

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт математики, физики и информатики
Кафедра физики и методики обучения физике

Машукова Оксана Сергеевна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Формирование физической картины мира у учащихся старших классов
на основе фундаментальных взаимодействий

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы Физика

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
профессор, доктор педагогических наук
Тесленко В. И.

«26» мая 2020 г. _____

Руководитель
профессор, доктор педагогических наук
Тесленко В. И.

«22» мая 2020 г. _____

Дата защиты «30» июня 2020 г.
Обучающийся Машукова О.С.

«18» мая 2020 г. _____

Оценка _____

(прописью)

Красноярск 2020

Содержание

Введение.....	3
Глава I. Методические основы формирования понятия «Физическая картина мира».....	8
§ 1.1 Сущность понятия «Физическая картина мира»	8
§ 1.2 Фундаментальные физические понятия	11
§ 1.3 Фундаментальные физические взаимодействия.....	19
Выводы по первой главе	21
Глава II. Методика формирования физической картины мира на примере электромагнитного взаимодействия.....	23
§ 2.1 Сущность электромагнитного взаимодействия.....	23
§ 2.2 Этапы развития электромагнитного взаимодействия.....	26
§ 2.3 Методика формирования физической картины мира на основе электромагнитного взаимодействия.....	31
Выводы по второй главе	46
Заключение.....	47
Список использованных источников.....	49
Приложение	52

Введение

В естествознании понятие «физическая картина мира» используется давно, но в последнее время оно стало рассматриваться не только как итог развития физического знания, но и как самостоятельный вид знания – общее теоретическое знание в физике, система понятий, принципов и гипотез, служащих исходной основой для построения фундаментальных теорий. С одной стороны, физическая картина мира обобщает все ранее полученные знания об окружающем мире, а с другой – вводит в физику новые философские и методологические идеи и обусловленные ими новые понятия, принципы и гипотезы, которые коренным образом изменяют основы теоретического знания по физике. Следовательно, физическая картина мира рассматривается как физическая модель природы, включающая в себя фундаментальные идеи, физические теории, наиболее общие фундаментальные понятия, принципы и методы научного познания, соответствующие определенному историческому этапу развития науки физики. Постоянное развитие и замена одних картин мира другими, более адекватно отражающими структуру и свойства материи, есть процесс развития самой физической картины мира. Основой для выделения отдельных типов физических картин мира служит качественное изменение фундаментальных идей, являющихся базой для физической теории и наших представителей о структуре материи и формах ее существования в пространстве и во времени. С изменением физической картины мира начинается новый этап развития науки физики с иной системой исходных физических понятий, принципов, гипотез и стиля научного мышления. Переход от одного этапа в развитии физической картины мира к другому характеризует качественный скачок, научную революцию в физике, состоящую в появлении новой физической картины мира [2].

В виду сменяемости физической картины мира и её постоянной дополняемости, обучаемые, в процессе формирования фундаментальных физических понятий и рассмотрения видов взаимодействия, испытывают

определенные затруднения. На это указывают результаты проведенного анкетирования, в котором на вопрос «Знают ли школьники определение и основные понятия ФКМ?» лишь двое из ста опрошенных учащихся ответили «Знают определение, но не знают содержание современной ФКМ», а на вопрос «Есть ли интерес школьников к различным мировоззренческим вопросам?» 27 ответили «есть постоянный интерес», 9 – «нет интереса», 24 – «трудно определить, есть ли интерес», 27 – «специально вопросы мировоззрения не выделяются» и 13 учащихся затрудняются ответить. Результаты анкетирования представлены в приложении «А» выпускной квалификационной работы. Данные недопонимания приводят к формированию неполной или вовсе неверной физической картины мира. Анализ результатов анкетирования подтвердил актуальность темы исследования. Отсюда вытекает **проблема исследования**, заключающаяся в том, что наблюдается низкий уровень сформированности физической картины мира у обучающихся.

Актуальность проблемы, рассматриваемой в данном исследовании, обусловлена необходимостью преодоления противоречия между требованиями ФГОС к формированию мировоззренческого мышления и существующим уровнем их реализации в обществе в целом. Для этого необходимо привести методику преподавания физики в старшей школе в соответствие современным требованиям ФГОС к формированию физической картины мира.

Осмысленное усвоение обучающимися фундаментальных понятий и взаимодействий, в результате которого у них формируется представление о ФКМ, и составляет первую сторону процесса формирования научного мировоззрения на уроках физики.

Цели исследования: разработать методику формирования ФКМ на основе последовательного изучения фундаментальных физических взаимодействий.

Объект: формирование физической картины мира у учащихся старших классов.

Предмет: формирование физической картины мира у учащихся старших классов при изучении электромагнитного взаимодействия.

Гипотеза: понятие «физическая картина мира» сформируется у учащихся на высоком уровне, если:

- 1) последовательно изучать каждое фундаментальное взаимодействие на основе определенного плана (*понятие о взаимодействии; эволюция в развитии данного взаимодействия; современные представления о взаимодействии; развитие ФКМ на его основе*);
- 2) разработать методику изучения электромагнитного взаимодействия, направленную на формирование физической картины мира.

Для достижения поставленной цели, были поставлены следующие **задачи:**

- 1) проанализировать состояние выделенной проблемы исследования в практике обучения учащихся;
- 2) проанализировать методики формирования ФКМ описанные в научно-методической и учебно-методической литературе;
- 3) раскрыть на основе анализа основных фундаментальных понятий содержание основных физических взаимодействий;
- 4) систематизировать методы повышения качества усвоения учащимися знаний по физической картине мира;
- 5) разработать методику на основе специально разработанного плана, направленного на формирование физической картины мира у учащихся старших классов на примере электромагнитного взаимодействия.

Решение поставленных задач потребовало использования следующих **методов исследования:**

- 1) анализ философской, педагогической и научно-методической литературы по проблеме формирования научного мировоззрения учащихся в учебном процессе;

- 2) обобщение передового отечественного опыта формирования научного мировоззрения учащихся в процессе изучения физики;
- 3) проведение анкетирования, подтверждающего или опровергающего актуальность проблемы.

Научная новизна данного исследования заключается в следующем: разработаны:

- методика изучения электромагнитного взаимодействия;
- план рассмотрения фундаментальных взаимодействий в процессе обучения учащихся физике на основе динамической модели познания, включающий в себя: понятие взаимодействия; эволюция данного взаимодействия; современные представления о взаимодействии; развитие ФКМ на основе данного взаимодействия.

Практическая значимость исследования: разработанные план рассмотрения фундаментальных взаимодействий и методика изучения электромагнитного взаимодействия, можно использовать в практике обучения учащихся физике при формировании у них физической картины мира.

Организация и база исследования: отдельные положения выпускной квалификационной работы были апробированы на педагогической практике, на базе МБОУ СШ №8 в 2019 г. в 9 и 10 классах.

На защиту выносятся следующие положения: сформировать физическую картину мира у учащихся на более высоком уровне можно

- 1) при целенаправленном рассмотрении фундаментальных физических взаимодействий на основе следующего плана: понятие взаимодействия, эволюция данного взаимодействия, современные представления о взаимодействии, развитие ФКМ на основе данного фундаментального взаимодействия;
- 2) при использовании специально разработанной, на основе динамической модели познания, методики изучения фундаментального электромагнитного взаимодействия.

В данной выпускной квалификационной работе проведен педагогический эксперимент на основе анализа научно-методической и учебно-методической литературы по теме исследования. Также было проведено анкетирование учащихся и учителей, которое подтверждает актуальность выбранной темы исследования. Работа выполнена на определенном уровне и требует своего дальнейшего исследования в практике обучения учащихся физике, что и будет сделано автором ВКР при дальнейшей самостоятельной работе.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка используемой литературы и приложения. Первая глава посвящена методическим основам формирования понятия «Физическая картина мира», во второй главе рассматривается методика формирования физической картины мира на основе электромагнитных взаимодействий.

Результаты работы были представлены на научно-практической конференции XX Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА XXI ВЕКА», а также в качестве публикации «Анализ содержания фундаментальных физических понятий» в сборнике статей конференции «Современная физика в системе школьного и вузовского образования» на с. 28.

Глава I. Методические основы формирования понятия «Физическая картина мира»

§ 1.1 Сущность понятия «Физическая картина мира»

Еще с давних времен, с момента зарождения научных знаний, люди предполагали, что все явления, происходящие в окружающем мире, связаны между собой. Поэтому они стремились не только понять уже известные научные явления, но и найти между ними связь, создать целостное представление о мире, что помогло бы не только объяснить некоторые уже известные явления, но и предугадать другие. Греки, например, пытались объяснить картину мира через четыре стихии, а именно огонь, земля, вода, воздух. Такой подход, конечно же, не прижился, но идея, лежащая в его основе, не устарела – мир един и подчиняется определенным законам [5, 25].

С развитием физики необходимость систематизации знаний возрастала. Для этого было необходимо создать физическую картину мира, найти те общие элементарные элементы, из которых она состоит.

Под физической картиной мира следует понимать систему фундаментальных идей, понятий и законов физики; к ней относятся: представления о свойствах пространства и времени, понятия об объектах изучения физической науки и исходных составных частях материи, универсальные физические законы, исходные идеи и уравнения физических теорий и соотношений между теориями. То есть ФКМ полностью описывает состояние, физическую модель природы, соответствующую данному историческому этапу развития физики [4].

В основе ФКМ лежат не только явления и законы физики, но и философские представления и идеи. Физическая картина мира не автономна, она входит в состав естественнонаучной картины мира, которая, в свою очередь, является частью общей научной картины мира [10].

Физика – наука, полная неизвестностей и противоречий. Она динамична, постоянно развивается и дополняется. Это, конечно же,

отражается и на физической картине мира – она также сменяется и дополняется.

Смена физической картины мира, в основном, связана со сменой представлений о фундаментальных понятиях. На этой основе рассматривались последовательно три физических картины мира. Первой была механическая картина мира. На её появление повлияли метафизические материалистические представления о материи и формах её существования, а также создание первой физической теории – механики Галилея-Ньютона [24]. Однако данная картина мира не могла объяснить многие электромагнитные явления, поэтому, на смену ей, пришла следующая, электродинамическая картина мира, в основе которой лежат теории электромагнитного поля. Но и она оказалась не полной, так как к концу прошлого века в физике накопился целый ряд событий, противоречащих ЭДКМ. Тогда была создана третья, квантово-полевая картина мира, появление которой связано с развитием квантовой механики [26]. Данная картина мира остается актуальной по сегодняшний день. Основные этапы эволюции ФКМ представлены в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1

Отдельные этапы эволюции ФКМ

Название физической картины мира	Имена ученых, внесших большой вклад в создание ФКМ	Период возникновения ФКМ
Механическая	Г. Галилей, Р. Декарт, И. Ньютон	XVI – XVII в.
Электродинамическая	М. Фарадей, Дж. К. Максвелл, Г. Лоренц, А. Эйнштейн	Конец XIX – начало XX в.
Квантово-полевая	М. Планк, Н. Бор, Л. де Бройль, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, п. Дирак	Первая треть XX в.

Идейное основание ФКМ включает следующие положения:

- Естественные науки строятся на утверждении о независимом

существовании природы и материального мира.

- Окружающий нас мир движется, изменяется и развивается стихийно.
- Наука начинается с факта (эмпирического опыта), с воспроизводства и систематизации фактов. Факт – это интерпретация реальности. Уже Галилей однозначно понимал это. Лишь теория (концентрированный опыт, культура) учит видеть факт. Отсюда система знаний ФКМ – это не просто систематизация знаний, но инструмент познания.
- В классическом естествознании Природа отделена от Человека. Но такая абстракция уже не работает в современной науке. Наблюдатель становится частью изучаемой системы. Отсюда обострение проблемы фактов, отсюда внимание к теории погрешностей, интерпретации измерений и др [19].

В трудах многих ученых (В.С. Готт, В.Ф. Ефименко, В.В. Мултановский и др.) раскрываются проблемы зарождения понятия ФКМ, определение его сущности содержания и структуры. Вследствие этого физическая картина мира не только прочно утвердилась в науке как одна из основных категорий теории и методологии научного познания, но и приобрела достаточные основания для включения в теорию обучения и воспитания в качестве концепции и фактора формирования научного мировоззрения.

Таким образом, физическая картина мира – это обобщенная модель природы в форме знаний о материи, движении, взаимодействии, пространстве-времени, причинности и закономерностях движения [29].

Состав ФКМ:

1. Исходные идеи;
2. Область познания;
3. Основные понятия;
4. Основные законы (принципы);
5. Основные выводы (мировоззрения) [31].

§ 1.2 Фундаментальные физические понятия

Под физической картиной мира следует понимать систему фундаментальных физических понятий, законов и идей, отражающих совокупность физических знаний на современном этапе их развития. К фундаментальным понятиям относятся такие понятия, как «материя», «движение», «взаимодействие», «пространство» и «время». Смена представлений о фундаментальных понятиях влекла за собой изменение физической картины мира. В различных источниках научно-методической литературы анализируются эти фундаментальные физические понятия и предлагаются пути их формирования. Рассмотрим подробнее каждое из них.

Определение материи расширилось с развитием различных областей науки. Раньше это были объекты, которые можно было описать классическими свойствами (масса, температура, делимость и т. п.), и в представлениях Ньютона об абсолютности пространства и времени, рассматриваемые независимо; с развитием оптики, а за ней специальной и общей теории относительности это понятие дополнилось его связями с гравитацией и волнами; а современные квантовая физика, астрофизика и физика высоких энергий установили это понятие в современном смысле и активно занимаются поиском новых видов материи.

Материя – философская категория, обозначающая объективную реальность, существующую вне и независимо от человеческого сознания, которая отображается человеческими ощущениями, существуя независимо от них. Материя иногда определяется также как бесконечное множество всех существующих в мире объектов, субстанция (основа) всех вещей и явлений в мире, носитель любых свойств, связей отношений и форм движения [7].

Материя, по электромагнитной картине мира, существует в двух формах: вещество (корпускулярный подход) и поле (континуальный подход). Данное понятие получило свое развитие при рассмотрении микромира. На данном этапе наиболее глубокий уровень материи представляют собой элементарные частицы-фермионы и бозоны, а также физический вакуум [9].

Вещество и поле, как два вида материи, обладают рядом общих черт:

- Вещество и поле – два вида материи, реально существующие вне зависимости от нашего сознания;
- Оба обладают энергией;
- Проявляют и волновые, и корпускулярные свойства;
- Вещество может проникать через поле, как и поле через вещество. При этом они взаимно влияют на состояния друг друга (поляризация, намагничивание, диэлектрическая и магнитная проницаемость);
- Возможно взаимопревращение вещества и поля [30].

За исходное физическое понятие, при изучении движения и строения материи, принимается материальная точка, которая идеализирует любую структурную единицу в делении материи, начиная от космических тел и заканчивая элементарными частицами. В таблице 2 представлена общая схема состава материи во Вселенной. Можно выделить три структурных уровня материи: мегамир, макромир, микромир. На уровне макромира выделяют два вида материи (вещество и поле), однако на уровне микромира различия между этими формами материи едва уловимо.

Формы матери в мегамире:

1. Видимая материя – 4%;
2. Темная материя – 23%;
3. Темная энергия – 73% [30].

На каждом структурном уровне существуют самостоятельные объекты с различными размерами и массами. Для изучения их движения каждая из структурных единиц может быть принята за материальную точку. Чтобы изучить её строение, производят новое деление. В настоящее время последними единицами деления материи в микромире являются элементарные частицы, а в мегамире – скопления галактик. Фотоны – это элементарные частицы для электромагнитного поля, тогда как протоны,

нейтроны и электроны (вместе с другими частицами) входят в состав вещества [32].

Таблица 2

Примерный состав материи во Вселенной

Область пространства	Протяженность области (м)	Объекты – структурные единицы деления материи	Размеры объектов (м)	Масса объектов (кг)	Состав объектов
Мегамир	$\geq 10^{21}$	Галактики	10^{20}	10^{41}	Звезды
Макромир	$10^{-8} - 10^{21}$	Планетные системы звезд	10^{13}	10^{30}	Звезды и планеты
		Планеты и окружающие нас на Земле тела	$10^6 - 10^{-2}$	$10^{24} - 10^{-3}$	Молекулы
Микромир	$\leq 10^{-8}$	Молекулы и атомы	$10^{-8} - 10^{-10}$	$10^{-26} - 10^{-27}$	Ядра и электроны
		Ядра атомов	10^{-15}	10^{-27}	Нуклоны
		Элементарные частицы	$10^{-15} - 10^{-17}$	$0 - 10^{-27}$	_____

В состав объектов мега- и макромира следует включать электромагнитное и гравитационное поля. Поля не локализованы в пространстве и имеют одно звено в структурном делении – состоят из квантов.

Вопрос о движении в мире относится к фундаментальным вопросам, на которые должна дать ответ научная картина мира. *Движение* – философская категория, отображающая любые изменения в природе и обществе, также движение – в самом общем значении – способ существования материи, ее атрибут, всякое взаимодействие материальных тел и объектов [18].

В Древней Греции (Аристотель) различали естественное и насильственное движение тел. Для земных тел естественным является

перемещение или вниз («тяжелые» тела), или вверх («легкие» тела), причем считалось, что причина естественных движений заложена в их природе. Для небесных тел естественным предполагалось их движение вокруг Земли как центра Космоса. Насильственное движение объяснялось действием сил на тела, и оно прекращалось, если сила переставала действовать. Представления о естественных и насильственных силах и вызванных ими движениях вытекали из повседневной практики и наблюдений за движением тел в реальной жизни и были приняты в науке до XVIII в [1].

Об абсолютности движения можно говорить только в соотнесении с какой-либо точкой пространства, которая мыслится в мировом пространстве в состоянии покоя. Действительное движение всегда относительно, оно есть движение в соотнесении с какой-либо точкой пространства, находящейся в относительном движении или в относительном покое. Континуум – четырехмерная система координат, дополняющая всеобщую теорию относительности А.Эйнштейна (сила тяжести и ускорение равноценны) временем как четвертой координатой (мир Минковского). Результаты наблюдений, истолкованных теорией относительности Эйнштейна, отклоняются от наблюдений классической механики и электродинамики, только при скоростях, близких к скорости света [3].

Движение многообразно, выделяют 3 группы форм движения:

- в неорганической природе (перемещение, взаимодействие поля, химические взаимодействия, тепловые процессы, агрегатные состояния, звуковые колебания, изменения космических тел и систем);
- в живой природе (совокупность жизненных процессов, обмен веществ, процессы отражения, саморегуляции, воспроизводство, экология);
- в обществе (общественные виды деятельности, высшие формы отражения, целенаправленное преобразование действительности).

Также выделяют следующие типы движения:

- с сохранением качественного состояния предмета (сохраняется некий

набор признаков);

- с изменением качественного состояния (разрушение, распад, образование нового объекта) [8].

Общий подход к движению материи как изменению ее состояния приводит к тому, что, наряду с механическим и электромагнитным движением, следует рассматривать химическую, геологическую, биологическую, социальную и тому подобные формы движения материи. Современная научная картина мира считает эволюцию универсальной формой движения материи. В то же время, несмотря на многообразие форм движения, качественные различия между ними не позволяют сводить их к чему-то одному, например биологическую форму к химической, или электромагнитную к механической.

Важнейшим понятием всей физики служит *взаимодействие*. Смысл его заключается в следующем: материальные точки (находящиеся друг от друга на не слишком больших расстояниях) взаимодействуют между собой, в результате чего изменяются их энергия, импульс и момент импульса. Такое представление о взаимодействии применимо на любом структурном уровне деления материи [14].

Данное понятие получило свое развитие сначала в процессе рассмотрения материальной точки, в дальнейшем оно развилось до уровня осознания, что не только целые объекты взаимодействуют друг с другом, но и частицы, из которых состоят эти объекты, взаимодействуют между собой.

С самой общей точки зрения взаимодействия приводят к двум результатам:

- изменению свободного расстояния в процессах кратковременного взаимодействия – «рассеянию»;
- к образованию связанных состояний, объединяющих взаимодействующие объекты в устойчивую систему на длительное время.

Во времена Аристотеля взаимодействие представляли себе как одностороннее воздействие движущего на движимое, причем воздействие передается при непосредственном контакте (первоначальная, наивная форма концепции близкодействия). В классической механике из фундаментальных взаимодействий было известно только гравитационное взаимодействие, которое описывается законом всемирного тяготения. Фактически сила, действующая на то или иное тело, определяется положением этого тела относительно других тел и скоростью изменения этого положения. В этом смысле сила является характеристикой взаимодействия. Сила является сугубо классическим понятием. В квантовой механике этого понятия нет. В большинстве случаев сила подчиняется принципу суперпозиции [16].

В 1830-е г. великий английский физик М. Фарадей выдвинул новый подход к природе электрических взаимодействий, который стали называть концепцией близкодействия. Таким образом, введенное Фарадеем поле является промежуточным звеном, «переносчиком» электрического взаимодействия.

Пространство – есть форма бытия материи, характеризующая ее протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие элементов во всех материальных системах. Рассмотрим эволюцию представлений о пространстве и времени. У Аристотеля нет категории пространства, у него есть категория места. Это означает, что пространства без тел не бывает, следовательно, в природе нет пустоты. Согласно Аристотелю, пространство состоит из мест, занимаемых телами. По Аристотелю, время не существует без движения, но оно не есть движение. Это следует из того, что время равномерно, а движения неравномерны, а если и равномерны, то одна равномерность более медленная, другая – более быстрая. Поэтому время – это мера движения. Но само время измеряется движением, которое есть мера времени. Итак, время – мера движения, а движение – мера времени. Выход из этого парадокса Аристотель видит в том, что мерой времени является не всякое движение, а равномерное круговое движение небесной сферы. В

отличие от Аристотеля, атомисты (Демокрит, Левкипп и др.) считали, что все в природе состоит из атомов и пустоты. Ньютон определяет абсолютное (истинное) математическое время как такое понятие, которое само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью. В отличие от абсолютного, относительное время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения, мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как то: час, день, месяц, год. **Время** – форма бытия материи, выражающая длительность ее существования, последовательность смены состояний в изменении, развитии всех материальных систем [3, 22].

В настоящее время в общей теории относительности Эйнштейна утверждается, что понятие пространство и время нельзя отрывать друг от друга и, в связи с этим, вводится новое, обобщенное понятие **«пространство-время»**.

Всеобщие свойства пространства и времени:

- объективность и независимость от сознания человека;
- абсолютность как атрибутов материи;
- неразрывная связь с движением;
- единство прерывного и непрерывного в их структуре;
- количественная и качественная бесконечность [22].

Ньютон вводит абсолютное пространство как такое, которое по своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным. Относительное пространство есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел и которая в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное (например,

протяжение пространств подземного воздуха или надземного, определяемых по их положению относительно Земли).

Место Ньютон определяет как часть пространства, занимаемая телом. По отношению к пространству место бывает абсолютным или относительным. Положение, правильно выражаясь, не имеет величины, и оно само по себе не есть место, а принадлежащее месту свойство.

В связи с созданием классической электродинамики возникло противоречие с принципом относительности Галилея, утверждавшего, что не существует абсолютно неподвижных инерциальных систем отсчета. Это было связано с тем, что уравнения Максвелла оказались неинвариантными относительно преобразований Галилея. Так возникла концепция абсолютно неподвижного (или мирового) эфира, в котором распространяется свет и другие электромагнитные волны.

В современной физике релятивистские преобразования Лоренца показывают, что не существует ни абсолютного пространства, ни абсолютного времени. Эти преобразования связывают пространственные координаты и время в двух системах отсчета, движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга. Поэтому в релятивистской физике пространство и время следует рассматривать как единую конструкцию: четырехмерное пространство-время. В общей теории относительности (релятивистской теории гравитации) ситуация еще более усложняется: вводится понятие искривленного четырехмерного пространства-времени, в котором оказываются несправедливыми аксиомы и теоремы евклидовой геометрии. Кривизна такого пространства определяется распределением масс. Теоретическое представление физики элементарных частиц позволяет рассматривать явления в многомерных пространствах, число измерений которых превышает 10. Следует, однако, иметь в виду, что это не значит, что мы живем в реальном многомерном пространстве. Такие пространства вводятся для того, чтобы унифицировать описание фундаментальных взаимодействий в микромире [7].

§ 1.3 Фундаментальные физические взаимодействия

Человек всегда, еще с давних времен, стремится понять и упорядочить окружающий его физический мир. Одним из способов упорядочивания оказалось выделение фундаментальных или, по другому, основных, первичных видов взаимодействия, в которых участвуют элементарные частицы. Изучение свойств фундаментальных взаимодействий составляет логику объединения современных знаний в современной физике. На данный момент выделяют четыре вида фундаментальных взаимодействия, а именно гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое (табл. 3). Такие взаимодействия считаются независимыми (не сводящимися друг к другу), они отличаются радиусом действия и передаваемой в процессе них энергией (сила воздействия) – данный параметр характеризуется термином интенсивность [17].

Интенсивность взаимодействия принято характеризовать с помощью так называемой константы взаимодействия, которая представляет собой безразмерный параметр, определяющий вероятность процессов, обусловленных данным видом взаимодействия. Отношение значений констант дает относительную интенсивность соответствующих взаимодействий. Кратко охарактеризуем каждый из этих четырех видов взаимодействий.

Таблица 3

Основные характеристики фундаментальных взаимодействий

Тип взаимодействия	Взаимодействующие частицы	Радиус действия (м)	Относительная интенсивность
Сильное	Адроны	10^{-15}	1
Электромагнитное	Заряженные частицы	∞	$10^{-2} - 10^{-4}$
Слабое	Все (кроме фотона)	10^{-18}	$10^{-12} - 10^{-24}$
Гравитационное	Все	∞	10^{-38}

Интенсивность взаимодействия принято характеризовать с помощью, так называемой, константы взаимодействия, которая представляет собой

безразмерный параметр, определяющий вероятность процессов, обусловленных данным видом взаимодействия. Отношение значений констант дает относительную интенсивность соответствующих взаимодействий. Кроме того, взаимодействия различают по «степени универсальности», то есть существуют объекты (элементарные частицы), являющиеся источниками соответствующего взаимодействия, и частицы – переносчики этого взаимодействия. Кратко охарактеризуем каждый из этих четырех видов взаимодействий.

Гравитационное взаимодействие, например, характерно для всех элементарных частиц (тел), сам процесс взаимодействия – это обмен гравитонами. Для электромагнитного необходимо наличие электрического заряда или магнитного момента, оно переносится фотонами. Сильное – имеет место для группы частиц, адронов (к ним относятся и нуклоны – протоны и нейтроны), но не наблюдается у лептонов, сам процесс сильного взаимодействия рассматривается как обмен глюонами. Слабое же взаимодействие протекает в ядерных процессах, его участники – все известные элементарные частицы, а частицы, переносящие это взаимодействие, называются промежуточными бозонами [19].

Сфера проявлений различных взаимодействий, а также вызванных ими физических явлений, определяется пространственным диапазоном и связана с определенным структурным уровнем деления материи. Самым эффективным («сильным») является сильное взаимодействие, однако оно быстро уменьшается с расстоянием и на длине ~ 10 - 15 м уже равно нулю. Следующим по эффективности считается электромагнитное взаимодействие, его радиус действия неограничен, правда, сила уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния (закон Кулона). Далее располагается слабое взаимодействие, оно проявляется на очень малых расстояниях (< 10 - 16 м). И самым слабым считается гравитационное взаимодействие [19].

В микромире, область протяженности которого от 10^{-8} до 10^{-15} м, в первую очередь преобладает сильное взаимодействие, хотя важную роль

играют как слабое, так и электромагнитное взаимодействия. В совокупности эти взаимодействия определяют строение и свойства атомных ядер и элементарных частиц. Для макромира характерны гравитационные и электромагнитные взаимодействия, причем для макротел решающим является все же гравитационное взаимодействие. В мегамире также проявляются гравитационное и электромагнитное взаимодействия.

Выводы по первой главе

Физические законы и фундаментальные физические понятия лежат в основе всего естествознания (физики, химии, биологии и др.). Физическая картина мира позволяет объяснить многие известные физические явления, а также выделить последующие ФКМ. ФКМ строится на основе фундаментальных физических понятий и взаимодействий. К фундаментальным понятиям относятся такие понятия, как «материя», «движение», «взаимодействие», «пространство» и «время». К фундаментальным видам взаимодействия относятся «гравитационное», «электромагнитное», «сильное» и «слабое». На основе данных понятий и взаимодействий было построено три картины мира: механическая, электродинамическая, квантово-полевая. Сменяемость картин мира обусловлена динамичностью физики, как науки. Открытие явлений, не поддающихся описанию актуальной на тот момент картины мира, влекло за собой изменение и дополнение фундаментальных понятий и взаимодействий, а это, в свою очередь, порождало новые законы и новую физическую картину мира.

Были составлены сводные таблицы по материи и взаимодействию на основе подробного анализа фундаментальных понятий и фундаментальных взаимодействий.

Также, на основании анализа содержания первой главы, были выделены следующие основные характеристики физической картины мира:

1. Материальность и единство материи;

2. Основные формы существования материи;
3. Неисчерпаемость материи;
4. Причинная обусловленность физических явлений.

Глава II. Методика формирования физической картины мира на примере электромагнитного взаимодействия

§ 2.1 Сущность электромагнитного взаимодействия

Электромагнитное взаимодействие является одним из четырех типов фундаментальных взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие – это взаимодействие, осуществляемое между заряженным телом (или несколькими телами) и электромагнитным полем. Электромагнитное поле в данном случае выступает основным проводником между заряженными частицами, которые напрямую друг с другом не контактируют. Источником электромагнитного поля служат заряженные частицы. Взаимодействие нейтральных (лишенных заряда) частиц осуществляется благодаря квантовым эффектам или особенностям их сложной внутренней структуры. Именно электромагнитное взаимодействие обеспечивает существование молекул и атомов, потому что они связаны между собой электромагнитными силами. Таким образом, именно этот тип взаимодействия лежит в основе всех явлений на нашей планете.

Электромагнитное поле и вещество обладают рядом отличительных качеств:

- Непосредственного контакта между заряженными телами нет. Взаимодействие протекает по схеме: частица – поле – частица. При большом напряжении возможно взаимодействие между полями.
- Поле, в отличие от вещества, не имеет пространственной локализации и точных границ.
- В одной и той же части пространства не может одновременно находиться два заряженных тела, а два поля – может.
- Поле имеет меньшую плотность энергии и массы, чем вещество.
- Вещество обладает массой покоя, а фотон (квант ЭМП) – нет.
- Частицы могут двигаться с любой скоростью, не превышающей скорости света. В отличие от него, поле имеет лишь две скорости:

нулевая (статические поля) и скорость света (свободные поля).

- Поле не может приниматься за систему отсчета, так как обладает постоянной скоростью относительно движущихся и покоящихся тел.

Переносчиком электромагнитного взаимодействия является квант электромагнитного поля – фотон. Радиус действия сил R и масса переносчика взаимодействия m связаны соотношением:

$$R = \frac{\hbar}{mc}$$

Так как фотон имеет нулевую массу, радиус действия электромагнитных сил бесконечный. Поэтому к электромагнитному взаимодействию сводится большинство явлений, наблюдаемых в макроскопических масштабах – силы трения, упругости и другие. Его проявления видны повсюду в окружающем нас мире. Безразмерная константа $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$ определяет интенсивность электромагнитного взаимодействия. Легко заметить, что данная константа значительно превышает константы гравитационного и слабого взаимодействий [19].

В электромагнитном взаимодействии участвуют все тела (частицы), обладающие зарядом, и, как сказано выше, оно обладает неограниченным радиусом действия, все это дает право считать его достаточно универсальным.

Классической теорией электромагнитного взаимодействия является максвелловская электродинамика, в которой в качестве константы связи принимается заряд электрона e . Если рассмотреть два покоящихся точечных заряда q_1 и q_2 , то их электромагнитное взаимодействие сведется к известной электростатической силе. Это означает, что взаимодействие является дальнедействующим и медленно спадает с ростом расстояния между зарядами. Классические проявления электромагнитного взаимодействия хорошо известны, и мы не будем на них останавливаться. С точки зрения квантовой теории переносчиком электромагнитного взаимодействия является

элементарная частица фотон - безмассовый бозон со спином 1 [23]. Квантовое электромагнитное взаимодействие между зарядами условно можно изобразить в виде схемы:

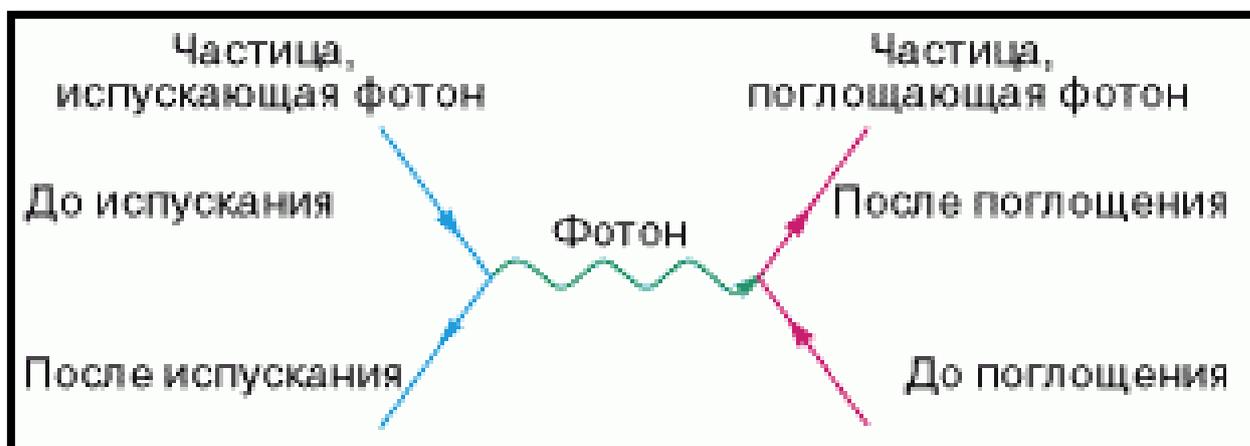


Рис. 1. Условное изображение взаимодействия между зарядами

С современной точки зрения электромагнитное и слабое взаимодействия представляют собой различные стороны единого электрослабого взаимодействия. Создана объединенная теория электрослабого взаимодействия – теория Вайнберга-Салама-Глэшоу, объясняющая с единых позиций все аспекты электромагнитных и слабых взаимодействий. Можно ли понять на качественном уровне, как происходит разделение объединенного взаимодействия на отдельные, как бы независимые взаимодействия?

Пока характерные энергии достаточно малы, электромагнитное и слабое взаимодействия отделены и не влияют друг на друга. С ростом энергии начинается их взаимовлияние, и при достаточно больших энергиях эти взаимодействия сливаются в единое электрослабое взаимодействие. Характерная энергия объединения оценивается по порядку величины как 102 ГэВ (ГэВ - это сокращенное от гигаэлектрон-вольт, $1 \text{ ГэВ} = 10^9 \text{ эВ}$, $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ эрг} = 1,6 \cdot 10^{19} \text{ Дж}$). Для сравнения отметим, что характерная энергия электрона в основном состоянии атома водорода порядка 10^{-8} ГэВ , характерная энергия связи атомного ядра порядка 10^{-2} ГэВ , характерная энергия связи твердого тела порядка 10^{-10} ГэВ . Таким образом, характерная

энергия объединения электромагнитных и слабых взаимодействий огромна по сравнению с характерными энергиями в атомной и ядерной физике. По этой причине электромагнитное и слабое взаимодействия не проявляют в обычных физических явлениях своей единой сущности [16].

Сила электромагнитного взаимодействия, в случае движущихся зарядов, существенно зависит от модуля и направления скорости движения этих зарядов. Для неподвижных заряженных тел сила взаимодействия определяется законом Кулона:

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2 \varepsilon}$$

где $|q_1|, |q_2|$ – модули зарядов тел, r^2 – квадрат расстояния между ними, ε – диэлектрическая проницаемость среды (для вакуума $\varepsilon = 1$), k – коэффициент пропорциональности равный $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$, ε_0 – электрическая постоянная равная $8.85 * 10^{-12}$ [16].

Следовательно, электромагнитное взаимодействие состоит как бы из двух компонент: электрической и магнитной. Лишь в некоторых системах отсчета электромагнитное взаимодействие носит только электрический или только магнитный характер. Так как скорость тела определяется выбранной системой отсчета, то и характер взаимодействия также зависит от системы отсчета.

§ 2.2 Этапы развития электромагнитного взаимодействия

Электромагнитное взаимодействие – тип бесконтактного физического взаимодействия, который характеризуется обязательным участием электромагнитного поля, которое либо излучается, либо поглощается, либо является переносчиком взаимодействия между телами. В природе ЭМ взаимодействие наблюдалось ещё задолго до зарождения физики как науки, например, вспышки молнии, полярные сияния и др.

Электрические и магнитные явления изучаются очень давно, свое начало они берут ещё с Древней Греции. Древние люди не занимались

исследованием электрических и магнитных явлений, но они пытались объяснить природу их происхождения. Но, не смотря на это, именно в Древней Греции, математиком и философом Фалесом Милетским в VII веке до н. э., были открыты электрические свойства янтаря (намагничивание янтаря после натирания его шерстью). Позже, в 1891 г., единица отрицательного заряда получила название «электрон», что с греческого переводится как «янтарь».

Также Древние греки знали о существовании особого минерала (магнитный железняк), который мог притягивать железные предметы. Данный минерал получил название «магнит», так как его залежи находились вблизи города Магнесии. Не смотря на то, что о наличии у магнита северного и южного полюсов стало известно лишь в 13 в. во Франции, свободный магнит использовался в Древнем Китае во время путешествий в качестве компаса для определения направления «Север-Юг» ещё во II в. до н.э. В 1600 г. Гильберт дал объяснение возможности использования магнита в качестве компаса, выдвинув гипотезу о том, что Земля представляет собой большой магнит. В своей книге он описал явление магнитной индукции, способы намагничивания железа и стали и т. д., а также затронул электрические явления. Это было немного странно, потому что раньше электричество и магнетизм рассматривались как абсолютно независимые друг от друга явления, однако некоторые ученые на тот момент начали замечать связь между этими явлениями и изучать их параллельно [6].

В 1672 г. Герике, благодаря изобретению «электрической машины», обнаружил, что легкие тела могут не только притягиваться к наэлектризованному шару, но и отталкиваться от него. Французский ученый и физик Шарль Франсуа Дюфе в 1733 году открыл два разнородных электрических заряда: «стеклянный» (+) и «смоляной» (-). Позднее Бенджамин Франклин введет известное сегодня обозначение электрических состояний (-) и (+). Позже, Францом Ульрихом Теодором Эпинусом, в 1756 г. был открыт пироэлектрический эффект [20].

В середине XVIII в. появляются уже более содержательные теории электрических явлений, основанные на принципах дальнего действия и ближнего действия. Теории дальнего действия получила в XVIII в. почти всеобщее признание. Основателями теории были Франклин и петербургский академик Эпинус. Франклин еще в 40-х г. XVIII в. построил теорию электрических явлений. Он предположил, что существует особая электрическая материя, представляющая собой некую тонкую, невидимую жидкость. Частицы этой материи обладают свойством отталкиваться друг от друга и притягиваться к частицам обычной материи, т. е. к частицам вещества, по современным понятиям. Сама материя может проникать сквозь вещество. Он считал, что каждое тело обладает определенным количеством электрической материи и если её становится в избытке, то тело электризуется положительно, а если её наоборот недостаточно – тело заряжается отрицательно. Позднее Эпинус подтвердил закон сохранения электрического заряда и исследовал электрическую индукцию [6].

Одним из основоположников теории ближнего действия является Ломоносов. Он полагал, что электрическое взаимодействие передается от тела к телу через особую среду, заполняющую все пустое пространство, в частности и пространство между частицами, из которых состоит «весомая материя», вещество. Электрические явления, по Ломоносову, следует рассматривать как определенные микроскопические движения, происходящие в эфире. То же самое относится и к магнитным явлениям.

В 1785 г. Шарлем Кулоном был открыт закон, описывающий силы взаимодействия между точечными электрическими зарядами (З. Кулона). Примерно за 11 лет до Кулона, в 1771 г., закон взаимодействия зарядов был экспериментально открыт Г. Кавендишем, однако результат не был опубликован и долгое время (свыше 100 лет) оставался неизвестным.

После открытия закона Кулона теория дальнего действия совсем вытесняет теорию ближнего действия. И только в XIX в. Фарадей возрождает теорию ближнего действия. Однако ее всеобщее признание начинается со второй

половины XIX в., после экспериментального доказательства теории Максвелла.

В XVIII в. электричество и магнетизм считались хотя и похожими, но все же имеющими различную природу явлениями. Большую роль в становлении электромагнетизма сыграл опыт Х. К. Эрстеда в 1820 г., который доказал воздействие электрического тока на магнит.

Раздумывая над открытием Эрстеда, Ампер пришел к совершенно новым идеям. Он предположил, что магнитные явления вызываются взаимодействием электрических токов. Каждый магнит представляет собой систему замкнутых электрических токов, плоскости которых перпендикулярны оси магнита. Взаимодействие магнитов, их притяжение и отталкивание объясняются притяжением и отталкиванием, существующими между токами. Земной магнетизм также обусловлен электрическими токами, которые протекают в земном шаре. В 1824 г. он дал математическое описание взаимодействия проводника тока с магнитным полем. Ампер провел серию экспериментов, чтобы доказать свою гипотезу. Также он ввел понятие силы тока [20].

В 1831 г. английский физик М. Фарадей экспериментально обнаружил и дал математическое описание явления электромагнитной индукции – возникновения электродвижущей силы в проводнике, находящемся под действием изменяющегося магнитного поля.

Все эти исследования были основой, на которой выросли современные электричество и магнетизм. Позднее, в 1864 г., Максвелл создал теорию электромагнитного поля, согласно которой электрическое и магнитное поля существуют как взаимосвязанные составляющие единого целого – электромагнитного поля. Из теории вытекало, что любые изменения электромагнитного поля должны порождать электромагнитные волны, которые распространяются с конечной скоростью. Теоретическое значение этой скорости для вакуума было схоже со скоростью света, что позволило Максвеллу предположить, что свет – электромагнитная волна. А Г. Герц, в

1888 г., сумел доказать наличие электромагнитных волн, существование которых вытекало из законов Максвелла [21].

В XX в. развитие представлений об электромагнитном поле и электромагнитном излучении продолжилось в рамках квантовой теории поля, основы которой были заложены Максом Планком. Во второй половине XX века (квантовая) теория электромагнитного поля и его взаимодействия была включена в единую теорию электрослабого взаимодействия. Также было установлено, что атомы в молекулах связаны между собой межатомными связями, которые обусловлены электромагнитным взаимодействием электронов и ядра одного атома с электронами и ядром другого атома.

Таблица 4

Основные этапы развития эволюции ЭМ взаимодействия

Открытие	Кем сделано	Год открытия
Всепроникающий эфир; Электризация янтаря	Аристотель, Ф. Милетский	—
Книга «О магните и магнитных телах»; определение «электрический»	У. Гильберт	1600 г.
Передача заряда на большие расстояния	С. Грей	1729 г.
«Стеклянный» и «смоляной» заряды; одноименные – притягиваются, разноименные – отталкиваются	Ф. Д. Шарль	1733 г.
Закон взаимодействия зарядов (З.Кулона)	Ш. О. Кулон	1785 г.
Доказал воздействие электрического тока на магнит	Х. К. Эрстед	1820 г.
Связь магнитных и электрических явлений; «электрический ток»	А. М. Ампер	1821 г.
ЭМ индукция; учение об ЭМ поле	М. Фарадей	1831 г.
Теория электромагнитного поля	Д. К. Максвелл	1864 г.
Электромагнитные волны	Г. Герц	1888 г.
Квантовые свойства вещества	Резерфорд, Бор, Эйнштейн, Шредингер и др.	С 1903 г. ...

Основные этапы развития эволюции ЭМ взаимодействия для наглядности отражены в таблице 4. В следующем параграфе для примера будет рассмотрена методика формирования физической картины мира на основе только электромагнитного взаимодействия.

§ 2.3 Методика формирования физической картины мира на основе электромагнитного взаимодействия

Рассмотрим методику формирования физической картины мира на основе электромагнитного взаимодействия. Электромагнитные взаимодействия начинают изучать с 8 класса. Раздел «Электрические явления» начинается с изучения явления электризации тел при соприкосновении, определение не формулируется. Формулируется вывод о характере взаимодействия заряженных тел. На основе экспериментов рассматривается явление взаимодействия заряженных тел на расстоянии, вводится понятие электрического поля. После на эксперименте рассматривается явление делимости электрического заряда. Далее на качественном уровне рассказывается об экспериментах А. Ф. Иоффе и Р. Милликена по обнаружению наименьшего электрического заряда, вводится понятие об электрическом заряде как о физической величине и об электроны. Рассказывается о строении атомов, вводится понятие иона. Дается объяснение состояний тела, когда оно электрически нейтрально, либо заряжено +/- . Дается формула и формулировка закона сохранения заряда [11].

После этого, в разделе «Электромагнитные явления», вводится понятие магнитного поля, магнитных линий. Рассматривается магнитное поле катушки с током, электромагниты и постоянные магниты. После чего переходят к изучению МП Земли. Заключительным в данном разделе является рассмотрении действия магнитного поля на проводник с током.

Можно заметить, что у учащихся 8 класса пока не выделяются фундаментальные понятия в явном виде, они только формируются описательно, на основе фундаментальных явлений.

Далее рассмотрение электрических явлений продолжается в 9 классе в разделе «Электромагнитное поле». Начинается оно с повторения ранее изученного материала о магнитном поле. Рассматриваются понятия неоднородного и однородного МП. После изучают правила Буравчика, правой и левой руки. Рассматривают обнаружение магнитного поля по его действию на электрический ток. После вводятся понятия индукции магнитного поля, электромагнитной индукции и самоиндукции. Дается определение электромагнитного поля и электромагнитных волн. Заканчивается раздел изучением колебательного контура и получения электромагнитных колебаний [13].

В 9 классе наблюдается развитие понятия материя. Помимо рассмотрения материи как вещества (7 кл.) вводится вторая форма существования материи – поле.

В конце 10 класса изучается раздел «Электростатика». Он начинается с повторения материала по электростатике из курса основной школы. Рассматривается электростатическая индукция. Дается формулировка и формула закона Кулона, приводится сравнение закона Кулона и закона всемирного тяготения. Вводится понятие напряженности, линий напряженности, диэлектрической проницаемости среды, рассматривается принцип суперпозиции электрических полей. Рассматриваются конденсаторы и их поля.

В 11 классе изучается большой раздел «Электродинамика». Здесь много внимания уделяется рассмотрению магнитных взаимодействий и магнитного поля. Рассматривают движение заряженной частицы в магнитном и электрическом полях. На более глубоком уровне изучаются явления ЭМ индукции и самоиндукции, ЭМ колебания. Отдельный параграф выделяется на изучение ЭМ волн, а также фундаментальных частиц и, что важно, фундаментальных взаимодействий.

После анализа этапов формирования ЭМ взаимодействия в 10 и 11 классах стало понятно, что именно в выпускном классе особое внимание

уделяется развитию у учащихся фундаментальных физических понятий [15]. Основные этапы формирования фундаментальных понятий в школьном курсе физики представлены в виде сводной таблицы 5.

Таблица 5

Этапы формирования фундаментальных понятий в школьном курсе физики

Класс	Материя	Движение	Взаимодействие	Пространство	Время
7	✓ (в-во)	✓			
8	✓ (в-во + поле)	✓	✓		
9	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓

Фундаментальные понятия формируются и развиваются у обучающихся постепенно в процессе изучения фундаментальных взаимодействий. Содержание фундаментальных взаимодействий не даётся сразу в готовом виде, а раскрывается и усложняется в процессе их изучения.

Методика формирования ФКМ рассмотрена на примере изучения фундаментального электромагнитного взаимодействия в старших классах на основе динамической модели познания (рис. №2).

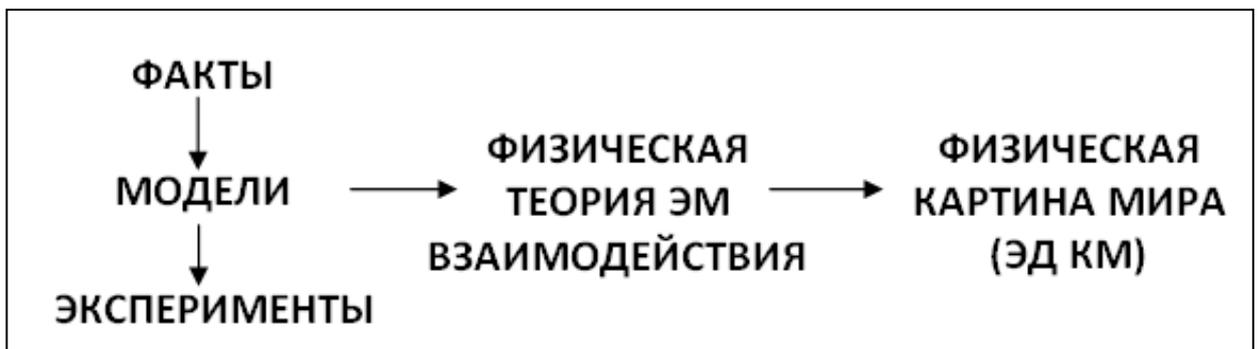


Рис 2. Динамическая модель познания

На основе представленной динамической модели познания электромагнитного взаимодействия была разработана методика формирования физической картины мира. Раскроем содержание данной методики подробнее.

Развитие фундаментального электромагнитного взаимодействия у учащихся начинается с новых *фактов*, таких как явление электризации (янтарь) и взаимодействие заряженных тел.

Возникновение новых фактов и их дальнейшее изучение привело к выделению физических моделей. К *моделям* относятся:

- 1) Точечный заряд – заряженная материальная точка;
- 2) Пробный заряд – точечный, положительный, очень маленький заряд;
- 3) Магнитная стрелка – маленький магнит на оси (или магнитные опилки);
- 4) Рамка с током – маленький замкнутый проводник с током. Положение рамки определяется по положению перпендикуляра к плоскости рамки. Пробный заряд, магнитная стрелка, рамка с током предназначены для изучения электромагнитных взаимодействий и не должны изменять свойства изучаемой среды. Называются они индикаторы или датчики электромагнитного поля;
- 5) Силовые линии – линии, касательные к которым совпадают с силовой характеристикой поля (напряженностью или вектором магнитной индукции) в данной точке, позволяют наглядно (схематически) изобразить поле. Силовые линии обладают следующим рядом характеристик:
 - Силовые линии не пересекаются;
 - Густота силовых линий определяет величину силовой характеристику поля;
 - Начинаются на положительных и оканчиваются на отрицательных зарядах или уходят в бесконечность (для

электрического поля);

- Для постоянных магнитов: выходят из северного полюса, входят в южный; совпадают с направлением северного полюса магнитной стрелки, замкнуты, либо уходят в бесконечность для проводников с током.

б) Эквипотенциальные поверхности – поверхности, обладающие равным потенциалом. Перпендикулярны силовым линиям электрического поля. При движении по эквипотенциальной поверхности работа не совершается, работа совершается в данном случае лишь при переходе с одной эквипотенциальной поверхности на другую и не зависит от её формы и траектории, зависит только от расстояния между этими поверхностями [27].

Также были выделены новые *физические величины*:

1) Электрический заряд q :

- характеризует способность тел и частиц к участию в электромагнитном взаимодействии, является количественной мерой этой способности:
- может быть положительным или отрицательным;
- инвариантен (одинаков во всех системах отсчета);
- аддитивен (заряд системы тел равен сумме зарядов тел, входящих в систему);
- дискретен, дробиться, делится, передается кратно минимальному элементарному заряду (заряду электрона или протона) $q = 1.6 * 10^{-19} Кл$;
- способ измерения – косвенный.

2) Силовая характеристика поля:

- *электрического*: напряженность – векторная величина, численно равная отношению силы, действующей на пробный заряд, помещенный в данную точку поля, к величине этого заряда

$$E = \frac{F}{q}; [E] = I \frac{H}{Кл} = I \frac{В}{м} \text{ или для точечного заряда } E = \frac{k|q|}{r^2};$$

- *магнитного*: вектор магнитной индукции – векторная величина, направление которой совпадает с направлением, указываемым северным полюсом магнитной стрелки, а модуль равен отношению магнитной силы, действующей на движущийся перпендикулярно силовым линиям пробный заряд к модулю этого заряда и скорости $|B| = \frac{F_m}{|q|v}; [B] = I \frac{H}{Ам} \text{ (Тесла)}$;
- способ измерения косвенный.

3) Энергетическая характеристика электрического поля:

- потенциал, разность потенциалов характеризуют способность поля совершать работу;
- потенциал φ – скалярная величина, численно равная отношению потенциальной энергии поля к величине заряда, помещенного в данную точку поля;
- $\varphi = \frac{W_n}{q}$, потенциал точечного заряда $\varphi = \frac{k|q|}{r}$; $[\varphi] = [\Delta\varphi] = 1В = 1 \frac{Дж}{Кл}$;
- значение потенциала зависит от выбора нулевого уровня;
- разность потенциалов $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{A}{q}$ – скалярная величина, равная отношению работы по перемещению заряда из одной точки поля в другую к величине этого заряда. Значение разности потенциалов не зависит от выбора нулевого уровня, зависит только от разности координат точек поля;
- способ измерения косвенный;
- работа A электрического поля не зависит от формы траектории, а зависит от разности координат точек поля. По замкнутому пути работа поля равна 0.
- $A = Fd = Edq = \Delta\varphi q$ – вдоль силовых линий; $A = Fd \cos \alpha =$

$Edq \cos \alpha = \Delta\varphi q$ – под углом к силовым линиям; $\Delta\varphi = Ed, E = \Delta\varphi/d$.

4) Ёмкость:

- характеризует способность тел накапливать электрический заряд;
- скалярная величина, численно равная отношению заряда, накопленного на теле, к величине потенциала возникшего поля;
- $c = \frac{q}{\varphi}$; $[c] = I \frac{Кл}{В} = I\Phi$;
- ёмкость уединённого тела зависит от взаимодействия с окружающими телами, ёмкость системы взаимодействующих между собой тел не зависит от взаимодействия с окружающей средой.

5) Индуктивность:

- характеризует способность проводников препятствовать изменению тока в нем;
- скалярная величина, численно равная отношению электродвижущей силы самоиндукции, возникающей в проводнике при изменении силы тока в нем, к изменению этого тока в единицу времени;
- $L = \frac{\varepsilon}{\Delta I \Delta t}$; $[L] = I \frac{Кл}{В} = I\Phi$;
- способ измерения косвенный.

6) Сопротивление:

- характеризует способность проводника влиять на ток, протекающий в нем;
- скалярная величина, численно равная отношению напряжения к силе тока в данном проводнике;
- $R = \frac{U}{I} = \frac{\rho l}{s}$, $[R] = I \frac{В}{А} = I Ом$; где l – длина проводника, s – площадь поперечного сечения, ρ – удельное сопротивление проводника, характеризует вещество;

- способ измерения прямой (омметр) или косвенный (при помощи амперметра и вольтметра).

7) Электродвижущая сила источника тока (ЭДС):

- характеризует способность источника превращать любой вид энергии в электрическую;
- скалярная величина, численно равная отношению работы сторонних сил по перемещению заряда к величине этого заряда;
- $\varepsilon = \frac{A_{cm}}{q}$; $[\varepsilon] = 1B = 1 \frac{Дж}{Кл}$;
- способ измерения прямой – вольтметр.

8) Напряжение на участке цепи:

- характеризует работу электрического поля по перемещению заряда в цепи;
- скалярная величина, численно равная отношению работы электрического поля по перемещению к величине перемещенного заряда;
- $U = \frac{A}{q}$; $[U] = 1B = 1 \frac{Дж}{Кл}$;
- способ измерения прямой – вольтметр.

9) Сила тока:

- характеризует электрический ток (направленное движение зарядов);
- скалярная величина, численно равная отношению заряда, протекающего через поперечное сечение проводника ко времени его протекания;
- $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = q_0 n v s$, где q_0 – заряд одной частицы, n – концентрация частиц, v – скорость частиц, s – поперечное сечение проводника;
- способ измерения прямой – амперметр.

Физическая теория:

Законы Максвелла:

- 1) Любую точку пространства вблизи электрического заряда можно охарактеризовать силовой характеристикой – вектором напряженности электрического поля.
- 2) Любую точку пространства вблизи электрического тока или движущихся зарядов можно охарактеризовать силовой характеристикой – вектором магнитной индукции.
- 3) Переменное магнитное поле создаёт вихревое электрическое поле, то есть около меняющегося потока магнитных силовых линий возникает замкнутая электрическая силовая линия.
- 4) Переменное электрическое поле создает вихревое магнитное поле, то есть около меняющегося потока электрических силовых линий возникает замкнутая магнитная силовая линия.

Следствия из законов Максвелла:

- 1) Электрическое поле создается двумя способами:
 - зарядами, то есть частицами или телами, способными к электромагнитным взаимодействиям;
 - переменным магнитным полем: $\frac{\Delta B}{\Delta t} > 0$ – правый винт и $\frac{\Delta B}{\Delta t} < 0$ – левый винт.
- 2) Магнитное поле не имеет источников в виде тел и частиц (нет магнитных зарядов), оно создаётся движущимися зарядами или переменным электрическим полем: $\frac{\Delta E}{\Delta t} > 0$ – левый винт и $\frac{\Delta E}{\Delta t} < 0$ – правый винт.
- 3) Магнитное поле не может существовать без электрического и переменное электрическое поле без переменного магнитного поля, существует единая материальная сущность – электромагнитное поле, передающее электромагнитное взаимодействие, но в разных системах отсчета можно наблюдать разные проявления поля.

Экспериментальные законы:

- 1) Закон Кулона (1785 г.) Закон взаимодействия заряженных тел. Сила взаимодействия двух точечных зарядов в вакууме прямо пропорциональна произведению модулей зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними; $|F| = \frac{k|q_1||q_2|}{r^2}$, где $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 * 10^9 \frac{Н*Кл^2}{м^2}$ – коэффициент пропорциональности.
- 2) Закон ампера. Сила, с которой магнитное поле действует на помещенный в него отрезок проводника с током, равна произведению индукции этого поля B , силы тока I , длины отрезка проводника l и синуса угла α между направлениями тока и магнитной индукции;
 $F_A = BIl \sin \alpha$.
- 3) Закон электромагнитной индукции (Д. Максвелл, 1855 г.). ЭДС индукции в замкнутом контуре равна скорости изменения пронизывающего его магнитного потока, взятой с противоположным знаком; $\epsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.
- 4) Закон Ома:
- для участка цепи: сила тока прямо пропорциональна напряжению на участке цепи и обратно пропорциональна сопротивлению данного участка, $I = \frac{U}{R}$;
 - для полной цепи: сила тока прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна полному сопротивлению цепи, $I = \frac{\epsilon}{(R+r)}$, где R – полное сопротивление внешнего участка цепи, r – внутреннее сопротивление источника тока.

Новые факты и электронная теория вещества:

В конце XIX – начале XX в. голландский физик Х. Лоренц применил уравнения Максвелла для описания свойств вещества, представляя его в виде совокупности положительно и отрицательно заряженных частиц, движущихся в эфире. После открытия электрона в 1897 г. и протона в 1920 г.

стало ясно, что в электрически нейтральном атоме или молекуле число положительных и отрицательных зарядов одинаково. С точки зрения электронной теории вещество следует рассматривать не как набор бесструктурных материальных точек, беспорядочно движущихся относительно друг друга и сталкивающихся подобно костяным шарикам, а как совокупность электрически заряженных частиц, участвующих в сложных электромагнитных взаимодействиях.

В теории Лоренца все заряды в веществе разделяются на свободные и связанные. Свободные заряды могут перемещаться по объему вещества под действием сил, действующих на заряды со стороны электромагнитного поля. К таким силам относятся электрическая составляющая силы Лоренца $F = Eq$ и магнитная составляющая $F_m = Bqv \sin \alpha$. Эти силы вызывают многие явления при помещении вещества в электрическое или магнитное поле. Так, например, при создании в проводнике электрического поля появляется электрический ток. Рассматривая электрический ток в металлах как направленное движение электронов в электрическом поле, удалось построить теорию, из которой вытекал как закон Ома, так и закон Джоуля – Ленца.

Связанные заряды не могут перемещаться по объему вещества из-за сил, которые действуют на них со стороны других заряженных частиц.

Под действием внешних электрических или магнитных полей связанные заряды могут изменять своё положение или состояние в пределах допустимых границ, что приводит к поляризации или намагничиванию вещества.

Законы сохранения:

1) Закон сохранения электрического заряда:

- алгебраическая сумма зарядов, составляющих замкнутую систему, остается постоянной при любых взаимодействиях тел внутри системы $q_1 + q_2 + q_3 + \dots = const$;
- широко используется в химии при записи уравнений в полной

форме, при записи уравнений радиоактивного распада, в физике элементарных частиц.

- 2) Закон сохранения энергии: проявляется при превращении разных видов энергии в электрическую (источники тока), электрической энергии в другие виды энергии (потребители), энергии электрического поля в энергию магнитного поля и наоборот при электромагнитных колебаниях.

Симметрия:

- проявляется в картинных силовых линий электрического и магнитного полей как осевая и поворотная симметрия;
- в явлениях: электричество порождает магнетизм, магнетизм порождает электричество (магнитное действие тока; электромагнитная индукция);
- переменное магнитное поле порождает электрическое (электромагнитная индукция), переменное электрическое поле порождает магнитное («токи смещения»).

Связь старых и новых теорий:

Теория Максвелла позволила объяснить свойства электромагнитного поля и экспериментальные законы Кулона, ампера и других, послужила основой для теории электронного строения вещества Лоренца.

Принципы: действуют те же, что и в механике. Наиболее часто употребляется принцип суперпозиции, принцип дальнего действия заменен принципом ближнего действия: электромагнитное поле – посредник передачи взаимодействия, распространяется со скоростью $3 * 10^8$ м/с [28].

Выводы из теории, объяснение фактов:

- 1) *Электризация тел.* На основе электронной теории строения вещества объясняется переходом электронов с одного тела на другое при соприкосновении и трении и перераспределении электронов под

действием электрического поля (электризация влиянием).

2) *Электрический ток.* Объясняет теория Лоренца (движение зарядов под действием электрической силы). Теория Лоренца объясняет дисперсию света, электрическую проводимость металлов, выделение тепла в проводниках и оптические свойства металлов.

3) *Проводники и диэлектрики в электрическом поле:*

- проводники: свободные электроны под действием поля перераспределяются так, что внутри проводника электрического поля нет. Силовые линии внешнего поля перпендикулярны поверхности проводника.
- диэлектрики: связанные заряды ориентируются так, что внутри диэлектрика возникает собственное поле, противоположное внешнему полю. Поле в диэлектрике уменьшается. Диэлектрическая проницаемость показывает во сколько раз уменьшится поле в диэлектрике E по сравнению с вакуумом E_0 :

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E}.$$

4) *Вещество в магнитном поле.* Под действием магнитного поля связанные заряды в веществе образуют молекулярные токи, и возникает собственное магнитное поле, которое изменяет внешнее поле.

Магнитная проницаемость среды – величина, равная отношению индукции магнитного поля в однородной среде B к индукции магнитного поля в вакууме B_0 $\mu = \frac{B}{B_0}$.

- диамагнетики: $\mu < 1$, вещества намагничиваются навстречу приложенному магнитному полю (цинк, золото, стекло и другие);
- парамагнетики: $\mu > 1$, вещества намагничиваются в направлении внешнего магнитного поля (воздух, платина, алюминий и другие);
- ферромагнетики: $\mu \gg 1$. Создают собственное магнитное поле, которое может в сотни и тысячи раз превышать B_0 (железо,

никель, кобальт, их справы), благодаря доменной структуре.

Предсказание новых фактов:

- 1) предсказание и открытие явления электромагнитной индукции М. Фарадеем (1820 – 1831 гг.);
- 2) предсказание Д. Максвеллом (1855 г.) токов смещения. Открыты А.А. Эйхенвальдом в 1903 г.;
- 3) предсказание и открытие электромагнитных волн. Закон сохранения энергии в области существования электрических зарядов и токов не наблюдается. Часть энергии не входит в цепочку превращений – значит существует электромагнитное излучение в виде электромагнитных волн. Максвелл рассчитал скорость этих волн, она оказалась равной $3 * 10^8$ м/с, то есть совпадала со скоростью света, что привело к мысли о том, что свет – электромагнитная волна. Электромагнитные волны открыты Г. Герцем в 1888 г.

Применение новых фактов:

- 1) Конденсатор – накопитель электрических зарядов. Поле сосредоточено между пластинами, не зависит от влияния внешних тел. Однородное. Конденсатор накапливает и быстро отдаёт заряд.

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$
 – ёмкость плоского конденсатора, $W_{эп} = \frac{qU}{2} = \frac{cU^2}{2} = \frac{q^2}{2c}$ – энергия электрического поля.
- 2) *Катушка индуктивности* (соленоид, катушка с сердечником - дроссель). «Накопитель» магнитного поля. В ней возникает явление самоиндукции, которое тормозит изменение тока, накапливается энергия магнитного поля $W_m = \frac{LI^2}{2}$.
- 3) *Колебательный контур* – устройство, состоящее из конденсатора и катушки индуктивности. Предназначено для создания электромагнитных колебаний. Основной элемент радиопередающих и принимающих устройств.

4) *Действие магнитного поля на проводник с током* используется в электродвигателях, электроизмерительных приборах.

5) *Действие магнитного поля на заряд* (сила Лоренца) используется для:

- управления электронным пучком;
- определения скорости движения частиц $v = \frac{E}{B}$;
- определения знака заряда движущейся частицы;
- магнитных ловушек;
- определения удельного заряда и масс частиц (масс-спектрограф)

$$\frac{q}{m} = \frac{2ED}{B^2R^2}, m = \frac{qB^2R^2}{2ed};$$

- ускорения заряженных частиц (циклотроны);
- в электронном микроскопе.

6) *Электромагнитная индукция* используется для создания генераторов тока и производства электроэнергии; для трансформации электроэнергии (трансформаторы) при передаче электроэнергии.

7) *Электромагнитные волны* используются для радиосвязи и радиоприема, радиолокации, телевидения.

8) *Токи в разных веществах:*

- жидкостях (электролиз);
- газах (тлеющий, коронный, искровой, дуговой разряды);
- вакууме (электроннолучевая трубка, вакуумные электронные приборы);
- полупроводниках (термисторы, фоторезисторы, диоды, транзисторы, микросхемы).

Таким образом, в данном параграфе раскрыто содержание методики формирования физической картины мира в процессе изучения электромагнитного взаимодействия, разработанной на основе динамической модели познания.

Выводы по второй главе

Физика, как наука, развивается с течением времени. Открытие новых явлений и фактов, невозможность их объяснения существующими законами служат толчком к появлению новых теорий. Именно так возникло учение об электромагнитных взаимодействиях.

На основе анализа научно-методической литературы было выявлено, что особое внимание формированию фундаментальных понятий у обучающихся начинают уделять в основном только в старших классах.

Как показано во второй главе данной ВКР, формирование представления о фундаментальном электромагнитном взаимодействии это сложный процесс, который складывается из последовательного изучения всех видов взаимодействий: электрического, магнитного, электромагнитного. Данные взаимодействия в школе начинают изучать в 8 классе и заканчивают в 11 классе обобщенным уроком по физической картине мира.

Заключение

Данная выпускная квалификационная работа посвящена актуальной теме исследования, а именно «Формирование физической картины мира у учащихся старших классов на основе фундаментальных взаимодействий». Актуальность темы подтверждается наличием явного противоречия между требованиями ФГОС к формированию мировоззренческого мышления и существующим уровнем их реализации в обществе в целом. Об этом говорят констатация факта Министерством Просвещения России о низком уровне сформированности у учащихся естественнонаучной грамотности, результаты нашего анкетирования учителей и учащихся, наблюдения и личного опыта.

Для достижения поставленной цели ВКР были выполнены следующие задачи:

1. проанализировано состояние выделенной проблемы исследования в практике обучения учащихся;
2. проанализированы методики формирования ФКМ описанные в научно-методической и учебно-методической литературе;
3. раскрыто на основе анализа основных фундаментальных понятий содержание основных физических взаимодействий;
4. систематизированы методы повышения качества усвоения учащимися знаний по физической картине мира;
5. разработана методика, направленная на формирование физической картины мира у учащихся старших классов на примере электромагнитного взаимодействия.

Была разработана методика формирования физической картины мира на основе электромагнитного взаимодействия. Оригинальность методики заключается в том, что по своему содержанию она опирается на динамическую модель познания. Данная методика может быть использована в практике обучения физике, а именно в процессе изучения электромагнитного взаимодействия с целью формирования и развития ФКМ у обучающихся.

В работе представлена разработанная на основе динамической модели познания специальная методика изучения фундаментального электромагнитного взаимодействия направленная на формирование и развитие ФКМ у учащихся старших классов. Цель достигнута, гипотеза подтверждена. Проблема, рассмотренная в ВКР, требует своего дальнейшего исследования, направленного на разработку и апробацию методики формирования физической картины мира на основе остальных фундаментальных взаимодействий, что и будет проделано мною при дальнейшей самостоятельной работе в качестве учителя физики.

Список использованных источников

1. Агафонов К. П. Единство физической картины мира. Неоклассическая концепция. М.: ЛКИ, 2007. 184 с.
2. Бикметов А. В. Определение физической картины мира как синтез физических и философских представлений // Современные проблемы науки и образования. 2011. N 6. С. 10-12.
3. Блохинцев Д. И. Пространство и время в микромире. М.: «Наука», 1982. 349 с.
4. Бондарев, В.П. Концепции современного естествознания. М.: Альфа, 2009. 464 с.
5. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. М.: Высшая школа, 1988. 416 с.
6. Гудкин В. И. Основные вопросы естествознания // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. N 2. С. 22-27.
7. Гусейханов М. К. Концепции современного естествознания: учебник и практикум. 8-е изд. М.: Юрайт, 2011. 598 с.
8. Емельянов А. В., Емельянов И. А. Новый взгляд на некоторые фундаментальные понятия и опытные факты физики. М.: Заречье, 2013. 174 с.
9. Ермолин В. Б. Реалии материального мира. Пространство. Материя. Время // Наука без границ. 2017. N 1. С. 80-85.
10. Ефименко В. Ф. Физическая картина мира и мировоззрение. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1997. 158 с.
11. Ефименко В. Ф. Методологические вопросы школьного курса физики. М.: «Педагогика», 1976. 224 с.
12. Жешко В. В. Формирование научного мировоззрения учащихся при изучении курса физики основной школы: диссертация ... кандидата педагогических наук. М., 1994. 161 с.
13. Каменецкий С.Е., Пурышева Н.С. Теория и методика обучения физике в школе: учебное пособие для студ. пед. Вузов. М.: «Академия», 2000.

384 с.

14. Карасова И.С., Потапова М.В. Фундаментальные физические теории в школе: учебное пособие. Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2016. 336 с.
15. Кочергина Н. В., Машиньян А. А. Системный подход к построению курса естествознания для старшей школы // Перспективы науки и образования. 2014. N 2. С. 129-135.
16. Левич В. Г., Вдовин Ю. А., Мямлин В. А. Курс теоретической физики. Т. II. М.: «Наука», 1971. 910 с.
17. Мансуров, А. Н. Физическая картина мира: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Физика». М.: Дрофа, 2008. 270 с.
18. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. М.: Просвещение, 1989. 133 с.
19. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. Пособие для учителей. М.: «Просвящение», 1977. 168с.
20. Пахомов Б.Я. Становление современной физической картины мира. М.: Мысль, 1985. 272 с.
21. Перышкин А.В, Гутник Е. М. Физика 9кл.: учебник. М.: Дрофа, 2014. 319 с.
22. Попов М. В. Пространство-время // Философия и общество. 2018. N 4. С. 5-27.
23. Прейгерман Л., Брук М. Курс современной физики. Новые подходы к объяснению физической картины мира. М.: Ленанд, 2016. 1120 с.
24. Пурышева Н. С. Интерпретации физической картины мира // Знание. Понимание. Умение. 2011. N 2. С. 50-54.
25. Раджабов О. Р. Философия физической картины мира. М.: Реабилитация, 2016. 304 с.
26. Сауров Ю. А., Сауров С. Ю. Научные картины мира: Элементы

- эпистемологии. Киров: ОАО «Дом печати — ВЯТКА», 2006. 148 с.
27. Серафимова Л. П. Физические картины мира и физические теории: пособие для учащихся 10-11 классов. Красноярск: Полицом, 2002. 130с.
28. Соколова С. Ю. Формирование научного мировоззрения старшеклассников на основе представлений о физической картине мира. // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2007. N 2. С. 119-125.
29. Тесленко В.И., Михасенок Н. И. Естественнонаучная картина мира: учебное пособие. Часть 1, 2. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2016 г. 184 с.
30. Фикрет М. Э. Развитие понятия материи в физической картине мира // Хуманитарни Балкански изследвания. 2019. N 4. С. 34-39.
31. Чернова С. А. Особенности естественнонаучной картины мира // Вестник Вятского государственного университета. 2007. N 3. С. 21-25.
32. Шепель О. М. Фундаментальные естественнонаучные понятия на уроках физики // Вестник Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета. 2008. N 4. С.153-169.

Приложение

Приложение А

	Учащиеся	Учителя
Знают ли школьники определение и основное содержание ФКМ?		
А. Знают определение, но не знают содержание современной ФКМ	2	5
Б. Не уверен(а), что знают	41	45
В. Что-то знают	16	17
Г. Твёрдых и точных знаний нет	21	17
Д. Точных требований к знаниям ФКМ нет	20	16
Есть ли интерес школьников к различным мировоззренческим вопросам?		
А. Есть постоянный интерес	27	13
Б. Нет интереса	9	11
В. Трудно определить, есть ли интерес	24	22
Г. Специально вопросы мировоззрения не выделяются	27	28
Д. Затрудняюсь ответить	13	26