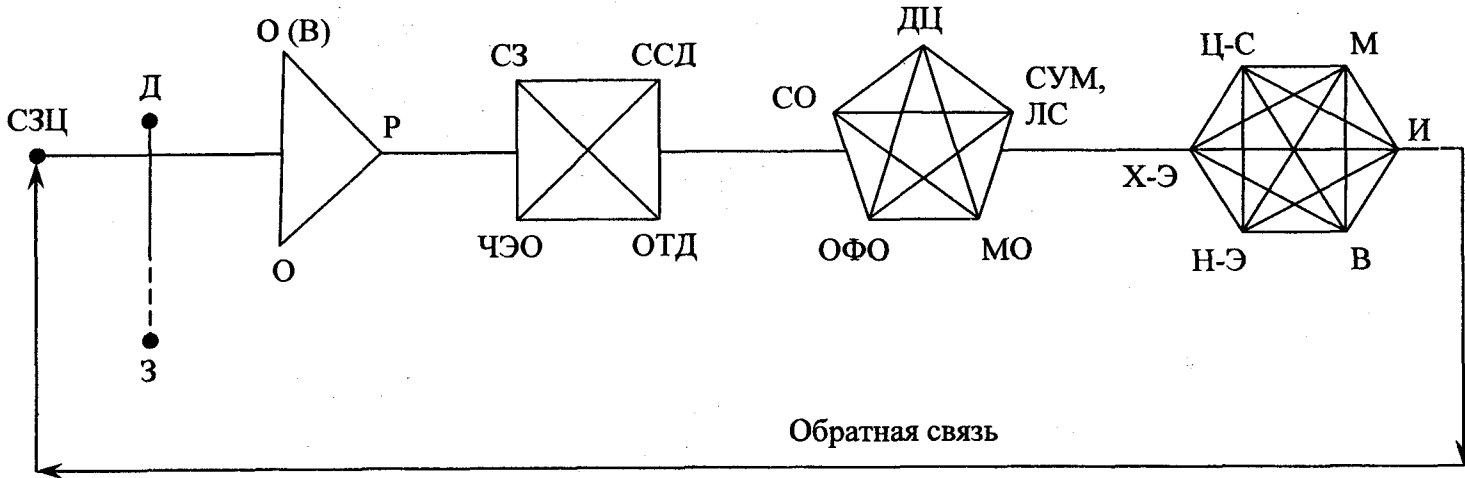
**Все сферы личности в той или иной степени должны быть «задействованы» в образовательном процессе, что предопределяет качество и эффективность этого процесса и способствует развитию каждой из сфер и личности в целом.**

**Качества личности (наполненность всех ее сфер) как результат образовательного процесса сопоставляется с исходной точкой – социально заданной целью (обратная связь).**

Вектор  $\overline{Ц - Д - Р}$  - цель, деятельность, результат «обращается» для сопоставления результата с целью. При этом подвергается анализу содержание и структура деятельностей, реализованных в конкретной дидактико-методической системе. Элементы этой системы могут целесообразно перманентно видоизменяется, что порождает «цепную реакцию» педагогического творчества.

Подытожим содержание в виде схемы рассмотренных образов:





СЗЦ – социально - заданная цель

ДЗ – «диполь» добро – зло

О (В), В, Р – процессуальный образовательный треугольник: О – обучение, О (В) – воспитание в прочесе обучения, В – воспитание, Р – развитие.

СЗ, - ССД, ОТД, ЧЭО – содержательный образовательный квадрат: СЗ – система знаний, ССД – система способов деятельности, ОТД – опыт творческой деятельности, ЧЭО – чувственно-эмоциональные отношения.

ДЦ, СУМ ЛС, СО, МО, ОФО – дидактико-методический 5-угольник (дидактико-методическая звезда): ДЦ – дидактические цели, СУМ ЛС – содержание учебного материала и его логическая структура, СО – средства обучения, МО – методы обучения, ОФО – организационные формы обучения.

«Личностный» шестиугольник (сферы личности): Ц-С – ценностно-смысловая, М – мотивационная, И – интеллектуальная, В – волевая, Н-Э – нравственно-этическая, Х-Э – художественно-эстетическая.

**Внимание!** Представленная схема образования личности (как и любая схема вообще) – **условна!** В ней не отражено влияние наследственности, всевозможных факторов необразовательной среды, которые существенно влияют на формирование личности. Необходимо стремиться к тому (и все делать для этого), чтобы педагогическое влияние оказалось **решающим!** Педагогическое влияние может быть прямым (непосредственным) и каталитическим (опосредованным). Каталитическое влияние предопределяет процессы «самости» формирования личности, что следует отнести к **тонким педагогическим технологиям.**

Авторы тезисно изложили свое научно-практическое видение образовательного процесса, акцентировав внимание на важных педагогических аспектах.

Истоки педагогики лежат в глубокой древности. На протяжении многих столетий педагогическая мысль развивалась в рамках философии и теологии. И только в 17 веке педагогика становится самостоятельной наукой, которая к настоящему времени превратилась в сложную, многоотраслевую, **расширяющую свои горизонты науку.**

## 2. Формирование Личности средствами физики как учебно-научной дисциплины

### 2.1. Личностно ориентированное обучение

**Личность, обладающая системой знаний,** – одна из главных целей образования. Знания усваиваются в процессе обучения. Важными являются вопросы: какие знания и как они усваиваются? Не то дорого знать, что Земля круглая, а то дорого знать, как дошли до этого. (Л.Н.Толстой).

Дискуссии о приоритетах знаниево ориентированного обучения или личностно ориентированного обучения – беспочвенны! Личность, не обладающая системой необходимых знаний – ущербная личность!

**Знание** – корень очень важных терминов применительно к процессу обучения.

**Познание** – процесс «добывания» знаний.

**Сознание** – деятельность со знаниями, т.е. на основе имеющихся знаний, сознательная деятельность.

**Осознание** – понимание знаний.

**Самосознание** – оценка своих знаний и своей сознательной деятельности.

Научные знания являются внешними по отношению к субъекту познавательной деятельности. Они **становятся личностными** (моими!) только в процессе учебного познания! «Чего вы не понимаете, не принадлежит вам» (И.В. фон Гете).

Чрезвычайно важная педагогическая **проблема** – **проблема понимания** научной информации и ее педагогического эквивалента – содержания учебного материала!

Процедура усвоения знания представляет собой достаточно сложную систему. Основные элементы этой системы:

**восприятие** на основе целенаправленного и концентрированного внимания;

**понимание** на основе связи с ранее усвоенными элементами знаний, которые должны использоваться в виде системы опорных знаний;

**запоминание** на основе понимания, т.е. понятийное запоминание; без запоминания основного, а в основном – главного, процесса обучения нет, а есть только формальная видимость этого процесса;

**воспроизведение** на основе запоминания с преобразованием логической структуры содержания учебного материала (продуктивное воспроизведение) и без преобразования (репродуктивное воспроизведение);

**применение** знаний на основе запоминания и понимания в различных физических ситуациях: упрощено-единичных, типовых, нестереотипных и творческих.

В процессе применения знаний **запоминание** становится более **прочным** (долговременная память), а **понимание** более **глубоким** (проникновение в суть физических понятий и явлений).

**Система качеств знаний полноценной личности** может быть представлена в таком виде:

полнота и глубина;  
систематичность и системность;  
оперативность и гибкость;  
конкретность и развернутость;  
осознанность и прочность.

**Право** быть личностью, индивидуальностью относится к **общечеловеческим ценностям**. К ним же относится и подлинное равенство в духовном богатстве людей, а это значит, что каждому принадлежит то, что принадлежит всем и, прежде всего, знания!

**Свобода** доступа к общечеловеческой культуре и право на эту свободу призваны обеспечить условия для **формирования личности с положительными универсальными и уникальными качествами**.

Общечеловеческое и национальное существуют не вне нас, а в каждом из нас в той мере, в какой мы признаем в себе и в других свободных, равных и достойных своей свободы личностей.

**Знания** – это идеальный продукт деятельности человека.

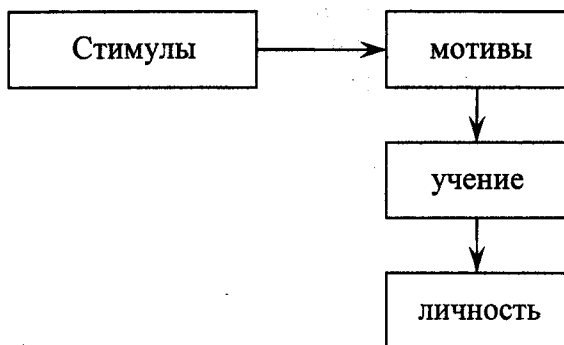
**Триединство воли, разума и чувств** в триедином процессе обучения, воспитания и развития личности предполагают **двуединство материального и идеального**.

Место, роль и значение физики в процессе формирования Личности трудно переоценить. Физические знания лежат в основе **научного мировоззрения и научного стиля мышления**, что проявляется в любой сфере человеческой деятельности. Физическая реальность расширяется за счет рукотворных физико-технических объектов, создаваемых человеческим духом на основе научных знаний. Постигание современных научных знаний без классического фундамента, который закладывается в школьном образовании, невозможно.

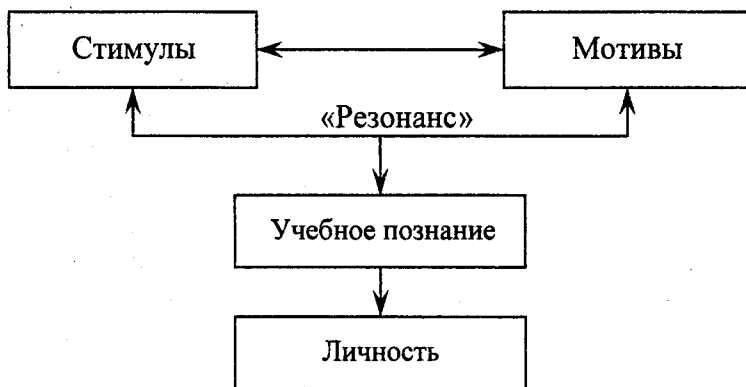
Личность, сформированная на основе продуктивного изучения физики, выгодно отличается от той, которая сформировалась бы, если бы физика вообще не изучалась или изучалась формально, примитивно.

Многообразные и разнообразные стимулирующие воздействия на познающего субъекта должны находить **положительные отклики** и порождать **необходимые мотивы учения**. Не мотивированная учебно-познавательная деятельность не может быть эффективной! Качество

мотивации учения зависит от степени соответствия стимулов мотивам. Вот две схемы вариантов образовательных процессов (лично ориентированного обучения):



Блок-схема 1



Блок-схема 2

Процесс обучение создается человеком (учителем, преподавателем), а потому является искусственной конструкцией, т.е. **конкретной теоретической моделью дидактико-методической системы**. Качество этой дидактико-методической «5-конечной звезды» целиком и полностью определяется педагогическими знаниями, убеждениями и педагогическим опытом организатора процесса обучения, т.е. личности педагога. Творческая направленность этой личности и ее педагогическое мастерство способствует реализации полноценного процесса обучения с целенаправленным воспитанием в процессе обучения, что и предопределяет развитие личности с положительными качествами.

Высокий (теоретический, научный) уровень педагогического сознания обеспечивается не только необходимыми педагогическими знаниями, но и **системой ценностей, установок и убеждений**

личностей, от которых зависит «конструирование» педагогической реальности.

Качество личностно ориентированного обучения во многом зависит от наличия качественных средств обучения и прежде всего учебников (как на бумажных, так и на электронных носителях). При создании учебников физики авторы четко должны учитывать функции как эксперимента, так и мышления в научном и учебном познании.

## **2.2. Конструирование знаний – творческий переход от реального мира к идеальному**

Ключевой вопрос теории формирования знаний (научных и учебных) – это вопрос о путях и средствах постижения сущности объектов материального мира. Объекты физической реальности – это физические тела (вещества) и физические поля.

Процесс формирования знаний – это процесс отражение в сознании человека свойств объектов материального мира и характера их проявлений. Исходный пункт познания – наблюдения и эксперименты. Чувственные формы познания (ощущения, восприятия, представления) – это каналы связи с внешним миром.

Чувственное познание ограничено, ему недоступны сущности объектов. Оно необходимо для возникновения знаний, которые являются продуктом мышления.

Опыт улавливает лишь «обманчивую видимость вещей» (Г.Гегель). «В действительности ни одну вещь в ее сущности мы не воспринимаем при помощи наших чувств, а только посредством нашего разума» (Р.Декарт).

Для достижения целей физического образования, необходимо раскрыть мыслительный процесс, который способствует формированию личности, обладающей знаниями.

Научное знание – высший продукт человеческого мозга, высшего продукта человеческого развития. Научное знание формируется и реализуется в форме понятий, категорий, суждений и умозаключений. Категории – это предельно общие понятия, такие как: пространство, время, материя, явление, сущность, причина, следствие, мера, количество, качества и т.д.

Человеческий мозг обладает удивительной способностью к анализу, синтезу, обобщению, абстрагированию, предвидению, фантазированию и на этой основе человек оказывается в состоянии проникать в «глубины природы», познавать сущности объектов и конструировать идеальные (мыслительные) образования с учетом свойств и закономерностей объективного мира.

Этот сконструированный идеальный мир – мир науки, существует только лишь в сознании человека.

«Истинное познание начинается знанием того, что вещи в их непосредственном бытии не обладают истиной» (Г.Гегель).

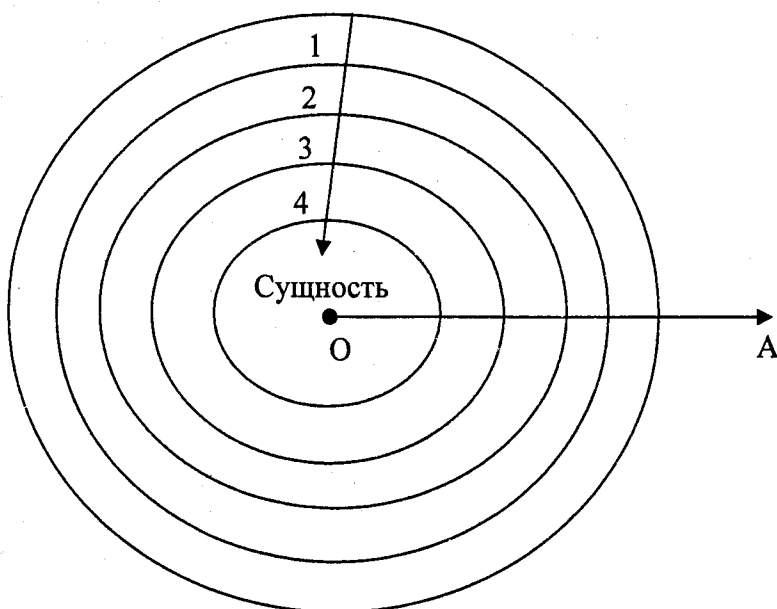
«Ученый-пчела собирает факты, полученные в опыте, выработывает мед (научные знания)» (Ф.Бэкон).

В самой природе знаний нет. Это идеальный продукт как двуединство субъективного (привнесенного человеком) и объективного (природного). Практика обучения на примере физики формирует мнение о тождественности реального физического мира и идеального мира, что искажает научное мировоззрение. **Физика как наука оперирует не реальными объектами природы, а их абстрактными моделями.** Реальный физический мир имеет бесконечное количество свойств, которые в совокупности не доступны познанию.

Познающий субъект абстрагируется от многих несущественных в данном отношении свойств и учитывает только существенные в данном исследовании. Таким образом, реальные физические объекты замещаются их моделями.

«Хорошая теория сложных систем должна представлять собой лишь хорошую «карикатуру» на эти системы, утрирующую те свойства их, которые являются наиболее типическими, и умышленно игнорируя все остальные – не существенные свойства» (Я.И.Френкель).

Отношения между физической реальностью, ее моделями и познаваемой сущностью можно схематизировать в виде системы концентрических окружностей.



1, 2, 3, 4 и т.д. модели физических объектов, обладающие только существенными свойствами (процесс абстрагирования) – «добывание» знаний.

ОА – конкретизация на основе знания сущности – применение знаний.

Проблема получения нового знания решена еще И.Кантом (1724-1804) в духе априоризма и субъективного идеализма, «но это вовсе не значит, что ее решение не имеет для нас никакого значения», - писал Вахтомин Н.К. в своей работе «Практика – Мышление - Знание».

Педагогической науке и конкретно дидактике физики необходимо критически относиться к общепринятому положению о том, что наблюдение и эксперимент суть источники знаний, так как они являются только их исходным пунктом. **В чувственных ощущениях, восприятиях и представлениях научные знания не содержатся!**

«Очевидно, что посредством чувственного восприятия нельзя знать. Чувственно необходимо воспринимается отдельное, между тем как знание есть познание общего» (Аристотель).

«Наличное бытие, ... фиксированное само по себе, не обладает истинностью. <...> Собственная природа самого непосредственного мира быть лишь явлением» (Г.Гегель). Эти мысли Гегеля пока еще не осмыслены в достаточной мере дидактикой и методикой физики. Нет четких ответов на такие вопросы:

Каким образом при помощи мышления осуществляется связь между познающим субъектом и познаваемым объектом?

Каким образом чувственные данные, полученные от предмета исследования превращаются в научные знания об этом предмете?

Каким образом объективная физическая реальность воспроизводится в знаниях?

Познание объективно нового (научного) и субъективного нового (учебного) знания по сути своей подчиняется одним и тем же законам (это законы и категории диалектики).

**Сущность научного метода познания лежит в сфере мышления.**

В педагогической психологии считается, что научные понятия «должны усваиваться...путем рассмотрения предметно-материальных условий их происхождения» (Давыдов В.В.). Однако, в предметах не содержатся понятия. Понятия являются продуктом мышления познающего субъекта, так как конструируются ним.

Дидактика и методика физики не дает четкого ответа, как именно осуществляется мысленный переход от явления к сущности. В учебниках системно не показывается и не используется процесс абстрагирования при создании идеальных моделей и обратный процесс конкретизации добытой сущности.

**Проблема генезиса новых научных и учебных знаний и сегодня является актуальной для теории и практики физического образования.**



Физика как наука и ее педагогические эквиваленты – учебно-научная дисциплина в вузе и учебный предмет в школе включают в себя три уровня знаний о физической реальности, а именно: эмпирическое знание, абстрактно-теоретическое и теоретически-конкретное. Осознанное знание представляет собой **единство системы знаний и метода познания!** «Не результат <познания> есть действительное целое, а результат вместе со своим становлением» (Г.Гегель). По Гегелю **научный результат не существует без пути его развития.**

**Категории** – предельно общие понятия, отражающие единство в объективной реальности.

**Категориальный синтез** – процесс выработки связи между чувственными данными и категориями, в результате чего возникает знание и рождается понимание чувственного многообразия как единства. Извлечение сущности из объекта познания, когда объект проявляется, не может осуществляться иначе, как посредством категориального синтеза. «Синтез есть первое, на что мы должны обратить внимание, если хотим судить о происхождении наших знаний» (И.Кант).

Категориальный синтез является важнейшим средством связи между познаваемым объектом и познающим субъектом, между бытием и сознанием, между чувственными данными и категориями.

Как получают знания посредством категориального синтеза? Для этого необходимо:

Включить изучаемый объект в познавательную деятельность субъекта, сформировать на основе опытов чувственный образ этого объекта, учитывая многообразие фактов как чувственных данных;

Подвести чувственные данные (многообразие фактов) под категории, необходимые для возникновения знания соответствующего уровня, усмотреть с помощью категорий единство в чувственном многообразии.

**Синтез** чувственного и категориального в познании, а также имеющихся знаний и предыдущего опыта **порождает новое знание** в виде нового научного понятия и новой научной закономерности. Это новое знание как творческая форма мышления «содержит внутри себя в идеальном единстве бытие и сущность, т.е. все богатство этих двух сфер» (Г.Гегель).

Соответственно трем уровням познания имеют место **три уровня категориального синтеза.** На различных уровнях познания системы категорий, как правило, различны.

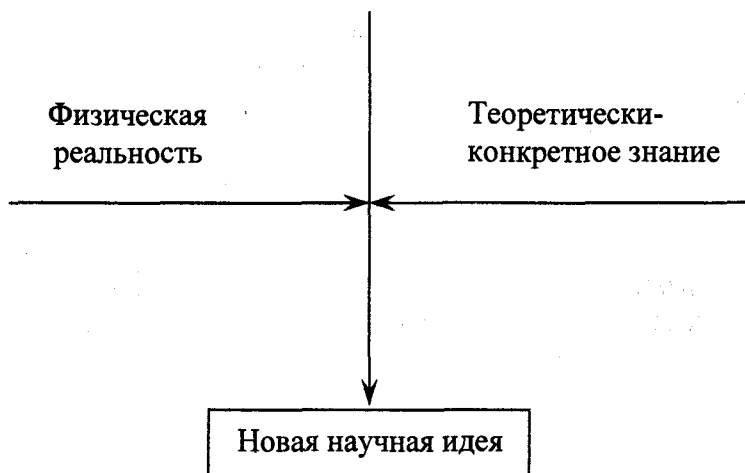
**Эмпирическое знание** получается посредством синтеза фактов, выявленных и зафиксированных органами чувств, с категориями эмпирического уровня познания: явление, количество, качество, мера, сходство, различие, особенное, общее и др. В результате этого возникают эмпирические понятия в виде знаний о явлениях.

**Абстрактно-теоретические знания** (знания сущности) формируются на основе категориального синтеза знаний эмпирического уровня с категориями теоретического уровня: сущность, связь, взаимность, причина, следствие, действие, единство, противоположность, противоречие, развитие и др. На этом уровне познающий субъект абстрагируется от многих факторов действительности. Теоретическое абстрактное существует только в мышлении. Абстракция – переходная ступень в познании, без нее познание не происходит. Во всей своей конкретности сразу физический объект не постигается на уровне сущности.



**Теоретически-конкретное знание** образуется на третьем уровне как единство эмпирического и абстрактно-теоретического. Знания на этом уровне формируются подведением знаний на первых двух уровнях под **категории системного изучения реальности**: сущность – явление, действительность – возможность, необходимость – случайность, причина – следствие, историческое – логическое и т.п. При этом используются операции формальной логики (анализ, синтез, анализ через синтез, сравнение, обобщение и т.д.).

Теоретически-конкретное «сближается» с физической реальностью. Это порождает новые научные идеи.



**Новая научная идея** порождает необходимость все полученные знания свести в единую систему, которая называется **теорией**.

**Теория** представляет собой единство знаний на всех трех уровнях и является **высшей формой развития знания**. «Формой, в которой существует истина, может быть лишь научная система ее» (Г.Гегель).

**Системное усвоение отдельных теорий является условием необходимым, но недостаточным для создания целостного представления о науке.**

Каким образом создается целостное представление о науке (учебно-научной дисциплине, учебном предмете)? Какая форма знаний может выполнять эту функцию?

Ответ однозначен – **особой высшей формой систематизации знаний выступает научная картина мира; для науки физики – это физическая картина мира.**

В содержании физического образования физическая картина мира выполняет важные **функции**: мировоззренческую, функцию систематизации знаний и функцию формирования научного стиля мышления.

### **2.3. Проблема понимания научной информации и ее педагогического эквивалента – содержания учебного материала**

**Понимание** – один из аспектов познавательного процесса, представляющего собой сложную деятельность мозга, направленную на выявление и осознание главного в содержании.

В психологии познания утверждается, что **понимать определенную информацию – это уметь «встраивать» ее в существующую смысловую структуру познающего субъекта.**

В чем именно проявляется и как формируется понимание однозначного и общепринятого ответа пока нет.

Однако многое в отношении понимания известно, что и представляет **большую педагогическую ценность**.

Понимание базируется на знаниях, вместе с тем бывают знания без необходимого понимания.

Понимание тесно связано с запоминанием.

Понимание проявляется в способности объяснять, давать другой адекватный словесный «портрет» информации, прогнозировать развитие событий.

Процедура проникновения в сущность, а следовательно, понимание может протекать по-разному: иногда вначале осознаются отдельные черты, стороны и свойства изучаемого объекта и лишь потом осознается весь объект целиком; иногда «схватывается» осмысливается сразу все в общих чертах, т.е. не четко, расплывчато, и лишь потом с течением времени в ходе дальнейших размышлений понимание «выкристаллизовывается» и становится ясным и конкретным; если новая информация не противоречит имеющейся у познающего субъекта системе знаний, то она без особого труда встраивается в имеющуюся смысловую сеть и уверенность в понимании имеет место; если новая информация противоречит сложившимся у познающего субъекта представлениям, понимание существенно затрудняется, что объясняется **необходимостью перестройки личностной смысловой сети**.

Степень понимания содержания учебного материала усиливается, если учащиеся осознают, **как возникают знания**. Следовательно, необходимо объяснять не только содержание учебного материала, но и систематически **формировать знания о знаниях!**

Личностное знание и понимание, как существенный аспект знаний, не может быть привнесенным извне. Оно конструируется познающим субъектом в своем индивидуальном сознании в результате разнообразной самостоятельной работы с научной (учебной) информацией. **Читать и перечитывать, проговаривать, записывать и зарисовывать, схематизировать и обратно изображать, применять в различных ситуациях – вот надежный путь к неискаженному пониманию изучаемого!** В любом случае для понимания необходимо владеть мыслительными операциями, которые при этом развиваются и становятся более действенными..

**Знать физические теории и понимать взаимоотношения между ними необходимо не только для правильной оценки исторической роли той или иной теории, но и для того, чтобы выработать соответствующее отношение к новым современным теориям.** Необходимо понимать, что в определенные периоды развития науки мы вынуждены под давлением новых фактов пересматривать привычные

взгляды. Без глубокого изучения и понимания старой теории, зная лишь новые факты, невозможно выдвинуть новые плодотворные идеи. Для создания подлинно нового необходим критический анализ существующих систем знаний. Только глубокое понимание существующих физических теорий и готовность преодолеть привычный образ мыслей в случае возникновения познавательных противоречий дают возможность реализовать принцип открытой перспективы в научном и учебном познании!

#### **2.4. Вопросы и задания для самостоятельного критически-аналитического осмысления**

1. Представьте содержание параграфа 2.1. в виде структурно-логической схемы.

2. Какова структура усвоения знаний? Изобразите эту структуру в виде блок-схемы.

3. Как взаимосвязаны между собой такие качества знаний как полнота и глубина, систематичность и системность? Кратко запишите свои ответы.

4. Как соотносятся между собой научное мировоззрение и научный стиль мышления? Ответ проиллюстрируйте конкретным примером из знаний физики.

5. Сделайте сравнительный анализ блок-схемы 1 и блок-схемы 2 лично ориентированного обучения. Результаты анализа материализуйте наиболее целесообразно с вашей точки зрения.

6. Приведите конкретные примеры трех уровней научного знания: эмпирического, абстрактно-теоретического и теоретически конкретного.

7. Как формируется личностное знание? Оформите тезисы своего ответа.

### 3. Материалы из литературных источников для критического анализа и осмысления

Наука – это система, т.е. приведенная в порядок на основании известных принципов совокупность знания.

*И.Кант*

Полный исторический очерк понятия естественного закона явился бы историей человеческого разума.

*Э.Борэль*

#### 3.1. Пушкин А.С. «Движение»

Движенья нет, сказал мудрец брадатый.  
Другой смолчал и стал пред ним ходить,  
Сильнее бы не мог он возразить;  
Хвалили все ответ замысловатый...  
Но, господа, забавный случай сей  
Другой пример на память мне приводит:  
Ведь каждый день пред нами Солнце ходит,  
Однако ж прав упрямый Галилей.

#### 3.2. И.Ньютон «Математические начала натуральной философии»

<...> Сочинение это нами предлагается как математические основания физики. Вся трудность физики, как будет видно, и состоит в том, чтобы по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам изъяснить остальные явления...

Определения

Определение I

Количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объему ее...

Определение II

Количество движения материи есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе...

Определение III

Врожденная сила материи есть присущая ей способность сопротивления, по которой всякое отдельное взятое тело, поскольку оно предоставлено самому себе, удерживает свое состояние покоя или равномерное прямолинейное движение...

#### Определение IV

Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного прямолинейного движения...

#### Определение V

Центростремительная сила есть та, с которой тела к некоторой точке как к центру отовсюду притягиваются, гонятся или как бы то ни было стремятся...

#### Аксиомы или законы движения

Закон I. Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

Брошенное тело продолжает удерживать свое движение, поскольку его не замедляет сопротивление воздуха и поскольку сила тяжести не побуждает это тело вниз. Волчок, коего части вследствие временного сцепления отвлекают друг от друга от прямолинейного движения, не перестает вращаться (равномерно), поскольку это вращение не замедляется сопротивлением воздуха. Большие же массы планет и комет сохраняют свои движения, как поступательные, так и вращательные, совершающиеся в пространствах, менее сопротивляющихся, дольше.

Закон II. Изменение количества движения пропорционально приложенной силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

Если какая-нибудь сила производит некоторое количество движения, то двойная сила производит двойное, тройная – тройное, будут ли они приложены разом все вместе или же последовательно и постепенно. Это количество движения, которое всегда происходит по тому же направлению, как и производящая его сила, если тело уже находилось в движении, при совпадении направлений, прилагается к количеству движения тела, бывшему ранее, при противоположности – вычитывается, при наклонности прилагается наклонно и соединяется с бывшим ранее сообразно величине и направлению каждого из них.

Закон III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе взаимодействие двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

Если что-либо давит на что-нибудь другое или тянет его, то оно само этим последним давится или тянется. Если кто нажимает пальцем на камень, то и палец его также нажимается камнем. Если лошадь тащит

камень, привязанный к канату, то и обратно (если можно так выразиться) она с равным усилием оттягивается к камню, ибо натянутый канат своей упругостью производит одинаковое усилие на лошадь в сторону камня и на камень в сторону лошади, и насколько этот канат препятствует движению лошади вперед, настолько же он побуждает движение вперед камня. Если какое-нибудь тело, ударившись о другое тело, изменяет свою силою его количество движения на сколько-нибудь, то оно претерпит от силы второго тела в своем собственном количестве движения то же самое изменение, но обратно направленное, ибо давления этих тел друг на друга постоянно равны. От таких взаимодействий всегда происходит равные изменения не скоростей, а количеств движения, предполагая, конечно, что тела никаким другим усилиям не подвергаются. Изменения скоростей, происходящие также в противоположные стороны, будут обратно пропорциональны массам тел, ибо количества движения получают равные изменения. Этот закон имеет место и для притяжений, как это будет доказано в поучении...

О системе мира

...Предложение I. Теорема I. Силы, которыми спутники Юпитера постоянно отклоняются от прямолинейного движения и удерживаются на своих орбитах, направлены к центру Юпитера и обратно пропорциональны квадратам расстояний мест до этого центра.

...Предложение II. Теорема II. Силы, которыми главные планеты постоянно отклоняются от прямолинейного движения и удерживаются на своих орбитах, направлены к Солнцу и обратно пропорциональны квадратам расстояний до центра его...

...Предложение IV. Теорема IV. Тяготение существует ко всем телам вообще и пропорционально массе каждого из них.

Выше доказано, что все планеты тяготеют друг к другу, а также, что тяготение к каждой из них в отдельности обратно пропорционально квадратам расстояний места до центра этой планеты. Отсюда следует, ... что тяготение ко всем планетам пропорционально количеству материи в них. <...>

[Предположение авторов – А.П., В.И.] Возможно, что Ньютон рассуждал следующим образом.

Сила тяготения подчиняется общему закону

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

«Падение» Луны при ее обращении вокруг Земли имеет ту же причину, что и падение камня на Землю. По второму закону динамики, записанному в том виде, как мы пользуемся ним сегодня,

$$a = \frac{F}{m}, \text{ где } F = G \frac{Mm}{r^2}$$



Для камня:  $a = g = G \frac{M}{R^2}$ , здесь  $M$  – масса Земли,  $R$  – ее радиус.

Тогда  $a \approx 9.81 \frac{M}{c^2}$ .

Для Луны:  $a_n = \frac{F}{m_n} = G \frac{M}{r^2}$ , где  $r$  – расстояние от Луны до Земли

(расстояние между их центрами). Тогда  $\frac{a_n}{g} = \frac{r^2}{R^2} \Rightarrow a_n = g \left( \frac{R}{r} \right)^2$

Так как  $r \approx 60R$ , то  $a_n = \frac{1}{3600} g$ .

Зная период обращения Луны вокруг Земли и расстояние  $r$ , можно вычислить линейную скорость Луны и ее ускорение по формуле  $a_n = \frac{v^2}{r}$ . Из астрономических наблюдений определялось  $a_n$ , и оно оказалось в 3600 раз меньше ускорение свободного падения на Земле, т.е. полученная формула на основе закона всемирного тяготения  $a_n = \frac{1}{3600} g$  подтверждалась!

Существенное замечание. Гениальный Ньютон понимал, что массы во втором законе и законе всемирного тяготения разные! Его теория верна, если  $m_u = m_g$ ? (инертная масса равна гравитационной). На этот вопрос мог дать ответ только опыт!

Ньютон поставил опыты по определению периодов колебаний маятников с деревянным и золотым грузами. Из опытов следовало, что период колебаний не зависит от формы и массы грузов. Это возможно только в случае, если  $m_u = m_g$ ! Опыты по проверке равенства инертной и гравитационной масс все с большей степенью точности проводились многократно с положительными результатами. Это равенство А.Эйнштейн возвел в ранг принципа и положил его в свою теорию тяготения, которая получила название общая теория относительности.

Первая в истории человечества научная теория была создана И.Ньютоном. Он показал, что на основе трех законов динамики, закона независимости действия сил и закона всемирного тяготения, можно точно решить любую задачу небесной механики и ответить на вопросы о положениях, скоростях космических тел и траекториях их движения.

Эта физическая теория – классическая механика!

### 3.3. Лукреций Кар «О природе вещей»

...Здесь не должно вызывать удивленья в тебе, что в то время,  
Как обретаются все в движении первоначала,  
Их совокупность для нас пребывает в полнейшем покое,  
Если того не считать, что движется собственным телом,

Ибо лежит далеко за пределами нашего чувства  
Вся природа начал. Поэтому, раз недоступны  
Нашему зренью они, то от нас и движенья их скрыты.  
Даже и то ведь, что мы способны увидеть, скрывает  
Часто движенья свои на далеком от нас расстояньи:  
Часто по склону холма густорунные овцы пасутся,  
Медленно идя туда, куда их на пастбище тучном  
Свежая манит трава, сверкая алмазной росью,  
Сытые прыгают там и резвятся, бодаясь, ягнята.  
Все это издали нам представляется слившимся вместе,  
Также, когда, побежав, легионы могучие быстро  
Всюду по полю снуют, представляя примерно битву,  
Блеск от оружия их возносится к небу и всюду  
Медью сверкает земля, и от поступи тяжелой пехоты  
Гул раздается кругом. Потрясенные криками, горы  
Вторят им громко, и шум несется к небесам созвездья,  
Всадники скачут вокруг и в натиске быстром внезапно  
Пересекают поля, потрясая их топотом громким.  
Но на высоких горах непременно есть место, откуда  
Кажется это пятном, неподвижно сверкающим в поле <...>  
... Вот посмотри: всякий раз когда солнечный свет проникает  
В наши жилища и мрак прорезает своими лучами,  
Множества маленьких тел в пустоте, ты увидишь, мелькая,  
Мечутся взад и вперед в лучистом сиянии света;  
Будто бы в вечной борьбе они бьются в сраженьях и битвах,  
В схватки бросаются вдруг по отрядам, не зная покоя,  
Или сходясь, или врозь непрерывно опять разлетаясь,  
Можешь из этого ты уяснить себе, как неустанно  
Первоначала вещей в пустоте необъятной мнутся.

### **3.4. М.В.Ломоносов «Размышления о причинах тепла и холода»**

§1. Очень хорошо известно, что теплота возбуждается движением: от взаимного трения руки согреваются, дерево загорается пламенем; при ударе кремня об огниво появляется искры; железо накаливается от проковывания частыми и сильными ударами, а если их прекратить, то теплота уменьшится и произведенный огонь в конце концов гаснет. Далее, восприняв теплоту, тела или превращаются в нечувственные частицы или рассеиваются по воздуху, или распадаются в пепел, или в них настолько уменьшается сила сцепления, что они плавятся. Наконец, зарождение тел, жизнь, произрастание, брожение, гниение ускоряются теплотою, замедляется холодом. Из всего этого совершенно очевидно, что достаточное основание теплоты заключается в движении. А так как

движение не может происходить без материи, то необходимо, чтобы достаточное основание теплоты заключалось в движении какой-то материи.

§2. И хотя в горячих телах большей частью на вид не заметно какого-либо движения, таковое все-таки очень часто обнаруживается по производимым действиям. Так железо, нагретое почти до накаливания, кажется на глаз находящимся в покое; однако одни тела, придвинутые к нему, оно плавит, другие – превращает в пар; т.е., приводя частицы их в движение, оно тем самым показывает, что и в нем имеется движение какой-то материи. Ведь нельзя отрицать существование движения там, где его не видно: кто, в самом деле, будет отрицать, что когда через лес проносится сильный ветер, то листья и сучки деревьев колышутся, хотя при рассмотрении издали и не видно движения. Точно так же, как здесь вследствие расстояния, так и в теплых телах вследствие малости частиц движущейся материи движение ускользает от взора; в обоих случаях угол зрения так остр, что нельзя видеть ни самых частиц, расположенных под этим углом, ни движения их. Но мы считаем, что никто – разве что он приверженец скрытых качеств – не будет теплоту, источник стольких изменений, приписывать материи спокойной, лишенной всякого движения, а следовательно, и двигательной силы.

§3. Так как тела могут двигаться двояким движением – общим, при котором все тело непрерывно меняет свое место при покоящихся друг относительно друга частях, и внутренним, которое есть перемена места нечувствительных частиц материи, и так как при самом быстром общем движении часто не наблюдается теплоты, а при отсутствии такого движения наблюдается большая теплота, то очевидно, что теплота состоит во внутреннем движении материи...

### **3.5. С.Карно «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу»**

Никто не сомневается, что теплота может быть причиной движения, что она даже обладает большой двигательной силой: паровые машины, ныне столь распространенные, являются этому очевидным доказательством.

...Развивать эту силу и приспособлять ее для наших нужд – такова цель тепловых машин. <...>

...Также долгое время искали и ищут теперь, не существует ли агентов, предпочтительных водяному пару, для развития движущей силы огня; не представляет ли, например, атмосферный воздух в этом отношении больших преимуществ. Мы ставили себе задачу подвергнуть здесь эти вопросы внимательному рассмотрению.

Явление получения движения из тепла не было рассмотрено с достаточно общей точки зрения. Его исследовали только в машинах,

природа и образ действия которых не позволяли ему принять того полного развития, на которое оно способно. У подобных машин это явление сказывается в извращенном и неполном виде; поэтому трудно узнать его основы и изучить его законы.

Чтобы рассмотреть принцип получения движения из тепла во всей его полноте, надо его изучить независимо от какого-либо механизма, какого-либо определенного агента; надо провести рассуждения, приложимые не только к паровым машинам, но и ко всем мыслимым тепловым машинам ... каково бы ни было вещество, пущенное в дело, и каким бы образом на него ни производилось воздействие.

Машины, не получающие движения от тепла, а имеющие двигателем силу человека или животных, падение воды, поток воздуха и т.д., могут быть изучены до самых мелких двигателей посредством теоретической механики. Все случаи предвидены, вся возможные движения подведены под общие принципы, прочно установленные и приложимые при всех обстоятельствах. Это – характерное свойство полной теории. Подобная теория, очевидно, отсутствует для тепловых машин. Ее нельзя получить, пока законы физики не будут достаточно расширены и достаточно обобщены, чтобы наперед можно было предвидеть результаты определенного воздействия теплоты на любое тело. <...>

Возникновение движущей силы обязано в паровых машинах не действительной трате теплорода, а его переходу от горячего тела к холодному, т.е. восстановлению равновесия, - равновесия, которое было нарушено некоторой причиной, будь то химическое действие, как горение, или что-нибудь иное. Мы увидим, что этот принцип приложим ко всем машинам, приводимым в движение теплотой. <...>

Повсюду, где существует разность температур, повсюду, где возможно восстановление равновесия теплорода, возможно получение движущей силы. <...>

Очевидно само собой, как выше указано, или по крайней мере становится очевидным после размышления о расширении, производимом теплотой, следующее: повсюду, где имеется разность температур, может происходить возникновение движущей силы...<...>

Мы выбрали атмосферный воздух как средство для развития движущей силы тепла; очевидно, рассуждения были бы прежние для всякого другого газообразного и даже для всех других тел способных менять температуру благодаря сжатию и расширению, что охватывает все тела природы или, по крайней мере, все те, которые способны развивать движущую силу тепла. Таким образом, мы пришли к следующему общему выводу:

Движущая сила тепла не зависит от агентов, взятых для ее развития; ее количество исключительно определяется температурами

тел, между которыми, в конечном счете, производится перенос теплорода.

### **3.6. Из дневника С.Карно**

... Тепло – не что иное, как движущая сила или, вернее, **движение, изменившее свой вид** (подчеркнуто – А.П., В.И.); это движение частиц тела; повсюду, где происходит уничтожение силы, возникает одновременно теплота в количестве, точно пропорциональном количеству исчезнувшей движущей силы. Обратное: всегда при исчезновении тепла возникает движущая сила. Таким образом, можно высказать общее положение: движущая сила существует в природе в неизменном количестве; она, собственно говоря, никогда не создается, никогда не уничтожается; в действительности она имеет форму, т.е. вызывает то один род движения, то другой, но никогда не исчезает...

### **3.7. Из книги Р.Клаузиуса «Кинетическая теория газов»**

#### **§4. Объяснение давления газа.**

Для того чтобы объяснить давление газа, представим себе, что некоторое количество последнего заключено в неподвижном сосуде, и рассмотрим небольшую часть внутренней поверхности стенки сосуда. Об этот элемент поверхности непрерывно ударяются молекулы, направления движения которых образуют угол меньший  $90^\circ$  с нормалью, проведенной наружу к рассматриваемому элементу поверхности. Каждая из этих молекул по истечении очень короткого времени снова оставляет стенку и летит назад во внутреннее пространство сосуда. Если бы молекула вела себя совершенно аналогично упругому шару, ударяющемуся о твердую стенку, то при оставлении поверхности она обладала бы той же самой скоростью, какую она имела при налете, и направление ее движения составляло бы с нормалью, направленной внутрь сосуда, тот же самый угол, какой направление движения налетающей молекулы составляло с нормалью, направленной во вне сосуда.

Однако в действительности этот процесс не протекает столь правильно. Так как налетающая на стенку молекула состоит из атомов, которые помимо общего движения всей молекулы обладают еще особыми движениями, и так как, дальше, и сама стенка состоит из молекул и атомов, которые вопреки видимому покою стенки все-таки проделывают небольшие движения, то при ударе мы имеем дело не только с простым взаимодействием всей молекулы и неподвижной стенки, но и с особым взаимодействием составных частей, ближайшим образом подвергшихся влиянию удара...

Однако сказанное относится только к отдельным молекулам. В общем же случае, в предположении, что все возможные соответственно

данным обстоятельствам движения находятся друг к другу в указанном выше отношении, можно принять, что после отражения молекулы в среднем обладают той же самой живой силой, какую они имели в момент налета, и что среди отраженных молекул все направления движений по отношению к стенке представлены совершенно так же, как были представлены направления движения налетевших на стенку молекул. Коль скоро последнее признается твердо установленным, то при определении давления совершенно безразлично, если вместо среднего лишь равенства допустить существование равенства при каждом отдельном ударе, т.е. если допустить, что молекулы отражаются согласно тем же законам, что и упругие шары от неподвижной стенки.

Представим себе теперь, что подобный шар налетает в каком-либо направлении на стенку; тогда мы можем его поступательное движение разложить на две составляющих, из которых одна параллельна к стенке, а другая перпендикулярна к последней. Первая под влиянием удара не изменится, вторая же, наоборот, превращается в иную, которая равна ей по величине, но противоположна по направлению. Это превращение можно понимать таким образом, что шар под влиянием силы, проявленной по отношению к нему со стороны стенки, приобретает направленное внутрь количество движения, которое вдвое больше первоначально бывшего у него движения, направленного вовне. Первая половина его служит для того, чтобы уничтожить направленное наружу количество движения, а вторая после удара сохраняется. При этом стенка вследствие реакции получает направленное наружу нормальное количество движения, которое точно такое же вдвое больше того, какое имел вначале шар.

Тот же процесс имеет место при каждом ударе молекул. Следует, однако, при этом отметить, что действие каждого отдельного удара вследствие малой массы молекул очень незначительно, но зато число ударов, приходящихся в течение единицы времени даже на самый малый элемент поверхности, доступный нашему наблюдению, очень велико. Отсюда для нашего восприятия создается ложное впечатление, будто стенка получает сообщенное ей количество движения не благодаря отдельным толчкам, а под влиянием постоянно действующей силы, направленной изнутри наружу. Эта сила и есть та самая, которую мы называем давлением газа. Она должна быть уничтожена другой противоположно действующей силой; только при этом условии стена под ее влиянием не придет в движение.

Что касается величины движения, то уже путем поверхностного исследования можно до известной степени выяснить, от каких обстоятельств она зависит и каков должен быть характер этой зависимости.

Когда плотность газа увеличивается и в соответствии с этим количество молекул, находящихся в единице объема, возрастает, то благодаря этому и количество ударов тоже должно увеличиваться, а именно, при прочих равных условиях число ударов должно возрасти в том же самом отношении, как и число молекул, находящихся в единице объема. Согласно этому давление должно возрасти пропорционально плотности, что соответствует закону Мариотта...

Далее, общая скорость движения молекул изменяется, то вследствие этого по отношению к ударам наступает двоякого рода изменение. Во-первых, вместе со скоростью возрастает и количество ударов, а именно, при прочих равных условиях – в том же самом отношении, что и скорость. Во-вторых, возрастает интенсивность ударов, причем и это возрастание происходит в том же отношении, что и увеличение скорости. В силу этого давление, возникающее в результате общего действия ударов, должно увеличиваться соответственно квадрату скорости. Если допустить, что абсолютная температура представляет собой меру живой силы поступательного движения молекул и, следовательно, что она пропорциональна квадрату скорости, то изложенный выше вывод приводит к закону Гей-Люссака...

### **3.8. Х.Эрстед «Опыты, относящиеся к действию электрического конфликта на магнитную стрелку»**

Первые опыты по вопросу, рассматриваемому в настоящем труде, связаны с лекциями об электричестве, гальванизме и магнетизме, читанными мною прошедшей зимой. Основной вывод из этих опытов состоит в том, что магнитная стрелка отклоняется от своего положения равновесия под действием вольтаического аппарата и что этот эффект проявляется, когда контур замнут, и он не проявляется, когда контур разомкнут. Именно потому, что контур оставался разомкнутым, не увенчались успехом попытки такого же рода, сделанные несколько лет тому назад известными физиками...

Противоположные концы гальванического аппарата соединяют при помощи металлической проволоки, которую мы будем называть для краткости проволокой - проводником или соединительной проволокой. Действия, которые происходят в этом проводнике и в окружающем его пространстве, мы назовем электрическим конфликтом. <...>

Латунная стрелка, подвешенная также, как магнитная стрелка, совершенно не приводится в движение под влиянием соединительной проволоки. То же самое относится к стрелке из стекла или из гуммилака.

Рассмотрим вкратце, на основании всех этих фактов, как можно представить себе это явление.

Электрический конфликт действует только на магнитные частицы вещества. Все немагнитные тела проницаемы для электрического

конфликта. Однако магнитные тела, или, лучше сказать, магнитные частицы этих тел, сопротивляются прохождению этого конфликта, так что они оказываются увлеченными столкновением противоположных действий.

Согласно, изложенным фактам, электрический конфликт, по-видимому, не ограничен проводящей проволокой, но имеет довольно обширную сферу активности вокруг этой проволоки.

Кроме того, из сделанных наблюдений можно заключить, что этот конфликт образует вихрь вокруг проволоки. Иначе было бы непонятно, как один и тот же участок проволоки, будучи помещен под магнитным полюсом, относит его к востоку, а находясь над полюсом, увлекает его в западу.

Именно вихрем свойственно действовать в противоположных направлениях на двух концах одного диаметра.

### **3.9. М. Фарадей «Экспериментальные исследования по электричеству»**

...Представляется весьма необычным, чтобы, с одной стороны, всякий электрический ток сопровождался магнитным действием соответствующей интенсивности, направленным под прямым углом к току, и чтобы в то же время в хороших проводниках электричества, помещенных в сферу этого действия, совсем не индуцировался ток, не возникало какое-либо осязаемое действие, эквивалентное по силе этому току.

Эти рассуждения и вытекающие из них как следствие надежды получить электричество при помощи обыкновенного магнетизма в разные времена побуждали меня экспериментально изучить индуктивное действие электрических токов. Недавно я добился положительных результатов, и при этом не только оправдались мои надежды, но я получил в руки ключ, который, как мне кажется, открывает дверь к полному объяснению магнитных явлений Араго, а также к открытию некоторого нового состояния, которое, быть может, играет большую роль в некоторых наиболее важных явлениях электрических токов.

Эти результаты я предлагаю описать не в том порядке, в каком они были получены, а таким образом, чтобы дать наиболее сжатое образование их в целом.<...>

Результаты, которые ... были мною получены с магнитами, привели меня к мысли, что ток от батареи при пропускании его через один проводник действительно индуцирует подобный ток в другом проводнике, но что этот ток длится всего один момент и по природе своей походит скорее на электрическую волну, возникающую при разряде обыкновенной лейденской банки, чем на ток от гальванической



батарей, и что поэтому он, быть может, окажется в состоянии намагнитить стальную иглу, хотя на гальванометр действует едва – едва.

Это предположение подтвердилось: действительно, когда я, заменив гальванометр небольшой полый спиралью, намотанной на стеклянную трубку, ввел внутрь ее стальную иглу, соединил батарею, как и ранее, с индуцирующим проводом и затем вынул иглу еще до момента замыкания контакта с батареей, то она оказалась намагнитченной...

### **3.10. Д.К.Максвелл «Динамическая теория электромагнитного поля»**

Наиболее очевидным механическим явлением при электрических и магнитных опытах является взаимодействие, благодаря которому тела, находящиеся в определенных состояниях, приводят друг друга в движения, несмотря на наличие между ними довольно значительного расстояния.

Поэтому для научной трактовки этих явлений, прежде всего, необходимо установить величину и направление действующей между телами силы, и если найдено, что эта сила в какой-то мере зависит от относительного положения тел и от их электрического и магнитного состояния, то с первого взгляда кажется естественным объяснение этих фактов путем допущения существования чего-то другого, находящегося в покое или в движении в каждом теле, образующего его электрическое или магнитное состояние и способного действовать на расстоянии в соответствии с математическими законами.

Таким путем возникли математические теории статического электричества, магнетизма, механического действия между проводниками, несущими токи, и теория индукции токов. В этих теориях сила, действующая между двумя телами, рассматривается лишь как зависящая от состояния тел и их относительного положения, окружающая среда не принимается во внимание.

Эти теории допускают более или менее явным образом существование субстанций, частицы которых обладают способностью действовать друг на друга на расстоянии.

...Я предпочел искать объяснения фактов в другом направлении, предполагая, что они являются результатом процессов, которые происходят как в окружающей тела среде, так и в самих возбужденных телах, и пытаюсь объяснить взаимодействие между удаленными друг от друга телами без допущения существования сил, способных непосредственно действовать на заметных расстояниях. <...>

Та теория, которую я предлагаю, может быть названа теорией электромагнитного поля, потому что она имеет дело с пространством, окружающим электрические или магнитные тела, и она может быть названа также динамической теорией, поскольку она допускает, что в

этом пространстве имеется материя, находящаяся в движении, посредством которой и производятся наблюдаемые электромагнитные явления.

Электромагнитное поле – это та часть пространства, которая содержит в себе и окружает тела, находящиеся в электрическом или магнитном состоянии. <...>

Общие уравнения в дальнейшем применяются к случаю магнитного возмущения, распространяющегося через непроводящее поле, и показывается, что единственные возмущения, которые могут распространяться таким образом, это возмущения, поперечные к направлению распространения, и что скорость распространения является скоростью  $v$ . <...>

Эта скорость так близка к скорости света, что, по-видимому, мы имеем серьезные основания сделать заключение, что сам по себе свет (включая лучистую теплоту и другие излучения) является электромагнитным возмущением в форме волн...

### **3.11. Г.Герц «О соотношении между светом и электричеством»**

Если вы дадите физику некоторое количество камертонов и резонаторов и потребуете, чтобы он доказал вам конечность скорости распространения звука, то даже в ограниченном пространстве комнаты он не встретит никаких затруднений... Наш акустик покажет нам..., что места тихого звука повторяются периодически на одинаковых расстояниях; он измерит отсюда длину волны и, если он знает период камертона, получит отсюда же и скорость звука. В точности то же, и не что иное, изучаем мы с помощью наших электрических колебаний. Вместо камертона мы ставим электрически колеблющийся проводник. Вместо резонатора мы берем наш прерванный искровым промежутком провод, который мы тоже называем резонатором. Мы замечаем, что в отдельных положениях в пространстве он дает искры, а в других – не дает; мы видим, что мертвые зоны следуют друг за другом периодически по определенному закону, а тем самым доказана конечная скорость распространения и длина волны сделалась измеримой. Ставится вопрос – являются ли обнаруженные волны продольными или поперечными. Мы придаем нашему проводу два различных положения в одном и том же месте волны; при одном из них он отклоняется, при другом нет. Ничего больше не требуется, вопрос решен, волны являются поперечными. Спрашивается, какова их скорость. Мы делим измеренную длину волну на вычисленный период колебаний и находим скорость, близкую к скорости света. Если вызывает сомнение правильность вычисления, то у нас имеется и другой путь. Скорость электрических волн в проводах тоже чрезвычайно велика, и скорость наших волн в воздухе мы можем

сравнить с ней. Но скорость электрических волн в проводах уже давно определена путем прямого измерения... Таким образом, мы косвенно получаем чисто экспериментальное определение и нашей скорости. Если результат и оказывается грубым, то во всяком случае он не противоречит уже имеющемуся.

Все эти опыты очень просты в принципе, но тем не менее они влекут за собой важнейшие следствия. Они рушат всякую теорию, которая считает, что электрические силы перепрыгивают пространство мгновенно. Они означают блестящую победу теории Максвелла...

Существуют много любителей природы, которых интересует сущность света, которым доступно понимание простых опытов, но для которых при всем том теория Максвелла является книгой за семью печатями... Такие опыты действительно возможны. <...>

При их проведении мы уже целиком и полностью находимся в области учения о свете. Когда мы составляем план этих опытов, когда мы описываем их, мы мыслим уже не электрически, а оптически. Мы уже не видим токов, текущих в проводниках, и накапливающихся зарядов. Мы видим лишь волны в воздухе, видим, как они перекрещиваются, как они расходятся, складываются, взаимно усиливаются и ослабляются. Выйдя из области чисто электрических явлений, мы шаг за шагом пришли к явлениям чисто оптическим. Горный перевал перейден, дорога опускается и вновь выравнивается. Связь между светом и электричеством, которую теория предчувствовала, предугадывала, предвидела, установлена, - установлена вразумительно и понятно для здравого смысла.

### **3.12. Дж.Дж.Томсон «Катодные лучи»**

Эксперименты, обсуждаемые в этой работе, были предприняты для получения сведений о природе катодных лучей. Существует самые разнообразные мнения об этих лучах. Согласно почти единодушному мнению немецких физиков, они вызваны каким-то процессом в эфире, так как в однородном магнитном поле их движение круговое, а не прямолинейное..., другая точка зрения об этих лучах полностью отлична от эфирной; лучи всецело материальны, и отмечают траектории частичек вещества, заряженных отрицательным электричеством. С первого взгляда может показаться, что не трудно определить разницу между этими точками зрения; однако опыт показывает, что это не так, ибо среди физиков, которые глубоко изучили этот предмет, можно найти сторонников и той и другой теории.

В целях исследования большое преимущество над эфирной теорией имеет теория электрически заряженных частиц...

Чтобы проверить некоторые следствия теории электрически заряженных частиц, были проведены следующие эксперименты. <...>

Отклонение катодных лучей электростатическим полем. <...> отклонение было пропорционально разности потенциалов между пластинами, и я уже смог обнаружить отклонение, когда разность потенциалов составляла всего 2В. Отклонение имело место, только когда вакуум был хорошим...

Магнитное отклонение катодных лучей в разных газах.

Так как катодные лучи несут заряд отрицательного электричества, они отклоняются электростатической силой, как если бы они отрицательно наэлектризованы, и на них действует магнитная сила таким образом, как эта сила действовала бы на отрицательно наэлектризованное тело, движущееся по траектории этих лучей. Я не могу не прийти к заключению, что они являются зарядами отрицательного электричества, которые несут частицы вещества. Возникает следующий вопрос: что это за частицы – атомы ли они или молекулы, или еще более мелкие частицы вещества? Чтобы пролить свет на этот вопрос, я провел серию измерений отношения массы этих частиц к их заряду. <...>

Таким образом, для носителей электричества в катодных лучах величина  $m/e$  очень мала по сравнению со значением этой величины для носителей заряда в электролизе. Малость величины  $m/e$  может быть вызвана малым значением массы или большим значением заряда  $e$  ...

... в катодных лучах мы имеем вещество в новом состоянии, в котором деление вещества идет на много дальше, чем в обычном газовом состоянии; это состояние, в котором все вещество, полученное от разных источников, таких, как водород, углерод и т.д., есть вещество одного и того же вида. Это вещество, из которого построены все химические элементы.

### **3.13. П.Н.Лебедев «Световое давление»**

Когда пучок лучей падает на какое-либо тело, то одна часть падающих лучей отражается, а другая их часть или проходит сквозь тело (прозрачное) или поглощается им (непрозрачное). Мы можем объяснить эти явления и даже предвидеть ход лучей в бесконечном числе частных случаев, если, следуя Максвеллу, предположим, что волны света суть электромагнитные волны, волны того же рода, как те, которые мы в настоящее время можем возбуждать искусственно электрическими процессами и которыми мы пользуемся для беспроволочной телеграфии. Разница заключается лишь в том, что длины волн, употребляемых в беспроволочной телеграфии, достигают сотен метров, тогда как электромагнитные волны светового пучка приблизительно в миллиард раз меньше и измеряются сотнями одной миллионной доли миллиметра.

Когда Максвеллу удалось объяснить все известные нам свойства светового пучка исходя из представления об электромагнитной природе света, то он же указал и на то, что его гипотеза неразрывно связаны с новыми, до тех пор неизвестными магнитными и электрическими силами света: световые лучи должны оказывать давление на все тела, на которые они падают. То обстоятельство, что эта особенность светового пучка до того времени ускользала от наблюдателей, легко объясняется малой величиной этих сил давления: Максвелл вычислил в 1873 году, что при ясном небе в полдень давление солнечных лучей на поверхность в  $4 \text{ м}^2$  едва достигает величины тысячной доли грамма...

В течение последующих двадцати лет средства экспериментальной техники разрослись в непредвидимом масштабе: даже в скромно оборудованных лабораториях экспериментатор мог располагать мощными источниками света в виде электрических дуговых ламп, а новые ртутные насосы позволили ему без затруднений разрежать воздух до одной миллионной доли атмосферы.

Таким образом, настало время, когда экспериментальное исследование светового давления стало возможным, и после трехлетней работы мне удалось сделать эти опыты (1900 г.). <...>

На основании всего изложенного выше в настоящее время можем утверждать, что существования сил светового давления как со стороны теоретического обоснования Максвеллом... так и со стороны полного экспериментального обследования этих сил, вне сомнения, является вполне доказанным.

### **3.14. А.Эйнштейн «Об одной эвристической точке зрения, касающейся возникновения и превращения света»**

...Согласно теории Максвелла, во всех электромагнитных, а значит и световых явлениях энергию следует считать величиной, непрерывно распределенной в пространстве, тогда как энергия весомого тела, по современным физическим представлениям, складывается из энергий атомов и электронов. Энергия весомого тела не может быть раздроблена на сколь угодно большое число произвольно малых частей, тогда как энергия пучка света, испущенного точечным источником, по максвелловской (или вообще по любой волновой) теории света, непрерывно распределяется по все возрастающему объему.

Волновая теория света ... прекрасно оправдывается при описании чисто оптических явлений и, вероятно, едва ли будет заменена какой-либо иной теорией. Но все же не следует забывать, что оптические наблюдения относятся не к мгновенным, а к средним по времени величинам. Поэтому, несмотря на полное подтверждение экспериментом теории дифракции, отражения, преломления, дисперсии и т.д., может

оказаться, что теория света приведет к противоречию с опытом, когда ее будут применять к явлениям возникновения и превращения света.

Я и в самом деле думаю, что опыты, касающиеся ... фотолуминесценции, возникновения катодных лучей при освещении ультрафиолетовыми лучами и других групп явлений, связанных с возникновением и превращением света, лучше объясняются предположением, что энергия света распределяется по пространству дискретно. Согласно этому сделанному здесь предположению, энергия пучка света, вышедшего из некоторой точки, не распределяется непрерывно во все возрастающем объеме, а складывается из конечного числа локализованных в пространстве неделимых квантов энергии, поглощаемых или возникающих только целиком.

Ниже я излагаю ход мыслей и факты, натолкнувшие меня на этот путь, в надежде, что предполагаемая здесь точка зрения, возможно, принесет пользу и другим исследователям в их изысканиях...

Обычное представление о том, что энергия света распределяется в пространстве непрерывно, при попытке объяснить фотоэлектрические явления сталкивается с особенно большими трудностями. <...>

### **3.15. Н.Бор «О строении атомов и молекул»**

Для объяснения результатов опытов по рассеянию альфа-частиц веществом Резерфорд выдвинул свою теорию строения атома. Согласно этой теории, атом состоит из положительно заряженного ядра и системы окружающих его электронов, удерживаемых силами притяжения ядра. Общий отрицательный заряд электронов равен положительному заряду ядра. В ядре содержится основная часть массы атома, а его линейные размеры исключительно малы по сравнению с линейными размерами всего атома. Число электронов в атоме приблизительно равно половине атомного веса. К этой модели атома нужно относиться с большим вниманием, ибо, как показал Резерфорд, предположение о существовании таких ядер необходимо для объяснения опытных данных по рассеиванию альфа-лучей на большие углы.

При попытке объяснить некоторые свойства вещества на основе этой модели атома мы, однако, сталкиваемся с серьезными трудностями, вытекающими из кажущейся неустойчивости системы электронов. В ранее принятых моделях атома, например, предложенной Дж.Дж.Томсоном, эти трудности не возникали. По теории последнего, атом состоит из равномерно заполненного положительным электрическим зарядом шара, в котором электроны движутся по окружностям.

Основное различие между моделями, предложенными Томсоном и Резерфордом, заключается в том, что силы, действующие на электроны в модели Томсона, допускают определенные конфигурации и движения,

обеспечивающие устойчивое равновесие системы; такие конфигурации, по-видимому, не существуют для модели Резерфорда. Суть обсуждаемого различия яснее всего проявляется, если заметить, что среди величин, характеризующих первый атом, имеется одна – радиус положительно заряженного шара – с размерностью длины, притом того же порядка, что и линейная протяженность атома, тогда как среди величин, характеризующих второй атом (заряды и массы электронов и положительного ядра), такая длина отсутствует, и ее нельзя определить с помощью перечисленных величин.

Способ рассмотрения проблемы такого рода претерпел, однако, за последние годы существенные изменения благодаря развитию теории теплового излучения и появлению прямых подтверждений в опытах над различными явлениями (теплоемкость, фотоэффект, рентгеновские лучи и т.д.) тех новых предположений, которые были введены в эту теорию. Обсуждение этого вопроса приводит к выводу, что классическая электродинамика очевидно, неприменима для описания движения систем атомных размеров. Что касается законов движения электронов, то представляется необходимым ввести в эти законы чуждую классической электродинамике величину, а именно постоянную Планка или, как ее часто называют, элементарный квант действия. Если ввести эту величину, то вопрос о стабильных конфигурациях электронов в атомах существенно меняется, так как размерность и величина этой постоянной таковы, что вместе с массой и зарядом частиц она позволяет определить длину нужного порядка.

### **3.16. Из письма Э.Резерфорда к Н.Бору**

Манчестер

20 марта 1913 г.

Дорогой д-р Бор!

... Я прочел вашу работу с великим интересом, но мне хочется бережно просмотреть ее снова, когда у меня будет больше досуга. Ваши взгляды на механизм рождения водородного спектра очень остроумны и представляются отлично разработанными. Однако сочетание идей Планка со старой механикой делает весьма затруднительным физическое понимание того, что лежит в основе такого механизма. Мне сдаётся, что есть серьёзный камень преткновения в вашей гипотезе, и я не сомневаюсь, что Вы полностью сознаете это, а именно: как решает электрон, с какой частотой он должен колебаться, когда происходит его переход из одного состояния в другое? Мне кажется, Вы будете вынуждены предположить, что электрон заранее знает, где он собирается остановиться.

### 3.17. Э.Ферми «Нейтрон»

... Нейтрон – сравнительно тяжелая частица, имеющая массу, равную одной массовой единице, и, как известно, нулевой заряд, которому он обязан своим названием. Его огромное значение в строении вещества было понято почти немедленно после открытия; атомные ядра состоят из различного числа протонов и нейтронов, определяющих их заряд и массу...

Примерно в 1934 г. Супруги Жолио-Кюри сделали весьма важное открытие: бомбардируя некоторые вещества  $\alpha$  - частицами, они открыли, что после бомбардировки в веществах возникает искусственная радиоактивность, т.е. вещества становятся радиоактивными. Это было исключительно важное открытие: радиоактивность перестала подчиняться кажущемуся закону независимости от внешних воздействий, «позволявшему» воспроизвести ее; только после открытия Жолио-Кюри ее удалось создать искусственно...

Чтобы вызвать искусственную радиоактивность с помощью нейтронов, достаточно весьма простой опыт, который легко выполнить, имея маленький источник нейтронов. Опыт выполняется следующим образом. В непосредственной близости от источника нейтронов помещается пластинка алюминия или железа, или вообще того элемента, который желательно изучить, и оставляется на некоторое время, которое может составлять минуты, часы, дни (в зависимости от случая). Нейтроны, вылетающие из источника, ударяют в какие-либо из ядер вещества. При этом происходит множество реакций самого различного типа. В грубых чертах их можно описать так. Когда нейтрон приближается к ядру бомбардируемого элемента, он не отталкивается из-за своей нейтральности. Этим значительно увеличивается вероятность его присоединения к ядру. Конечно, ядро мало, и поэтому трудно в него попасть, но ядро, так сказать, не защищается. Когда нейтрон сталкивается с ядром, могут произойти различные явления. Может случиться так, что нейтрон будет просто поглощен ядром и произойдет возбуждение последнего, после чего оно может испустить электромагнитное излучение в форме гамма-лучей и превратиться в ядро, вес которого на единицу больше. Эта реакция обозначается символом  $(n, \gamma)$ . Другими из числа наиболее обычных реакций являются реакция  $(n, p)$  (захват нейтрона и вылет протона) и реакция  $(n, \alpha)$  (захват нейтрона и вылет  $\alpha$  - частицы). Имеются и другие реакции, но здесь мы не будем их приводить.

Во всех этих реакциях образуется ядро, отличное от исходного, потому что в одном случае нейтрон присоединяется к ядру, а в других случаях он обменивается на протон или на  $\alpha$  - частицу. Обычно исходят из устойчивого ядра, причем в большинстве случаев приходят к неустойчивому, т.е. радиоактивному, ядру. Радиоактивность может быть



измерена экспериментальными методами весьма большой чувствительности, в частности счетчиками Гейгера-Мюллера. Счетчик регистрирует распад атомов за несколько секунд или минут, поэтому явление, количественно очень слабое, в действительности весьма легко наблюдаемо. Автор должен сознаться, что в то время он был преимущественно физиком-теоретиком, поэтому если нам иной раз и удавалось проводить крайне простые опыты, то едва опыт становился немного сложнее, как он выходил за пределы наших экспериментальных возможностей. В таких случаях помощь оказывали коллеги... Наша группа имела счастье произвести то, что можно назвать случайным открытием. Был один опыт, на который автор, откровенно говоря, даже не рассчитывал, что произойдет; однако открытие было случайным и его не искали. Речь идет об открытии так называемых медленных нейтронов.

Проводимые в тот период опыты были не полностью воспроизводимы, так как нельзя было достигнуть абсолютно идентичных условий. В связи с этим опыты носили несколько случайный характер. Все же наблюдались различия, казавшиеся необъяснимыми. Именно активность в примерно одинаковых случаях получалась иногда малой, а то вдруг большой. Случалось, наконец, что, помещая облучаемую пластинку достаточно далеко от источника, так, что активность должна была бы получиться почти неизмеримой, мы, напротив, измеряли определенную активность. Поскольку явление, хотя и странное, можно было воспроизвести, мы стали производить серию наблюдений, помещая активируемые объекты один за другим, в надежде напасть на такие обстоятельства, которые дадут ключ к решению проблемы. И ключ нашелся, когда между облучаемым объектом и источником оказался маленький кусочек парафина. Этот кусочек парафина увеличивал интенсивность немедленно, хотя и немного. Поэтому возник вопрос: если это делает малое количество парафина, что же сделает большое количество?

Помещая все большее и большее количество парафина, мы, в самом деле, увеличивали эффект: интенсивность увеличивалась примерно в 20-50 раз... Потом стало понятно, что это странное явление, вероятно, должен был бы ожидать физик-теоретик; это был эффект замедления нейтронов. Замедление происходит в парафине, содержащем в весьма значительной доле водород. <...>

В наших опытах того периода по поглощению среди прочих облучаемых элементов был уран; было отмечено, что он ведет себя странно, но мы не предвидели, насколько странным окажется его поведение. <...>

Автору явление деление стало известно в январе 1939г. Естественно, в физике был период оживления: во многих лабораториях экспериментаторы спешно исследовали особые свойства этого нового

типа разложения ядер. Тогда мы впервые поняли, что явление такого рода открывает перед ядерной физикой большие перспективы.

У автора возникла идея, подтвержденная дальнейшими опытами: в результате деления ядра на два осколка могут образоваться еще нейтроны, подобно тому, как при разрыве капли иной раз получаются мелкие брызги. Тогда как следствие может оказаться, что нейтрон, произведший деление, образует в среднем, допустим, еще два, так что становится возможной цепная реакция...

Эта идея много обсуждалась. Стали искать подтверждение вышеуказанной гипотезы. Экспериментальное доказательство дал Жолио с несколькими своими сотрудниками, группа, работавшая с нами в Кембриджском университете, и, более или менее, независимо, Сцилард с сотрудниками. С тех пор автор настоящих лекций на многие годы посвятил всю свою деятельность экспериментам такого типа, чтобы выяснить, к чему можно прийти...

### **3.18. Некоторые дидактико-методические замечания к использованию в образовательном процессе содержания третьего раздела**

В рамках механики Ньютона чисто кинематические исследования, т.е. без связи с законами динамики, сопряжены с рядом методических трудностей, связанных с возможностью описания, но невозможностью объяснения движений. Только в теории относительности, кинематика представлена как достаточно самостоятельное учение о движении.

Необходимо взаимосвязывать, но не отождествлять понятия силы и взаимодействия. Последнее шире понятия силы. Термин «сила» - полипонятийный: сила тока, электродвижущая сила, сила света, сила воли, сила разума и т.д. никакого отношения к физическому понятию силы не имеют.

В вопросе о связи работы и энергии предпочтительно соблюдение совпадений исторического и логического в познании. Работа – первичное понятие; всякая работа имеет определенный энергетический эффект. Так работа ускоряющей силы приводит к определенной кинетической энергии; работа против силы тяготения или упругости – к появлению потенциальной энергии; работы против силы трения – к приращению внутренней энергии...

Развитие идеи дискретности материи протекало при постоянном противодействии сторонников непрерывности. Окончательная победа атомистики произошла только в начале XX века после создания теории броуновского движения (1905 год) и экспериментального подтверждения этой теории в 1908 году!

Понятия количества теплоты, теплоемкости и т.д. тесно связаны с гипотезой теплорода, а поэтому этимология должна быть тесно связана с методикой изучения физики.

По исторической традиции внимание акцентируется на неподвижных зарядах и окружающем их силовом поле (электростатика). В действительности все заряженные частицы находятся в движении, и устойчивое состояние покоя в системе заряженных частиц невозможно. Вместе с тем в теории мы часто пренебрегаем эффектами, возникающими при относительном движении заряженных частиц. Изучение электрического тока, если следовать исторической традиции, неразрывно связано с первыми источниками ЭДС, а это предполагает владение понятием контактной разности потенциалов. Поэтому здесь педагогически целесообразным является логический путь.

Фундаментальным знанием является то, что возбуждение индукционного тока в проводнике, движущемся в постоянном магнитном поле, и в неподвижном проводнике, который находится в переменном магнитном поле, подчиняется одному и тому же закону электромагнитной индукции. Современная физика считает, что линии напряженности электрического поля и индукции магнитного поля – это геометрическое место точек, в которых данное поле (электромагнитное) имеет состояние отличное от состояния в других точках. Состояние поля может перемещаться в пространстве со скоростью света.

Введение в физику полевых представлений и формирование физического понятия «поле» явилось актом революционного характера в познании мира. Произошел переход от механистического мировоззрения к электродинамическому (диалектическому), когда поле рассматривается как реальный материальный объект, существенно взаимодействующий с частицами вещества. Самая важная особенность электромагнитного поля выражается в неразрывной взаимосвязанности и взаимообусловленности электрической и магнитной составляющих.

История спектрального анализа дает очень богатый и педагогически ценный материал для иллюстрации механизма физического открытия и рождения научных знаний, сущности метода научного познания и его педагогического эквивалента.

Педагогически целесообразно структурировать содержание учебного материала в виде конкретных структурно-логических схем разной степени обобщенности.

«Если вы можете измерять и выразить в числах то, о чем говорите, то об этом предмете вы кое-что знаете, если не сможете сделать этого, то ваши познания скудны и неудовлетворительны. Быть может, они и представляют первый шаг исследования, но едва ли позволительно думать, что ваша мысль продвинулась до степени настоящего знания». (В.Томсон). Метрология является одним из древних

разделов науки, ибо необходимость измерять – одна из важнейших потребностей человека. Знание об измерениях прогрессировало и соответственно возрастали требования к точности измерений.

История систем единиц очень поучительна в научном, а следовательно, и учебном познании. Фундаментальная идея – измерение всех физических величин можно свести к измерению всего лишь длины, времени и массы. Это абсолютная система единиц методологически очень ценная именно в научном плане. Введение интернациональной системы (СИ) было обусловлено нуждами инженерной практики, т.е. продиктовано естественным союзом науки и техники!

### **3.19. Вопросы и задания для самостоятельного критически-аналитического осмысления**

1. Какой фундаментальный физический принцип отражен в стихотворении 3.1? Ответ необходимо подтвердить конкретным примером.

2. Читая параграф 3.2, сравните терминологию И.Ньютона с современной физической терминологией и составьте таблицу понятийных соответствий.

3. Каковы физические модели поэтически представлены в параграфе 3.3.? «Изобразите» эти модели.

4. Как соотносятся взгляды М.В.Ломоносова (параграф 3.4.) с современными научными взглядами? Кратко запишите свои выводы.

5. Почему работу С.Карно (§ 3.5) можно квалифицировать как фундаментальную? Какова главная мысль этой работы? Запишите эту мысль.

6. Переведите содержание текста параграфа 3.7. на «математический язык». Запишите вывод формулы основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов.

7. Почему опыт Х.Эрстеда является фундаментальным (§ 3.8)? Содержание этого опыта схематизируйте и опишите с использованием современной научной терминологии.

8. Что общее и особенное в содержании параграфов 3.9, 3.10, 3.11? Каковы роль, место и значение этих научных результатов в теории электромагнитных явлений? Составьте тезисы научной статьи, обобщающей содержание указанных параграфов.

9. Какова научная ценность и главный итог опытов Дж.Дж.Томсона (§ 3.12)? Какое научное открытие было сделано и как оно повлияло на дальнейшее развитие физики?

10. Как опыты П.Лебедева (§ 3.13) и теория Эйнштейна (§ 3.14) связана с теорией Д.Максвелла и опытами Г.Герца? Результаты анализа этого содержания оформите в виде краткой научной статьи.

11. Обобщите содержание параграфов 3.15, 3.16, 3.17 и оцените ценность этих научных открытий. Выводы пунктуально запишите.

12. Результаты выполнения самостоятельной работы (1-11) сравните с содержанием параграфа 3.18 и внесите коррективы в свою систему знаний.

## **4. Образовательная ценность научных достижений – важнейшая составляющая духовной культуры**

### **4.1. Понимание роли моделей в научном и учебном познании**

Без создания и использования моделей невозможно создание фундаментальных научных теорий. Тогда и модели, лежащие в основе этих теорий, следует называть фундаментальными в отличие от множества частных моделей. Фундаментальные модели создаются «на бумаге», служат сравнительно долго (или неограниченно долго) и охватывают целые области физических систем и явлений.

Во многих научных и научно-технических задачах нас вполне удовлетворяет модель 3-мерного пространства геометрии Евклида. Однако в специальной теории относительности принята другая модель, это – 4 мерное пространство – время. Вблизи огромных гравитационных сосредоточений 4-мерное пространство - время искривляется и описывается неевклидовыми геометриями, т.е. материя является неразрывной с пространством – временем и влияет на его геометрию.

Исходные положения математики (определения и аксиомы) – это обобщения практического жизненного опыта, а все остальное носит характер логических построений. Аналогично «конструируются» модели! В этом одна из основных причин той эффективности, которой обладают математические модели в описании явлений природы и физико-технических процессов.

Экспериментальная проверка промежуточных результатов математических исследований на соответствие их реальности не требуется; достаточно проверить лишь конечный результат. Совпадение результатов вычислений с результатами экспериментальной проверки свидетельствует о том, что созданная и использованная модель и соответствующий ей математический аппарат удачно сочетаются с постановкой исследовательской задачи.

В первоосновах математических исследований в рамках принятой модели лежит физическая реальность, поэтому «красивые» результаты означают, что используемый в данном случае математический аппарат адекватен постановке задачи. Однако изящные результаты теоретических исследований никогда не исключают необходимость их экспериментальной проверки. При всей своей абстрактности математика достаточно и конкретно объективна, и при всей своей самостоятельности значительно связана с физической реальностью и зависима от нее.

Очень «красиво» эту ситуацию обрисовал В.П.Смилга в своей статье «Физика и математика». Эта статья очень ценна в

образовательном плане, т.е. с педагогической точки зрения, поэтому некоторые отрывки из нее приведем полностью

• Математика, как известно, «царица и служанка всех наук». Наука становится наукой постольку, поскольку в нее проникает число – так писал замечательный французский математик Эмиль Борель. А если говорить о математике и физике, то, на первый взгляд, вообще трудно различить, где кончается математика и начинается теоретическая физика. Что касается физики экспериментальной – тут более или менее ясно. Эксперимент – это эксперимент. А вот теоретическая физика – это казалось бы, просто глава математики. Кстати, иногда так и думают. Но вот Л.Д.Ландау любил повторять, что математики доказывают теоремы для собственного удовольствия, а для физика – теоретика самое опасное перегрузиться математической ученостью. Можно, конечно, спорить с такой позицией, но, вероятно, нельзя отказать Ландау в праве иметь свои соображения о теоретической физике. И Ландау далеко не одинок. Пожалуй, не найдешь ни одного крупного физика-теоретика, который в той или иной форме не подшучивал бы над математикой и математиками. Правда, математики тоже не безответны. Еще Давид Гильберт (один из самых признанных острословов среди знаменитых ученых) говорил: «В сущности теоретическая физика слишком трудна для физиков». Но сам он, хотя и пробовал заниматься теоретической физикой (общей теорией относительности), успеха не добился, и А.Эйнштейн характеризовал его работы как «жюльничество (обычно, корректно переводят – «плутни») сверхчеловека». Конечно, все это легкое взаимное подкалывание следует понимать «в пиквикском смысле». Реально – профессионалы столь смежных областей весьма и весьма уважают и ценят друг друга. Но нам сейчас важно, что все они – и физики-теоретики, и математики полагают: науки наши разные. И, очевидно, им приходится верить, потому что кому же в конце концов судить, как не им.

• Можно много и долго рассуждать. Можно повторить много умных слов, которые говорились по этому поводу. Но может лучше просто рассказать несколько историй, новел, притч – как вам угодно – а там, вы вольны сами делать выводы. Впрочем, я не смогу удержаться от назидательного резюме. Думаю нам полезно прислушаться к замечанию Исаака Ньютона, который как-то обмолвился: «При изучении наук примеры полезнее правил».

#### • История первая

В 1924 г. тридцатисемилетний профессор Цюрихского университета Эрвин Шредингер прочитал работу де Бройля, в которой движению свободных частиц сопоставлялись некие волны материи. Что это такое, как интерпретировать эти волны, как частица может одновременно обладать и волновыми свойствами – все это совершенно не

было понятно тогда, да и сейчас (здесь я могу сослаться на такой авторитет как Фейнман) до конца неясно.

При всех блестящих успехах квантовой механики, при всех ее фантастических достижениях, при том, что в наши дни некоторые ее разделы стали уже инженерными прикладными дисциплинами, логическая структура теории – ее суть, до сих пор достаточно туманны.

Но сейчас разговор не об этом, а о том, что Шредингеру чрезвычайно была несимпатична концепция Бора о квантовых «скачках». Заранее оговорю: у нас нет возможности даже поверхностно анализировать любую из проблем, о которой будет идти речь, поэтому все дальнейшее – это маленькое собрание притч. Итак, концепция Бора не увлекала Шредингера. С другой стороны имел место несомненный экспериментальный факт: атомные спектры дискретны. А теория Бора – симпатична она или нет – объясняет закономерности этих спектров.

Но в классической физике давно была известна огромная область, в которой регулярно встречались с дискретными решениями. Именно: теория волн. Например струна, закрепленная на концах, может колебаться только с определенными частотами. Число возможных частот бесконечно, но их значения каждый раз строго определены. Они не могут быть любыми. Это дискретный набор. Все частоты кратны одной – основной. Вот собственно и все факты.

Кстати, если быть совсем точными, то смутную идею о том, что частицы могут обладать волновыми свойствами еще до де Бройля высказал Эйнштейн, и он же первым обратил внимание научной общественности на работы де Бройля. Тем не менее большинство физиков восприняло идеи де Бройля весьма скептически... благо, найти слабые неясные места у де Бройля было нетрудно. Большинство, но не Шредингер.

Он решил попробовать написать волновые уравнения для электрона в атоме. Попросту он хотел провести какую-то аналогию между атомом и струной или, если угодно, колебаниями жидкости в сосуде, или колебаниями электромагнитного поля в резонаторе. Физики прекрасно знали, что колебательные процессы встречаются в самых различных сферах их науки. Но до сих пор, когда писали волновые уравнения, всегда было ясно по меньшей мере то, какой физический смысл имеет функция, для которой написано уравнение. Шредингер же совершенно не понимал, на первом этапе, что такое его функция. Более того, он позже признавался, что даже не подозревал, какой успех ожидает его уравнение. Он пробовал. Пробовал потому, что интуиция подсказывала: «здесь что-то есть».

Но первая попытка, как рассказывает Дирак, закончилась печально. Шредингер ошибся (собственно, не ошибся, а не учел тогда еще неизвестный спин электрона), и результаты его теории не совпадали



с экспериментом. Реакция – типична для физика. Если теория не согласуется с опытом – метод порочен. И на несколько месяцев он забросил работу. Лишь позже Шредингер заметил, что если ограничиться частным нерелятивистским случаем своей теории, она дает правильные результаты. Тогда–то он и опубликовал свою работу первую из тех, что привели к созданию волновой механики.

Мораль. В этой грубой неточной схеме тем не менее можно усмотреть, как физик-теоретик приходит к открытию (в нашем случае гениальному). Никакой логической строгости. Интуиция. Догадки. Аналогии. Сравнение с экспериментом. Если какая-то, пусть совершенно неясная, но внутренне непротиворечивая логическая схема приводит к совпадению с опытом – значит: «тут что-то есть». А что именно: покажет будущее. Может оказаться (и так бывало не раз), угадан лишь ничтожный кусочек реальной картины. Может – и так было со Шредингером – что вы нашли истину. И еще одно: теория должна быть красива. Физик не всегда может логически обосновать свои идеи. Поэтому он апеллирует к интуиции. А если так – красота далеко не последний аргумент. Об этом много и настойчиво говорил Эйнштейн.

- История вторая

Примерно в те же волнующие годы (до сих пор все участники эпопеи создания квантовой механики чуть сентиментально вспоминают об этой эпохе как лучшем времени их жизни) экспериментаторы преподнесли новый подарок. Атомные спектры часто вели себя не так. Если поместить атом в магнитное поле, наблюдаемая картина совершенно не совпадала с той, которую предсказывала теория. Довольно быстро ряд ученых сообразили, что все можно было бы объяснить, предположив, что электрон имеет собственный момент количества движения – т.е. вращается вокруг собственной оси подобно волчку. И столь же быстро все они обнаружили, что объяснить эксперимент можно, лишь допустив: скорость вращения периферии электрона во много раз больше скорости света. Но это был абсолютный нонсенс. Теория относительности уже давно завоевала признание, а она, как известно, подобное запрещала. И это еще не все. Имелись и другие несуразности. И, наконец, если последовательно развивать теорию вращающегося электрона, то нужно отметить, что результаты ровно в два раза расходились с экспериментом. Правда, это-то как раз не слишком пугало. Если результат теории отличается от эксперимента ровно в два раза, то хочется верить, что это не случайно. Хуже было все остальное. И все же крупнейшие физики того времени один за другим похоронили для себя вращающийся электрон.

В 1925 г. двадцатилетний юноша Крониг (впоследствии он стал почтенным профессором) заново начал развивать идею вращающегося электрона. Он очень хорошо и последовательно рассмотрел вопрос, но ни

Гейзенберг, ни Паули, ни Крамерс, ни другие ведущие теоретики не поддержали его. К тому же Крониг отчетливо видел все несуразности теории, но не опубликовал свою работу. Проблема поведения атомных спектров в магнитных полях продолжала мучить физиков. Паули, Гейзенберг, Бор пытались что-то сделать, но в итоге, как открыто признал Бор, осталось лишь «чувство грусти и безнадежности». Брешь была пробита в октябре 1925 г знаменитым письмом Уленбека и Гаудсмита в *Naturwissenschaften*, представленным Эренфестом. Авторы не знали об идеях Кронига: они, как и Крониг, исходили из четырех квантовых чисел Паули и предлагали интерпретировать  $S$  и  $M_s$ , как квантовые числа, характеризующие вращательное состояние электрона. Для объяснения аномального эффекта Зеемана они предположили, что отношение собственного магнитного момента электрона к механическому моменту вдвое больше чем в орбитальном движении. Взаимная ориентация векторов спина и орбитального момента была причиной релятивистского дублетного расщепления.

В речи, произнесенной в Лейдене в 1955 г. по случаю занятия профессорской кафедры Лоренца, Уленбек рассказал об открытии и публикации гипотезы о вращающемся электроны:

«Гаудсмит и я пришли к этой идее, изучая статью Паули, в которой был сформулирован знаменитый принцип запрета и электрону впервые приписывались четыре квантовых числа. Вывод Паули был довольно формальным; он не связывал никакой конкретной картины со своим предположением. Для нас оно оказалось загадкой. Мы свыклись с представлением, что каждому квантовому числу соответствует степень свободы, и, с другой стороны, с точечностью электрона, который очевидно, имел лишь три степени свободы, и не могли найти места для четвертого квантового числа. Мы могли принять его только в том случае, если электрон является маленькой сферой, способной вращаться...

Несколько позже мы обнаружили из работы Абрагама (на которую обратил наше внимание Эренфест), что множитель 2 в магнитном моменте вращающейся сферы с поверхностным зарядом можно понять классически. Это ободрило нас, но наш энтузиазм в значительной мере остыл, мы обнаружили, что скорость вращения на поверхности электрона должна во много раз превышать скорость света! Я помню, что основные соображения пришли нам в голову как-то во второй половине дня в конце сентября 1925 г. Мы были взволнованы, но не имели ни малейшего намерения, что бы то ни было предавать гласности. Это казалось столь необоснованным и дерзким, что где-то, несомненно, должна была таиться ошибка, да и Бор, Гейзенберг и Паули, наши большие авторитеты, никогда не предлагали ничего подобного. Но мы, конечно; рассказали обо всем Эренфесту. Он сразу заинтересовался,

главным образом, я думаю, благодаря наглядному характеру гипотезы, бывшей вполне в его духе. Он обратил наше внимание на несколько пунктов (в частности, указал, что в 1921 г. Комптон предлагал идею о вращающемся электроны в качестве возможного объяснения естественной единицы магнетизма) и, наконец, заявил, что это либо очень важно, либо чепуха, и что мы должны написать короткое письмо для *Naturwissenschaften* и отдать ему. Он кончил словами: «und dann werden wir Herr Lorentz fragen» (нужно спросить г-на Лоренца). Так и поступили. Лоренц встретил нас с присущим ему радушием и вниманием и очень заинтересовался нашей идеей, хотя, я думаю, в душе относился к ней несколько скептически. Он обещал нам подумать над этим. И действительно, уже через неделю он передал нам написанную замечательным почерком рукопись, содержащую длинные расчеты электромагнитных свойств вращающегося электрона. Мы не вполне поняли их, но было очевидно, что представление о вращающемся электроны, если его принимать всерьез, связано с большими трудностями. Например, магнитная энергия электрона должна быть столь велика, что его масса по принципу эквивалентности должна превосходить массу протона, или, если принять известное значение, массы, его размеры должны превосходить размеры атома! И то и другое казалось бессмыслицей. Мы с Гаудсмитом чувствовали, что, быть может, пока лучше воздержаться от каких-либо публикаций, но когда мы сказали о своем намерении Эренфесту, он ответил: «Я уже давно отправил ваше письмо в печать, вы оба достаточно молоды, чтобы позволить себе сделать глупость!»

Гейзенберг поздравил Гаудсмита со смелой работой и спросил, как тот не побоялся выбросить лишний множитель 2 в формуле для дублетного расщепления (т.е. в той самой формуле, которую Крониг вывел и сообщил Паули, Гейзенбергу и Крамерсу). В письме Гейзенберга (от 21 ноября 1925 г) вывода этой формулы не содержалось. Уленбек в письме рассказывает:

«Получив этот результат от Гейзенберга, мы попытались вывести его сами. Существенную помощь нам оказал Эйнштейн, бывший в то время в Лейдене, который посоветовал перейти в систему координат, где электрон покоится, и рассмотреть, как преобразуется кулоново поле. Выкладки после этого стали вполне очевидными».

Таким образом, Эйнштейн, Уленбек и Гаудсмит вывели заново формулу Кронига для дублетного расщепления с лишним множителем 2 при помощи такого же преобразования Лоренца, какое использовал Крониг. Именно это объяснение дублетного расщепления склонило Бора к гипотезе вращающегося электрона. Бор пишет в письме к Кронигу:

«Когда я приехал в Лейден на торжества, посвященные Лоренцу (декабрь 1925 г), Эйнштейн спросил меня сразу, как только я его увидел,

что я думаю о вращающемся электро́не! На мой вопрос о причине взаимодействия направления спина с орбитальным движением, он ответил, что это взаимодействие является непосредственным следствием теории относительности. Его замечание было полным откровением для меня, и с тех пор я никогда не сомневался, что нашим затруднениям пришел конец».

В письмах к Паули (от 24 ноября) и Гаудсмиту (от 9 декабря) Гейзенберг выдвинул ряд возражений против идеи о вращающемся электро́не, и главным среди них снова был множитель 2, однако под влиянием оптимизма Бора Гейзенберг уже к 24 декабря изменил свое мнение.

А Паули остался при своем. Он встретил на гамбургском вокзале Бора, когда тот ехал из Копенгагена в Лейден, и строго-настрого предостерег его против гипотезы о спине. После возвращения Бора из Лейдена Паули встретил его в Берлине, выразил в резких словах разочарование по поводу его отступничества и высказал сожаление, что в атомной физике возникает новая «ересь».

Из писем Паули к Бору и из его Нобелевской лекции мы можем заключить, что основные возражения Паули против гипотезы о спине сводились к следующему: 1) лишний множитель 2 в формуле для дублетного расщепления, который не был устранен даже когда Паули и Гейзенберг проделали все вычисления заново, пользуясь новой квантовой механикой Гейзенберга; 2) классический характер гипотезы о вращающемся электро́не. Сократов демон Паули, его интуиция (как мы говорим сегодня) подсказал ему, что «двузначность электро́на» является типично квантовым эффектом, который нельзя описать на языке классической механики.

Наконец, множитель 2 был устранен Томасом. Корректно пользуясь методами релятивистской механики, Томас получил правильное значение для дублетного расщепления. Свою первую статью он написал в феврале 1926 г в Институте Бора в Копенгагене. Именно вычисления Томаса заставили Паули в марте 1926 г согласиться с идеей о вращающемся электро́не. В Нобелевской лекции он пишет:

«Хотя сначала я сильно сомневался в этой идее ввиду ее классического характера, но в конце концов все же стал ее сторонником, после того как Томас вычислил величину дублетного расщепления. С другой стороны, мои прежние сомнения, а также осторожное выражение «двузначность, не поддающаяся классическому описанию», в дальнейшем получили известное подтверждение, так как Бор показал с помощью волновой механики, что спин электро́на нельзя измерить в классически описываемых опытах...»

Гипотеза о вращающемся электро́не состоит из трех утверждений: 1) электрон вращается; 2) он обладает механическим моментом с

составляющей по заданному направлению  $M_s = \pm \frac{1}{2}$ ; 3) он обладает магнитным моментом, равным  $2M_s$ .

Паули неохотно принял первое утверждение из-за его классического содержания. Мы знаем теперь, что он был прав. Спин нельзя описывать «классической кинематической моделью...».

Мораль. Вы прочли одну из самых поучительных и прекрасных историй о физиках. Рассказал нам ее замечательный математик и историк науки Ван-дер-Варден. Не смущайтесь, если физическое содержание осталось неясно. Это совершенно несущественно. Но стиль, характер мышления физиков можно почувствовать и не понимая самой проблемы. И, заметьте, до сих, когда прошло почти пятьдесят лет, и спин давно уже завоевал себе почетное «место под Солнцем», с точки зрения нашей обыденной классической интуиции он остался уродом. Существует давний, милый анекдот о популяризации науки. Лектор объясняет, что такое беспроводный телеграф. «Сначала, - говорит он, - я объясню вам более простую вещь: проводочный телеграф. Представьте себе кошку длиной в несколько тысяч километров. Если на одном конце кошки нажать ей на хвост, то на другом она мяукает. Такова принципиальная схема проводочного телеграфа. Теперь представьте себе то же самое, но без кошки. Это и есть беспроводный телеграф».

К спине этот анекдот имеет самое непосредственное отношение. Представьте себе момент количества движения... без вращения. Это и есть спин.

Как помните отрывок из книги Ван-дер-Вардена кончается словами: «Паули ... был прав». А Паули протестовал против магнитного электрона...

И еще. Для физика важно одно – «что же творится на самом деле» в его реальном мире. Математика могут увлекать чисто логические построения..., но прежде всего, прежде всех оценок стоит один главный вопрос: безупречна ли работа с точки зрения логики? Правильна ли она? Впрочем, сам этот вопрос и тем более ответ далеко не всегда так прост, как может показаться.

• Академик Фабрикант В.А. акцентирует внимание на том, что «также трезво надо оценивать взаимоотношения физики с математикой. Огромная роль математики в развитии физики бесспорна. Достаточно было Максвеллу составить систему уравнений электродинамики, как из них буквально потоком потекли неожиданные физические следствия...»

Но наряду с колоссальными достижениями всегда присутствует опасность бездумного применения математики, на что обращал внимание крупнейший ученый Крылов А.Н.

В наше время об этом напоминал на симпозиуме по кибернетике известный математик Джекобс Шварц в своем полемическом докладе с

интригующим названием: «Пагубное влияние математики на науку». Он говорил: «...готовность математики тщательно разработать любую идею, какой бы абстрактной она ни была, облечь как блестящие достижения, так и научные нелепости одинаковым образом во впечатляющий мундир формул и теорем. И, к сожалению, нелепость в мундире гораздо более убедительна, чем обнаженная нелепость».

Под настоящей математической культурой надо понимать и правильную оценку возможностей математики, которая включает ясное понимание того, что математика может на основе созданной модели физической реальности и чего она не может.

#### **4.2. Системность знаний – важнейшее положительное качество личности познающего субъекта**

Научные знания и их педагогический эквивалент – учебные знания – должны включать в себя и так называемые знания о знаниях, которые в процессе образования личности выполняют очень важные функции. Знания о знаниях являются условием и средством реализации педагогического принципа сознательности в обучении, а также формирования такого качества знаний как системность.

Для формирования системных знаний познающий субъект должен по ходу усвоения знаний в линейной и временной последовательности перестраивать их в своем сознании в такую структуру, в которой связи между элементами знаний соответствовали бы конечным теоретическим обобщениям.

Качественный образовательный процесс предполагает осознанность процессов собственной умственной деятельности. Осознанность процессов умственной деятельности применительно к обучению означает, что познающим субъектом осознаются не только научные знания и процессы их добывания, но и процессы усвоения этих знаний, т.е. собственной образовательной деятельности.

Системное усвоение отдельных физических теорий является условием необходимым, но недостаточным для целостного представления о науке.

Научная картина мира это высшая форма системности знаний о нем, это своеобразная модель действительности, в основе которой находятся знания о природе и обществе. Картину, отражающую научные представления о природе, называют естественнонаучной, а ее базисную часть – физической.

Физическая картина мира как синкретическая совокупность диалектически взаимосвязанных физических теорий отражает наиболее обобщенные взгляды на материю, пространство, время, движение взаимосвязи и взаимодействия.

Дополним изложенное в наших книгах всего лишь тремя, но важными примерами.

#### 4.2.1. Система знаний об электромагнитном поле

В 1855-1875 г.г. Джеймсом Максвеллом были созданы знаменитые уравнения, о которых Людвиг Больцман как-то сказал: «Тот был бог, кто написал эти строки».

Уравнения Максвелла содержат всего два новых аспекта по сравнению с тем, что было известно до него. Это утверждение о возникновении магнитного поля при любых изменениях электрического поля и запись всех соотношений электромагнетизма в дифференциальной форме, т.е. для бесконечно малых областей пространства. Однако именно это позволило создать новую модель физической реальности, включая электромагнитные процессы.

Электромагнитное поле – материальный объект, система уравнений его описывающая – математическая модель (идеальная модель материального объекта).

Определяющими поле переменными этой математической модели являются четыре векторные величины. Две из них связаны с силами, которые действуют на неподвижный или движущийся в поле заряд. Это есть вектор напряженности электрического поля (единица измерения -  $1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}}$ ) и вектор индукции магнитного поля (единица измерения -  $1 \frac{\text{Н}}{\text{Кл} \cdot \text{м}/\text{с}}$ ).

Две другие переменные характеризуют интенсивность источников поля. Это есть вектор электростатической индукции ( $\frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$ ) и вектор напряженности магнитного поля ( $\frac{\text{Кл} \cdot \text{м}/\text{с}}{\text{м}^2}$ ). Вектор электростатической индукции показывает, какой заряд «разман» на единице поверхности заряженного тела, как источника поля, вектор напряженности магнитного поля показывает, что образование магнитного поля определяется скоростью движения заряженного тела.

Эти четыре переменные в теории электромагнетизма входят в четыре аксиомы.

**Первая аксиома:** Линии, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора электростатической индукции, являются непрерывными кривыми, которые не пересекаются и не касаются друг друга; они начинаются или оканчиваются либо на заряженных телах, либо в бесконечности. В математической модели это звучит так: поток вектора электростатической индукции через любую

замкнутую поверхность равен сумме электрических зарядов, охватываемых этой поверхностью.

**Вторая аксиома:** Линии индукции магнитного поля всегда замкнуты. На языке математики: Поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен нулю.

**Третья аксиома:** Изменение потока магнитной индукции через поверхность, стягиваемую произвольным контуром, вызывает появление в этом контуре электродвижущей силы, равной циркуляции вектора напряженности индуцированного электрического поля вдоль контура.

**Четвертая аксиома** устанавливает связь между электрическими процессами и возникновением магнитного поля: Циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль любого замкнутого контура равна сумме токов, пересекающих поверхность, стягиваемую этим контуром. Эта аксиома не просто повторяет на математическом языке экспериментальный закон Ампера, а существенно обобщает его. Это одно из самых существенных отличий теории Максвелла от того, что было в науке до него. **В обобщенном виде четвертая аксиома выглядит так:** Циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль любого замкнутого контура равна сумме токов, пересекающих контур, включая так называемые **токи смещения**.

Пять лет понадобилось Максвеллу для того, чтобы мысленно расширить область экспериментальных данных и ввести в свою теорию этот значительный аспект – эквивалентность как источника магнитного поля обычного электрического тока проводимости и тока смещения. Последний определяется как изменение потока вектора электростатической индукции внутри контура, на котором рассматривается возникающее магнитное поле.

Запись аксиом в виде математических уравнений в интегральной форме непосредственно связана с экспериментальными законами электромагнетизма, которые также носили интегральный характер, потому как приборы измеряли суммарные значения физических величин.

Как мы уже отмечали, важнейший вклад Максвелла в науку состоял в том, что он записал эти четыре уравнения (аксиомы) и в дифференциальной форме, что расширило возможности теоретических исследований и решения всевозможных задач электромагнетизма.

Полученные Максвеллом научные результаты органически вошли в фундамент научной картины мира и способствовали интенсивному развитию научно-технического прогресса. Осознание этого входит в систему знаний как личности, так и человечества в целом.

А.Эйнштейн по этому поводу выразился так: «Теория электромагнитного поля Фарадея-Максвелла представляет, очевидно, наиболее глубокое превращение, которое основание физики претерпело со времен Ньютона... »



В четыре уравнения Максвелла, кроме векторов  $\vec{E}$ ,  $\vec{D}$ ,  $\vec{B}$ ,  $\vec{H}$ , входят еще  $q$  – заряд,  $I$  – сила тока и  $t$  – время.

Четыре уравнения Максвелла не образуют полной системы, так как в них нет сведений о той среде, в которой создается электромагнитное поле.

Если электромагнитное поле создается в веществе, то связи между  $D$  и  $E$ , а также между  $B$  и  $H$  могут быть записаны приближенно в линейной форме, т. е.:

$$D = \varepsilon\varepsilon_0 E \text{ и } B = \mu\mu_0 H$$

где  $\varepsilon$  и  $\mu$  – соответственно относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды.

Во многих практических случаях эта линейность не применима, тогда ситуация усложняется, так как  $\varepsilon$  и  $\mu$  являются функциями напряженностей электрического и магнитного полей:

$$D = \varepsilon(E)\varepsilon_0 E \text{ и } B = \mu(H)\mu_0 H$$

Эти уравнения не могут быть получены на основе теории Максвелла. Зависимости  $\varepsilon(E)$  и  $\mu(H)$  могут быть установлены экспериментально или теоретически, но с привлечением знаний других разделов физики.

Однако даже с учетом этих двух дополнительных уравнений система оказывается неполной. Ее замыкание можно осуществить двумя путями, а именно: 1) записать еще уравнение движения заряженных частиц в поле под действием электрической и магнитной составляющих силы Лоренца; или 2) усреднить и обобщить уравнения движения, записав дополнительное соотношение, представляющее собой закон Ома.

Например, в металлах содержится около  $10^{22}$  электронов в каждом кубическом сантиметре. Это почти столько же, сколько звезд во всей Вселенной. Проследить за движением каждого электрона, конечно же, невозможно. Но можно приблизительно оценить общий результат. В этом случае последним уравнением, замыкающим описание электромагнитных процессов, обычно служит закон Ома, который вместе с уравнениями Максвелла и двумя дополнительными уравнениями входит в систему знаний о электромагнитном поле и электромагнитных явлениях.

#### **4.2.2. Система знаний о гравитационном поле**

Противоречие между классической механикой и электродинамикой в конечном счете привело к созданию специальной теории относительности, в которой пространство само по себе и время само по себе потеряли физический смысл. В 1908 г. Г. Минковский высказал очень плодотворную идею единого пространства – времени, т. е. своеобразного пространственно-временного континуума (ПВК) или

пространственно-временного многообразия. Вот его слова: «Отныне пространство само по себе и время само по себе обратились в простые тени, и только какое-то единство их обоих сохраняет независимую реальность».

Всякое событие происходит в едином 4-мерном ПВК и изображается в нем мировой точкой с четырьмя координатами. Всякой частице в ПВК соответствует так называемая мировая линия. Если какая либо частица имеет неизменяющиеся пространственные координаты, то ее мировая линия соответствует изменению 4-ой временной координаты.

Образное выражение «тени» удивительно точно выражает существо дела в ПВК Минковского. Действительно, эффекты изменений пространственных и временных промежутков в соответствии с преобразованиями Лоренца с математической точки зрения является не чем иным как изменением «теневых проекций» на соответствующие оси при повороте системы отсчета в 4-мерном ПВК.

Г. Минковский осуществил не формально-математическую, а гениально-физическую «пифагоризацию» ПВК.

В обычном трехмерном пространстве с геометрией Эвклида размеры проекций какого-либо стержня зависят от его ориентации относительно осей координат. Размер же этого стержня, т.е. его длина от ориентации, конечно же, не зависит. Расстояние между двумя точками инвариантно относительно преобразований поворотов.

В ПВК Минковского роль расстояния играет интервал между двумя событиями, квадрат которого определяется так:  $S^2 = (ct)^2 - l^2$ . Интервал  $S$  инвариантен относительно выбора систем отсчета.

Если  $S^2 = -l^2 < 0$ , то в этой системе отсчета события одновременны, и интервал сводится к расстоянию между событиями. Такие интервалы называются **пространственно-подобными**.

Если  $S^2 > 0$ , то ни в одной системе отсчета эти события не являются одновременными. Однако, можно найти такую систему отсчета, для которой эти события происходят в одной точке, и интервал сводится к  $S^2 = c^2 t^2 > 0$ . Такие интервалы называются **времениподобными**.

Если два события происходят с одним и тем же телом, то в системе координат, где тело покоится ( $l = 0$ ),  $S^2 = c^2 t^2 > 0$ , т.е. эти два события не могут быть одновременными и, тем, более, изменить порядок следования во времени. Такое свойство интервала предопределяет существование **причинности**.

Еще одно важное свойство интервала. Два события, разделенные пространственно-подобным интервалом, не могут происходить с одним и тем же телом. Если  $S^2 = c^2 t^2 - l^2 < 0$ , то  $ct < l$  и, даже двигаясь со скоростью света, тело не может за время  $t$  пройти расстояние  $l$ .

Теория гравитационных полей, построенная на основе специальной теории относительности, называется общей теорией относительности (ОТО). Основной вывод ОТО состоит в том, что наш мир не является плоским, его геометрия отличается от геометрии Эвклида. Вопрос о том, что представляет собой геометрия реального мира, впервые был поставлен Н.И.Лобачевским (1792-1856 г.г.). После этого вопрос выбора из возможных геометрий одной в качестве геометрии реального мира должен был решаться на опыте. «Здесь мы стоим на пороге области, принадлежащей другой науке – физике, и на сегодняшний день мы не имеем повода переступить его» - говорил в 1854 г. Риман (1826-1866 г.г.) – выдающийся математик, именем которого сейчас называют все неэвклидовы пространства.

Если СТО сделала неразрывными пространство и время, объединив их в единый 4-мерный ПВК, то ОТО обосновала неразрывность пространства, времени и материи, объединив их в единый искривленный ПВК (ИПВК). Утверждение ОТО о неразрывности пространства – времени – материи и, как следствие, искривленности пространственно-временного континуума подтверждено экспериментально следующими фактами:

отклонением луча света от прямолинейности при прохождении вблизи Солнца;

смещением перигелия Меркурия на 39-43 угловых секунд в столетие;

замедлением времени вблизи массивных тел, что связано с гравитационным красным смещением;

космологическим красным смещением.

Согласно принципу эквивалентности инертной и гравитационной масс можно, используя ускоренно движущуюся систему отсчета (чисто кинематическая процедура), локально «исключить» гравитацию, т.е. нейтрализовать ее действие. Таким образом становится очевидным, что между кинематикой и гравитацией существует неразрывная связь. Однако кинематика – это дополненная временем геометрия; на этом основании А.Эйнштейн интерпретировал гравитацию как геометрию пространства-времени. Если эта геометрия неэвклидова, то пространство-время искривлено, а физически это возможно только при наличии источников гравитационных полей, т.е. масс.

Таким образом, геометрические свойства реального физического пространства – времени соответствуют неэвклидовой геометрии. Отклонения геометрических свойств от эвклидовых проявляются в природе как гравитационные поля. Эти свойства неразрывно связаны с распределением материи и ее движением. С одной стороны, отклонение геометрических свойств от эвклидовых (искривленность ПВК) обусловлены наличием тяготеющих масс, а с другой стороны – движение

масс в поле тяготения определяется отклонением этих свойств от евклидовых, т.е. кривизной пространства-времени.

Математически эта взаимная связь выражается с помощью уравнений ОТО, в которых заложена ее концентрированная и концептуальная суть. Уравнения ОТО – это система сложных дифференциальных уравнений с частными производными, связывающих так называемый метрический тензор, определяющий свойства 4-мерного ПВК, с распределением и движением материи (с тензором энергии-импульса).

ОТО А.Эйнштейна была опубликована в 1916 году, и уже через несколько месяцев К.Шварцшильд (1873-1916 гг.) дал первое решение уравнений для простейшего случая центрально-симметричного гравитационного поля. На достаточно большом расстоянии от центра поля решение Шварцшильда мало отличалось от закона всемирного тяготения Ньютона, что давало повод «поверить» в ОТО. А вот в сильных гравитационных полях отклонения ньютоновской теории тяготения от ОТО были существенными.

Проходя мимо Солнца, луч света изгибается так, что радиус кривизны составляет около семисот радиусов Солнца. Это и есть радиус кривизны пространства-времени вблизи поверхности Солнца.

Если радиус кривизны большой, то кривизна маленькая, и чем слабее гравитационное поле, тем меньше искривленность пространства-времени.

Гравитационное поле считается сильным, если радиус кривизны пространства-времени не на много больше герметического радиуса источника поля. В этом смысле поля тяготения Земли и Солнца очень слабые, а поэтому с огромной степенью точности выполняются закон всемирного тяготения Ньютона.

Если бы вся масса Земли была сосредоточена в сфере радиусом 1 см, то вблизи ее поверхности гравитационное поле было бы сильным. Радиус кривизны пространства-времени, называемый гравитационным радиусом, был бы равен геометрическому радиусу.

Гравитационный радиус для сферического тела определяется по формуле:

$$R_{zp} = \frac{2GM}{c^2},$$

где  $G$  – гравитационная постоянная;  $M$  – масса источника поля;  $c$  – скорость света.

Для Солнца гравитационный радиус всего 3 км, т.е. описывает сферу вблизи его центра. Если бы всю массу Солнца удалось «упаковать» внутри этой сферы, то плотность вещества была бы соизмерима с плотностью атомных ядер.

В настоящее время именно астрофизика с ее экзотическими объектами (нейтронными звездами, пульсарами, квазарами, квазагами) переживает бурный период все новых и новых открытий и является главной областью применения ОТО.

Своеобразное слияние астрофизики (ОТО) и физики элементарных частиц (релятивистской квантовой механики) сыграет, по-видимому, главную роль в поисках новых фундаментальных идей, законов и теорий, что существенно уточнит современную научную картину мира.

ОТО предсказала существование гравитационных волн, некоторые свойства которых сходны со свойствами электромагнитных волн. Гравитационные волны испускаются телами, движущимися с ускорением, и распространяются со скоростью света. Колебательный характер изменения геометрических свойств пространства-времени связанное с изменениями поля тяготения, волнообразно распространяющееся в ПВК, и есть гравитационные волны.

Обнаружение этих волн является очень сложной задачей, так как они обладают ничтожной энергией.

Гравитационные волны – это точка соприкосновения двух фундаментальных теорий – теории относительности и квантовой теории.

### **4.2.3. Отношения между вещественно-полевыми сторонами материи**

Сегодня в науке имеет место фундаментальный вопрос-проблема, а именно: почему фермионы (вещественные частицы) и бозоны (полевые части, т.е. кванты – «сгустки» полей) так различаются по своим свойствам? Нет ли какой-нибудь «суперсимметрии», которая объединила бы и «перемешивала» фермионы и бозоны, группируя их в определенных классах частиц?

Речь, конечно же, не о том, что должно нивелироваться существующее их отличие. Принцип Паули не подвергается сомнению и остается незыблемым! Речь идет о поиске и открытии каких-то новых свойств частиц, которые бы «перемешивали» определенным образом фермионы и бозоны.

Переходя от одной частицы к другой, например, в группе фермионов, мы конструируем изменения их характеристик, но спин в этой группе остается неизменным! Аналогично в группе полевых частиц-бозонов! А если поставить «невероятный» вопрос: нет ли в природе симметрии, чтобы при таком преобразовании энергия взаимодействия частиц оставалась неизменной и при изменении спина?!

Сегодня ответ на этот вопрос, безусловно, отрицателен, так как ни одно из известных явлений, никакие свойства известных частиц пока не наводят на эту мысль. Но это сегодня, а завтра может быть придется

согласиться с такой ситуацией, что в одном мультиплете окажутся частицы разного спина!? Для того, чтобы преобразования между частицами с разными значениями спина образовывали группу, их необходимо дополнить преобразованиями теории относительности: это переходы между инерциальными системами отсчета, различные повороты и сдвиги в пространстве - времени. Вот это обстоятельство должно сыграть решающую роль, так как оно означает обязательное (автоматическое) включение гравитационного поля в процесс объединения всех существующих полей.

Сама идея найти единую основу полей тяготения и электричества была выдвинута и обсуждалась еще в XVIII веке. Безусловно, определенную и важную роль сыграло математическое сходство законов всемирного тяготения Ньютона и электростатического взаимодействия Кулона. Есть основания предполагать, что Фарадей был первым физиком, который еще в середине XIX века поставил задачу экспериментального обнаружения связи между силами тяготения и электричества. Его попытки обнаружить и измерить электрические силы, действующие на ускоренно движущиеся тела в поле тяготения, были безрезультатными. Однако интуиция великого ученого была сильнее экспериментальной неудачи.

Фарадей констатировал отрицательные результаты, но они не повлияли на его мировоззренческие убеждения, на его научную веру. На одной из своих лекций Фарадей говорил: «Результаты отрицательны, но они не колеблют моего сильного убеждения в существовании связи между тяготением и электрическим...»

Безуспешную попытку построить гравитационное взаимодействие как следствие электромагнитного предпринимал и гениальный автор электронной теории Лоренц.

Новые представления о пространстве-времени создали условия для релятивистского обобщения ньютоновской теории тяготения.

Уравнение Гильберта-Эйнштейна связало геометрию пространства-времени с распределением энергии-импульса негравитационных видов материи.

Была поставлена задача «квантования» гравитационного поля. Определенных успехов в теории удалось достичь только при исследовании слабых гравитационных полей с их безмассовыми квантами-гравитонами, обладающих спином в два раза большим, чем у фотонов-квантов электромагнитного поля. Гравитоны согласно этой теории взаимодействуют с квантами остальных видов материи, в частности могут порождать их либо сами превращаться в другие виды квантов.

Наличие безмассового кванта-гравитона со спином 2 создает этой теории возможность претендовать на название «теории всего сущего».

На «невообразимо» малых расстояниях исчезает разница не только между веществом и полем, но и между различными полями.

Многие ученые считают, что объединение сил природы происходит на расстояниях порядка планковской фундаментальной длины, которая конструируется из фундаментальных физических констант и равняется  $10^{-35}$  м! На таких расстояниях такие вещественные частицы, как электроны и кварки уже, по-видимому, будут неадекватными понятиями.

В ближайшие годы ученые-физики предполагают, что будущие ускорители достигнут «разрешающей способности»  $10^{-22}$  м, так что «увидеть» супермир соизмеримый с фундаментальной планковской длиной вряд ли возможно.

Физики-экспериментаторы в творческом сотрудничестве с физиками-теоретиками по их моделям разрабатывают проекты сверхмощных «микроскопов» (тэватронов-коллайдеров) для новых горизонтов исследований микромира (наномира, пикомира...). Будоражающая умы и волнующая сердца Тайна находится не только в глубинах супермикромира, но и в глубинах Вселенной.

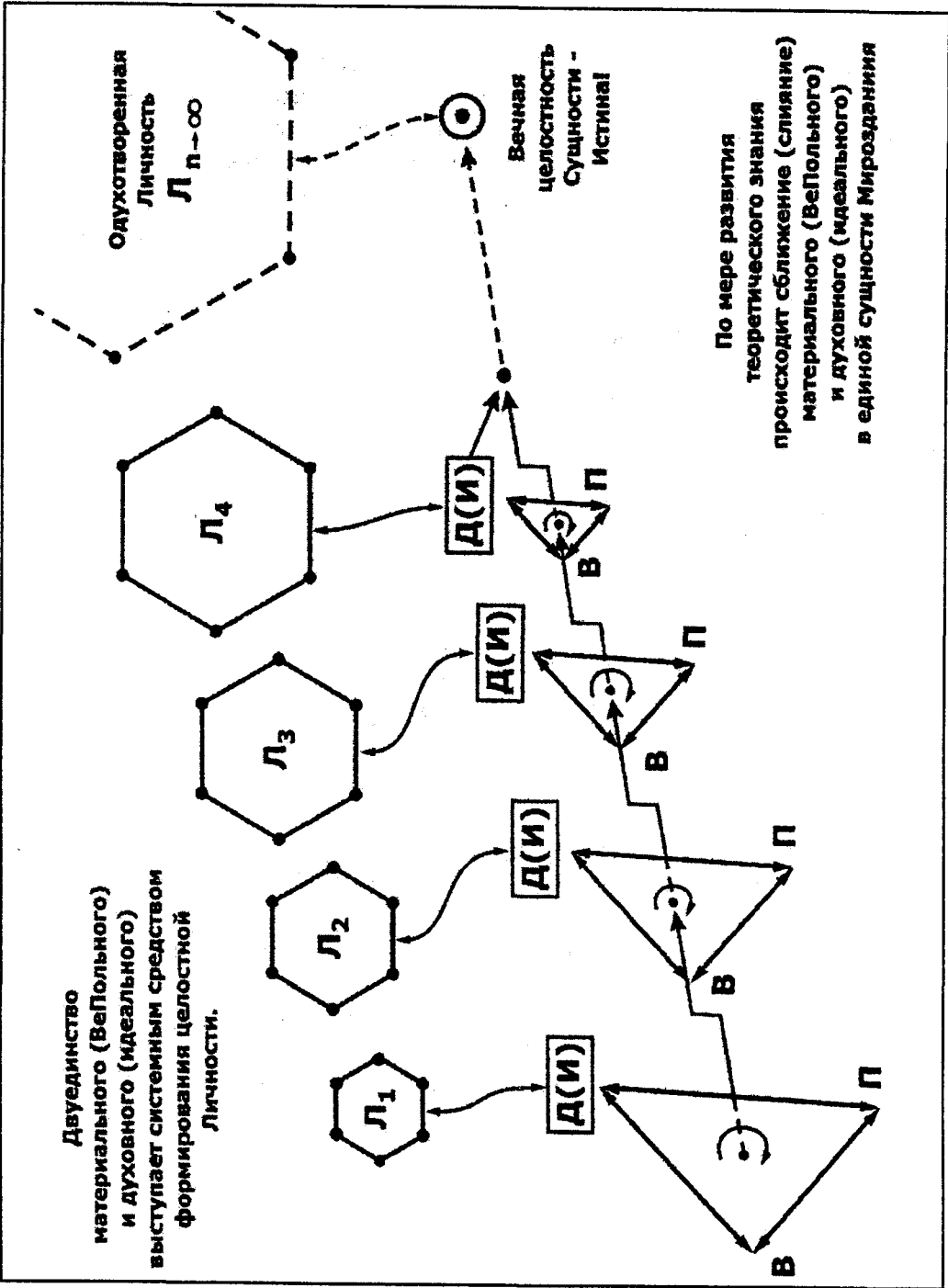
Темная бездна Вселенной усыпана звездами, которым «несть числа»! Каково их происхождение и почему они расположены так, а не иначе?

Космология – наука о строении и эволюции Вселенной в последние годы все больше и прочнее связывается с физикой микрокосма! Вглядываясь вдаль, мы смотрим вглубь и наоборот! Видимая противоположность вещества и поля оборачивается их материальным единством!

#### **4.2.4. Схематизация вепольного подхода и «самости» личности**

Вепольный (вещество - поле) подход к построению ФКМ как системы физических теорий предполагает двуединство материального и духовного (идеального) как основы системы знаний личности. По мере изучения физической реальности в виде диалектических объектов личность обогащается все новыми знаниями с **принципиально единой методологической основой**, все шире и глубже осознает неразрывную диалектическую связь между материальным миром и идеальным его отражением в науке, искусстве, религии.

Так как мир физических явлений представляется в виде 4-х взаимосвязанных и взаимно проникающих друг в друга областей (механические, тепловые, электромагнитные, квантовые), то и их сущность раскрывается в 4-х физических теориях (ТМЯ, ТТЯ, ТЭМЯ, ТКВЯ). Здесь:



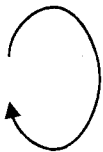


ТМЯ – теория механических явлений;  
 ТТЯ – теория тепловых явлений;  
 ТЭМЯ – теория электромагнитных явлений;  
 ТКвЯ – теория квантовых явлений.

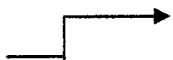
Каждая из теорий генетически развивается, диалектически отрицая предыдущую, предшествующую ей теорию, а личность, осознавая все это, самосовершенствуется, систематизируя, обобщая и конкретизируя свои знания на эмпирическом, теоретически-абстрактном и теоретически-конкретном уровнях.

Вышеизложенное можно представить в виде педагогической семиотической системы как средства передачи информации и выражения ее смысла.

**Условные обозначения:**



Функционирование знаний внутри физических теорий



Развитие систем знаний при создании новых физических теорий



Вепольный материальный мир  
 В – вещество; П - поле

- Д (И) Духовный (идеальный) мир
- Л1 – Личность, обладающая системой знаний теории механических явлений
  - Л2 – Личность, обогащенная системой знаний теорий механических и тепловых явлений
  - Л3 – Личность, обогащенная системой знаний теорий механических, тепловых и электромагнитных явлений
  - Л4 – Личность, обогащенная системой знаний теорий механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлений и имеющая **научные представления о физической картине мира**



– Взаимная превращаемость вещества и поля

### **4.3. Понимание необходимости «мирного сосуществования» науки и религии – требование современности**

Религия и наука в древности не разделялись, так как существовало единое учение о мире и знания о нем, которые и лежали в основе мировоззрения. Картина мира, изображенная в Библии, воспринималась на веру и служила системой знаний о мироздании. Однако, как только появились мыслители, не догматически относящиеся к библейским заповедям и высказывающие взгляды, которые можно трактовать как естественнонаучные, служители религии истолковывали их как богохульные, а потому противоестественные. На таких мыслителей организовывались гонения с элементами насилия и угрозами уничтожения. Яркое тому свидетельство – история религии и науки. Вот некоторые конкретные факты.

**411 г. до н.э.** Обвинен в безбожии и изгнан из Афин древнегреческий философ Протагор, выразивший сомнение в существовании богов. Его произведение «О богах» сожжено на городской площади.

**47 г. до н.э.** Значительную часть библиотеки в г. Александрии (научного центра всего эллинистического мира) сожгли легионеры Юлия Цезаря.

**391 г.** Христианскими фанатиками Римской церкви было уничтожено все, что осталось после погрома 47 г. до н.э. Толпы христианских монахов разрушили храм египетского бога Сераписа и уничтожили его рукописи, которые хранились в нем. Окончательно библиотека г. Александрии была уничтожена фанатиками-мусульманами в 640 г. В ней хранились около 700 тысяч свитков рукописных книг древности.

**415 г.** Толпа фанатиков-христиан растерзала талантливую женщину Гипатию Александрийскую за глубокие знания математики.

**1000-1002 гг.** Мусульманское духовенство преследует и угрожает уничтожением ученого-естествоиспытателя, математика и философа Ибн Сину (Авиценну), который в своих произведениях высказывал и обосновывал свободолобие мысли.

**1089-1111 гг.** Отношение мусульманского духовенства к науке сформулировал один из теоретиков средневекового ислама аль-Газали. Он понимал безнадежность игнорирования науки, в том числе и математики. Этот богослов утверждал, что «мало существует людей, занимающихся математикой и не становящихся при этом вероотступниками и не скидывающих с голов своих узд благочестия». Аль-Газали поясняет, почему математика разрушает религиозное мировоззрение и приводит к вероотступничеству: «Всякий, изучающий математику, приходит в такой восторг от точности охватываемых его наук и ясности их доказательств, что о философах у него начинает

складываться благоприятное мнение. Он начинает думать, что все их науки обладают тем же четким и строго аргументированным характером, как и эта наука, а затем, если окажется, что он уже слышал людские разговоры об их неверии и безбожии и об их пренебрежительном отношении к шарияту, такой человек сам становится богоотступником». Аль-Газали рекомендует ограничить математику узкоспециальными исследованиями, а главное разорвать ее связи с философией и тем самым лишить ее мировоззренческой функции. Тогда она не будет опасной для религии: «Необходимо постоянно держать под уздой каждого, кто занимается указанными науками. Хотя эти науки и не связанные с религиозными предметами, все же будучи основополагающими принципами всех их знаний, они являются для такого человека источником всех тех бед и злосчастий, коим подвержены и сами математики».

**1160 г.** Сочинения Ибн Сины по приказу халифа Мостанджира публично сожжены на площади Багдада.

**1163 г.** Папа Александр III издал буллу о запрещении «изучения физики или законов природы».

**1195-1198 гг.** Мусульманским духовенством преследовался великий арабский ученый Ибн Рушда (Аверроэс). Он создал теорию «двойственной истины», сыгравшей большую роль в освобождении науки от власти религии. Эта теория утверждала независимость философии от религии, что давало возможность философам обосновывать концепции, принципиально не совместимые с религиозными догмами. Эта теория была официально осуждена в 1907 г. папой Пием X в «Силлабусе» (перечне) еретических учений, приложенном к очередной его энциклике.

**1449 г.** В результате заговора мусульманского духовенства был убит великий узбекский астроном и математик М.Улугбек. Одновременно была разрушена созданная Улугбеком в Самарканде крупнейшая в то время обсерватория. При раскопках в 1908 г. был обнаружен мраморный секстант диаметром 40,21 м.

**1543 г.** Скончался Н.Коперник, написавший сочинение «Об обращении небесных сфер», которое в течение многих лет задерживалось с выходом в свет из-за боязни за преследования со стороны церкви. Книга была напечатана, когда 70-летний ее автор лежал на смертном одре... Это важное сочинение сразу попало в список запрещенных книг и изъято из этого индекса только в 1831 г., т.е. тогда, когда ни запрещение, ни разрешение учения о движении Земли было уже не во власти церкви.

**1553 г.** В Швейцарии по приказу одного из «отцов-вдохновителей» протестантской церкви Кальвина был сожжен на костре выдающийся испанский ученый Сервет, открывший малый круг кровообращения.

**1559 г.** Верховным руководством католической церкви издан первый список («индекс») запрещенных книг, который потом систематически пополнялся.

**1592 г.** Служитель христовой церкви, бенедиктинский монах Джордано Бруно был заключен в свинцовую тюрьму в целях пресечения пропаганды учения о движении Земли.

**1597 г.** Астроном Тихо Браге вынужден был покинуть Данию, так как был церковью объявлен еретиком и безбожником. Вот его слова: «Всякая земля – отечество для сильного, а небо есть везде».

**1600 г.** Джордано Бруно был отлучен от церкви и приговорен к наказанию «по возможности милосердно и без пролития крови», что в переводе с языка святейшей инквизиции означало сожжение живым на костре. Этот приговор немедленно был исполнен на Площади цветов в Риме. Сочинения Дж.Бруно были вычеркнуты из списка запрещенных книг только в 1948 г.

**1619 г.** в Тулузе сожжен на костре итальянский философ Д.Ванини, отрицавший бессмертие души, творение мира из ничего и божественность Иисуса.

**1633 г.** Галилео Галилей был осужден инквизицией за астрономические и философские сочинения, главным образом за разработку и пропаганду гелиоцентрической системы Коперника. 22 июня Г.Галилей вынужден был публично отречься от своих «заблуждений» с такими словами: «Я, Галилео Галилей, сын покойного Винченцо из Флоренции, преклонив колена перед Вашими Высокопреосвященствами и генеральными инквизиторами, имея перед очами святое Евангелие, которого касаюсь собственными руками, клянусь, что всегда верил и ныне верю и... впредь буду верить во все, что считает истинным, проповедует и чему учит святая католическая и апостольская римская церковь...». Публичным отречением от своих учений Г.Галилей спас свою жизнь, но не свою свободу, так как до самой смерти оставался под строгим надзором церкви.

**1633 г.** Опасаясь гонений церкви, Рене Декарт вынужден был эмигрировать из Франции в относительно свободную Голландию. Узнав о том, что Галилей привлечен к суду инквизиции, Декарт приостановил подготовку к изданию своего труда «Мир», в котором признавался и обосновывался факт вращения Земли. Эта работа ученого увидела свет уже после его смерти (опубликована в 1664 г).

**1642 г.** В Утрехтском университете запрещено учение Декарта, так называемое картезианство. В глазах церковников Декарт был еретиком, поскольку он признавал своих собратьев-ученых «господами и хозяевами природы». В 1647 г. преподавание картезианства было запрещено и в Лейденском университете.

**1656 г.** Амстердамские раввины предают анафеме философа Б.Спинозу: «Да будет он проклят и днем и ночью, да будет проклят, когда ложится и встает; да будет проклят и при выходе и при входе! – говорилось в тексте «Великого учения». – Предупреждаем вас, что никто не должен говорить с ним ни устно, ни письменно, не оказывать ему какие-либо услуги, не проживать с ним под одной крышей, не стоять от него ближе, чем на четыре локтя, не читать ничего, им оставленного или написанного!»

**1714 г.** Посмертное отлучение инквизицией от церкви за подрыв религиозных догм английского естествоиспытателя У.Гарвея, открывшего в 1618 г. систему кровообращения.

**1740 г.** По требованию священного синода был полностью уничтожен весь тираж переведенной на русский язык А.Кантемиром книги Б.Фонтенеля «О множественности миров». А еще в 1600 г. идея о множественности миров послужила главным основанием казни Д.Бруно.

**1749-1753 гг.** Травля парижскими богословами выдающегося французского ученого-натуралиста Ж.Бюффона за его научные труды и взгляды о естественном происхождении живых существ. Ж.Бюффон вынужден был произнести отречение от «крамольных идей».

**1751 г.** Молодой бакалавр теологии аббат де Прада защитил в Сорбонне докторскую диссертацию. Но вскоре выяснилось, что в одобренной учеными мужами работе содержалось десять утверждений, являющихся «лживыми, необдуманными, вредными для католических богословов..., ошибочными, богохульными, материалистическими, опасными для общества и для общественного спокойствия» и т.д. Десятая его «ересь» гласила: «Рассуждения отцов церкви могут подвергаться логической проверке». Де Прада был лишен степени и обвинен в связях с авторами «Энциклопедии». 11 февраля 1762 г. был выдан орден на его арест. Неудачный докторант был вынужден бежать из Франции.

**1751-1772 гг.** Авторы и издатели крупнейшего памятника французского Просвещения – «Энциклопедии, или Толкового словаря наук, искусств и ремесел» преследовались церковниками. Имело место лишение авторов «Энциклопедии» ученых степеней, заточение некоторых в Бастилию, запрещение использования отдельных томов.

**1757 г.** Синод обратился к императрице Елизавете Петровне с требованием заточить в монастырь М.В.Ломоносова за антиклерикальные высказывания.

**1759 г.** М.В.Ломоносов предложил внести в устав академического университета следующий пункт: «Духовенству к учениям, правду физическую для пользы и просвещения показующим, не привязываться, а особливо не ругать наук в проповедях».

**1769 г.** В Москве на лобном месте сожжены книги профессора московского университета Д.С.Аничкова за содержащиеся в них высказывания о происхождении религии.

**1791 г.** В день годовщины взятия Бастилии, которую выдающийся английский химик Дж.Пристли отмечал со своими друзьями, спровоцированная священнослужителями толпа уничтожила его лабораторию, библиотеку и сожгла его рукописи.

**1798 г.** Травля английского врача Э.Дженнера за открытие вакцинации (метода противооспенных прививок), которое расценивалось как «нечестивое деяние».

**1828 г.** Утверждение царем Николаем I «Устава о цензуре и печати», запрещающего публикацию произведений, содержащих «что-либо клонящееся к поколебанию учения православной церкви». Этот устав служил основанием для запрещения печатания работ Ч.Дарвина, Э.Геккеля, И.Мечникова, И.Сеченова.

**1860 г.** Епископ Оксфордский публично осуждает книгу Ч.Дарвина «Происхождение видов» за содержащееся в ней указание о естественном происхождении человека.

**1863 г.** Министр внутренних дел России запретил печатание в журнале «Современник» работы И.М.Сеченова «Попытка ввести физиологические основы в психические процессы», поскольку ее содержание было «направлено к отрицанию нравственных основ общества, к потрясению догмата о бессмертии души и вообще религиозных начал».

**1901 г.** Святейший синод принимает решение об отлучении от церкви «лжеучителя» Льва Толстого, который проповедует «ниспровержение всех догматов православной церкви и самой сущности веры христианской».

**1903 г.** Цензура России запретила использование книги И.И.Мечникова «Этюды о природе человека» за подрыв веры в загробную жизнь.

**1925 г.** «Обезьяний процесс» - суд в Дейтоне (США) над преподавателем Джоном Скопсом, посмевающим излагать основы эволюционного процесса развития природы.

**1961 г.** Травля и угроза отлучения от церкви итальянского ученого Даниэля Петруччи за «богопротивные опыты» по изучению формирования живого организма в искусственных условиях.

**1965 г.** Второй Ватиканский собор принял постановление, обращенное к «мыслителям и ученым», в котором, в частности, говорилось: «Сегодня со всей ясностью проявилась возможность глубокой связи между подлинной наукой и подлинной верой, которые – как вера, так и наука – служат единой цели». В соответствии с этим утверждением многие современные теологи признают за наукой право

изучать материальный мир, считая, что наряду с ним существует и другой, высший мир – мир сверхъестественного, занимающий в человеческом бытии главенствующее значение.

1997 г. Конференция в г.Дубна (Россия) «Наука, философия, религия». Выдержки из докладов и выступлений.

**В.Г.Кадышевский** – член-корр. РАН, директор Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ): «...Я имею честь приветствовать вас от имени дирекции Объединенного института ядерных исследований. Большой порядковый номер конференции говорит о том, что мы имеем дело с установившимися традицией... Недавно вышло в свет новое издание книги Германа Вейля «Пространство, время, материя» Каждая из этих категорий в течение многих столетий является предметом размышления ученых-естествоиспытателей, философов и мыслителей, стоящих на позиции религии. О пространстве, времени, материи, я уверен, разговор, будет идти и сегодня...»

**В.А.Никитин** – профессор ОИЯИ: «Знание о природе дает нам физика. Она занимает в системе наук центральное положение, потому что изучает наиболее фундаментальные сущности бытия, праматерию и ее законы, поэтому с ней пересекаются другие науки. Объекты исследования физики относятся к различным уровням организации материи. Они входят в состав любых сложных систем, являющихся объектами изучения других наук. Вследствие этого любая естественная наука на достаточно высоком уровне ее развития приходит в теоретическое и практическое пересечение с физикой. Многие науки обогащаются методами и техникой, развитой в физике. Интеграция естественных наук происходит на базе физики. Поэтому физика оказывает значительное влияние на формирование мировоззрения. Она формирует собственную картину мира, которая оказывается существенным фрагментом картины мира других наук... Гуманитарные науки с ней соприкасаются хотя бы в информационной сфере. Богословские учения пересекаются с физикой тоже по самым принципиальным вопросам. Сопоставление богословской и физической картины мира в течение длительного времени было интригующей и поучительной коллизией, настоящей драмой идей... Многие ученые прошлого и настоящего считали науку и религию непротиворечивыми путями к Истине. Между тем в общественном мнении наука и религия часто предстают как антагонисты. Антагонизм не помог решить ни одной проблемы, ни в науке, ни в богословии. Сейчас представляется актуальным **положительный диалог** (подчеркнуто нами – А.П., В.И.) **между этими ветвями культуры**». <...>

**А.И.Осипов** – профессор Московской Духовной Академии: «...Некоторые считают, что существует только этот трехмерный (или

четырёхмерный) мир. А религия говорит: «Нет, извините, за этим потолком еще целые миры. Наш мир не трех- или четырёхмерный, он N – мерный. И одним из этих «измерений» является мир духовный». И действительно, почему бы не предположить, что есть иной, принципиально отличный от нашего мир, если столь огромное число людей, в том числе и многие ученые, с древнейших времен и по настоящее время уверяют в его существовании? На каком основании мы можем отвергать его бытие? И разве наука не ищет миры иные?» <...>

**П.С.Исаев** – доктор физико-математических наук (ОИЯИ): «Вопрос об отношении науки и общества к религии обсуждался Американским Физическим обществом в связи с преподаванием в общеобразовательных школах библейской истории сотворения мира. В ноябре 1918 года Американское Физическое общество, которое объединяет американских ученых и многих ученых из других стран, приняло решение относительно предложений ввести библейскую историю сотворения мира в школьные программы. Текст решения Американского Физического общества (АФО) гласит: «Совет АФО возражает против предложения требовать равное время для изучения библейской истории сотворения мира и научной теории эволюции в общеобразовательных школах. Следствия, вытекающие из научного подхода, основанного на эволюции, имеют важные приложения в разных областях научного знания, включая геологию, физику, астрономию. В противоположность библейской истории сотворения мира, систематическое использование научных принципов ведет к построению детальной картины жизни природы, планет, развития всей Вселенной. Эта картина еще неполная. Она постоянно подвергается научной проверке и обновлению путем наблюдений и анализов. Возможность постановки критических экспериментов, результаты которых могут привести к необходимости теоретического переосмысления явлений, составляет основу, фундамент научного метода... Научные знания и религиозная вера есть два различных элемента общечеловеческого опыта. Попытка представить их в одном и том же контексте может привести лишь к взаимным непониманиям, недоразумениям».

Один из членов АФО Мерфи в заметке под заголовком «Наука и религия могут еще вести разговор» пишет так: «... Сотворение мира есть религиозная, а не научная концепция. Но религия верит в сотворение мира, включая природу, описываемую наукой. Таким образом, наука и религия имеют общий предмет, хотя говорят о нем разными языками»...

**А.А.Тяпкин** – профессор ОИЯИ: «... Где мы можем иметь общие точки зрения с религией? Конечно, в морали.. Это есть единственная платформа, на которой мы можем находить общий язык и общую точку зрения. Во всем остальном трудно рассчитывать на плодотворное сотрудничество. При обращении к науке религия ищет убежище в ее



временных трудностях... Преодоление трудностей в науке является источником новых знаний, новых теорий. Не нужно молиться на старые теории, их надо уважать, соблюдать преемственность. Новые теории должны их пополнять. Познание не кончается на достигнутом».

**А.И.Осипов** – профессор Московской Духовной Академии: «...Существуют такие понятия, как катафатическое и апофатическое богословие. В чем существо каждого из них? Суть апофатического богословия составляет то понимание Бога, которое кратко можно выразить следующим образом: Бог в принципе неопределим и любое слово о Нем неверно. Спиноза, например, говорил, что любое определение есть ограничение, и если мы начнем говорить о свойствах Бога, то тем самым исказим понятие о Нем. Поэтому о Боге лучше ничего не говорить. Все мистики это и утверждают.

Такая позиция кажется логической, не правда ли? Однако здесь не все так просто, как может показаться на первый взгляд.

Если мы вообще откажемся от всякого определения Бога, т.е. откажемся от попытки выразить Его в наших ограниченных понятиях, то мы, оказывается, разрушим само «сердце» религии – идею возможности и необходимости для человека познания Бога и единения с Ним, и тем самым попадем в ловушку, которая гораздо более опасна, чем антропоморфизм, о котором только что говорили.

Катафатическое богословие очень хорошо ответило Спинозе: определение не только есть отрицание, но утверждение, что Бог есть существо идеально положительное, т.е. что Он есть любовь, а не ненависть; добро, а не зло; истина, а не заблуждение; жизнь, а не смерть. Да эти определения человеческие. Но имеют тот великий смысл, что являются ориентирами, векторами, направляющими человеческую жизнь, его нравственность, его деятельность, его ум, его творчество к добру, истине, жизни, а не к злу, лжи, смерти. Т.е. дается такая ориентация всей человеческой жизни, на пути которой он может прийти к непосредственному опыту переживания, познания Бога. И по мере совершенствования духовной и нравственной жизни этот опыт переживания Бога становится все более чистым, ясным. Вопрос только – что он может означать? Действительно ли возможно переживание именно Бога? Не есть ли это фантазия, бред сумасшедшего? Может быть, единственная реальность есть только этот мир и за этим потолком ничего больше нет? Мы вновь и уже в который раз возвращаемся к оценке двух мировоззрений: атеизма и религии. Но не науки и религии!

Вопрос совсем не о так называемом противостоянии науки и религии. Нет такого противостояния. Откуда вообще такая чепуха возникла? Величайшие ученые верили в Бога, и многие ученые не верят в Него, следовательно, не наука отрицает Бога и повторяю, мы стоим перед альтернативой не науки и религии, а религии и атеизма.

Существует два диаметрально противоположных мировоззрения, между которыми человек, как разумное существо, должен сделать выбор. На наших весах находится и вера в Бога, и (тоже) вера в небытие Его...»

**А.П.Акифьев** – профессор Московского инженерно-физического института (МИФИ): ...Мы, старшее поколение, к религии пришли сами, своим самостоятельным путем. У большинства из нас нет систематического религиозного образования. Для этого не нужно знать детали физики или биологии. Но курс основ естественных наук для богословов должен читаться. Они должны знать основы фундаментальных наук, должны понимать проблематику наук... Сейчас отпали идеологические ограничения, и народ сохранивший в себе религиозные гены, пошел к религии. Поэтому ответственность религиозных деятелей должна быть высокой. Ученые тоже могут и должны с новых позиций внести вклад в дискуссию о науке и религии. Известно, что невозможно доказать существование Бога научными методами. А вот свидетельства существования Бога научными методами можно получить, и в этом состоит суть научной работы... Занимаясь научным творчеством, мы в частности, каждый день убеждаемся в существовании Творца... Например, работа мозга, устройство простейшей клетки. В ней протекает две тысячи ферментативных реакций одновременно без всякого хаоса. Разве это не чудо?

Богословы и ученые должны идти во встречном направлении. В противном случае мы так и останемся лишь собеседниками, а мы должны быть помощниками, мы должны взаимодействовать и в этом будет духовная польза для каждого из нас! (Восклицательный знак – А.П., В.И.)

**В.Я.Пермилов** – доцент МГУ: «...Мы можем спорить о том, что полезнее психологически для человека: верить или не верить в Бога? Верить психологически комфортнее, но это не есть доказательство существования Бога. Мы лишь доказываем полезность идей Бога для психологической комфортности человека. Это не ведет к истине. Поэтому получается спор бесполезный во всех отношениях. Это псевдovoпрос. Я считаю, что мы должны признать и науку, и религию двумя важными измерениями культуры. Следует сформулировать, что я, преподаватель университета, должен сказать своим студентам, в большинстве случаев атеистам, чтобы через 10 лет они снова не начали сбрасывать кресты, а студенты-богословы должны изучать основы наук, чтобы, став служителями Церкви, они не принижали необходимость научного познания мира...»

#### **4.4. Педагогическое видение уровней научного знания и религиозного верования в образовательном процессе**

Проблема «многоканальной» связи между наукой и образованием, а, тем более, между образованием и религией чрезвычайно сложна и «разноцветна».

Очень часто под высоким научным уровнем изложения содержания учебного материала понимают сугубо логизированную схему результатов развития науки. В учебниках и в учебном процессе, как правило, тщательно и «талантливо вытравливают» даже яркие следы того реального пути, которым шли научные поиски для получения потом общепризнанных результатов. Тем самым искажаются или, точнее, создаются психолого-педагогические условия для формирования неправильных представлений о научном методе познания. По существу получил «педагогическую прописку» метод изложения научных результатов (пусть и дидактически «препарированных»), а не метод получения, т.е. поиска этих результатов.

Учащиеся (студенты), изучающие физику в учебных заведениях, вместо пусть не всегда правильного, но очаровательного мира живой, цветущей, разноцветной науки-физики видят суровый академический лик с абсолютно правильными чертами, внушающими в лучшем случае почтение, но не восхищение и любовь!

Ситуация в образовательном процессе сродни шекспировской в сонете 130:

Ты не найдешь в ней совершенных линий,  
Особенного света на челе.  
Не знаю я, как шествует богини,  
Но милая ступает по земле.  
И все ж она уступит тем едва ли,  
Кого в сравненьях пышных оболгали.

Если попытаться в упрощенном и схематизированном виде представить путь научного познания, то это будет ориентировочно выглядеть таким образом.

- Основой научного (физического) исследования являются наблюдения и эксперимент. Накопление экспериментальных фактов позволяет установить определенные эмпирические закономерности, относящиеся, как правило, к относительно узкому кругу явлений.

- В результате дальнейшей обработки и анализа этого научного материала выдвигаются научные гипотезы и создаются новые модели физических ситуаций.

- Вводятся новые понятия, величины, связь которых с материалом наблюдений опосредована цепью теоретических рассуждений.

- Устанавливаются более общие законы, связанные с опытом теоретическими опосредованиями.

- Открытия общих законов и связей между ними позволяет построить теорию, т.е. систему знаний, в основе которой лежит сравнительно небольшое число наиболее общих фундаментальных положений.

- Обоснование принципов конкретной теории не может быть дано в рамках этой же теории. Принципы обосновываются опытом, согласием с экспериментом всех следствий теории, соответствием всех приложений теории на практике.

- Все это не снимает проблемы обоснования и истолкования принципов данной теории в теории более высокого уровня.

В физике теориями низшего уровня являются феноменологические теории (макроскопические), а соответствующие им теории высокого уровня – микроскопические.

Уравнения Максвелла – основные уравнения макроскопической электродинамики – описывают закономерности электромагнитных явлений в веществе чисто феноменологически, не раскрывая механизма взаимодействия вещества и поля. Исходя из законов взаимодействия микрочарядов и поля (уравнения Лоренца-Максвелла) и учитывая электронно-атомную структуру вещества, можно вывести уравнения Максвелла путем усреднения межатомных микрополей. Только на основе электронной теории можно понять механизм термоэлектрических явлений, свойства диэлектриков и магнетиков, природу сверхпроводимости и т.д. Аналогичная связь существует между феноменологической термодинамикой и статистической физикой. Исходя из определенных предположений о движении и взаимодействии молекул и используя статистические методы, статистическая физика раскрывает сущность таких исходных понятий феноменологической термодинамики, как термодинамическое равновесие, температура, количество теплоты и работа, энтропия и необратимость. В статистической термодинамике выводятся уравнения состояния и формулы, по которым могут вычисляться значения термодинамических величин, тогда как в феноменологической термодинамике значения этих величин берутся из опыта.

Знать и понимать взаимоотношения между физическими теориями нужно не только для правильной оценки исторической роли той или иной теории, но и для того, чтобы выработать правильное отношение к современным теориям. В определенные периоды развития науки мы вынуждены под давлением фактов пересматривать привычные взгляды, но это вовсе не означает, что такой пересмотр можно произвести без глубокого изучения старой теории, зная лишь новые факты и выдвигая новые идеи.

Великие мыслители всегда высоко оценивали роль своих предшественников, понимали преемственный характер научного знания.

Всех их отличала широта научных интересов и способность воспринимать передовые идеи своего времени. Только понимание ограниченного характера классических научных теорий и готовность приложить умственные усилия для преодоления привычного образа мыслей, в том числе и во взаимосвязи наука – религия, дают возможность получить правильное и отчетливое представление о **системе современных физических знаний**, которая составляет теоретическую основу современной техники и технологий и в значительной степени пронизывает всю нашу интеллектуальную жизнь.

Духовно-гуманитарный потенциал физики в науке и особенно в образовательном процессе трудно переоценить! Педагогическая актуальность этой проблемы сегодня «на повестке дня» и ждет своего творческого технологического разрешения.

Способность видеть новое в его взаимосвязи с классическим, традиционным, восхищаться не только новыми идеями, но и старыми, удивляться возможности глубокого познания окружающего – путеводная нить в образовательном процессе – процессе «самости» Личности!

У Кайсина Кулиева есть мудрое стихотворение, которое так и называется «Жить, удивляясь». Вот один куплет из него:

Рождаются великие творенья  
Не потому ли, что порою где-то  
Обычным удивляются явлениям  
Ученые, художники, поэты.

Виктор Вайскопф – один из ведущих современных физиков-теоретиков утверждает: «Источник Вселенной можно обсуждать не только на научном, но также и на поэтическом и духовном языках – дополнительный подход к научному».

Ничто – ни слова, ни мысли, ни даже поступки наши, не выражают так ясно и верно нас самих, как наши чувствования; в них слышен характер не отдельной мысли, не отдельного решения, а всего содержания души нашей... (К.Д.Ушинский)

#### **4.5. Вопросы и задания для самостоятельного критически-аналитического осмысления**

1. Какова роль моделей в научной и учебном познании? Каковы модели описаны в § 4.1.? Ответы необходимо обосновать и схематизировать.

2. Схематизируйте систему знаний об электромагнитном поле.

3. Схематизируйте систему знаний о гравитационном поле.

4. Изобразите в виде блок-схемы физическую картину мира как систему физических теорий.

5. Изучите содержание параграфов 4.3., 4.4. и сделайте самые важные (с вашей точки зрения) выводы. На основе этих выводов подготовьте тезисы доклада по этой проблеме.