

УДК 50(075.8)

ЭВОЛЮЦИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА

М. С. Носкова

кандидат физико-математических наук, старший преподаватель
Могилевский государственный университет имени А. А. Кулешова

Рассматривается последовательность основных этапов развития научной картины мира в связи с изменением представлений о фундаментальных физических принципах. Анализ ретроспективы научного прогресса предлагается в качестве связующего компонента в системе приемов формирования научного мышления слушателей при усвоении курса истории физики в программе высшей школы.

Ключевые слова: история физики, научная картина мира, фундаментальные физические принципы.

§ 1. Введение

В настоящее время естественные науки являются не просто одной из производительных сил, но, фактически, создают и поддерживают условия жизни современного общества. Поэтому важнейшей задачей образования является формирование научного мышления.

Научное мышление основано на знании фундаментальных законов природы, умении применять их к анализу какого-либо явления и прогнозу его развития, способности выводить новые законы из фактов, полученных опытным путем.

Научное мышление не только рабочий инструмент ученых, оно необходимо и для решения практических задач, и для поиска истины в современном информационном потоке.

Фундаментальной составляющей научного мышления, и, одновременно, важнейшим результатом научной деятельности является научная картина мира [1–6].

Научная картина мира (НКМ) – система законов и теорий, объясняющая все известные явления природы (не только в естественных науках, но и в общественных, гуманитарных и т. д.).

Так как физика – наука о наиболее общих законах природы, а также главный источник научных приборов и методов, то именно физика и является фундаментом научной картины мира. Поэтому в данной работе в качестве НКМ рассматривается физическая картина мира. Возможность вывода законов гуманитарных наук непосредственно из физических – сложный вопрос, требующий дополнительных исследований.

Физическая картина мира (ФКМ) – система фундаментальных физических принципов, законов и теорий, математически описывающая, объясняющая и предсказывающая почти все известные явления природы (и некоторые неизвестные).

Формулировка НКМ или ФКМ является актуальной при изучении общей физики, истории физики, астрономии и других естественных наук.

В данной работе *картиной мира (КМ)* – будем называть обобщенные представления о природе, сложившиеся до появления современной науки. В КМ для объяснения природных явлений могут быть задействованы не только естественно-научные закономерности, но и элементы религиозной картины.

В литературе можно найти большое разнообразие вариантов формулировок КМ, НКМ и ФКМ [1–6].

© Носкова М. С., 2020

§ 2. Схема анализа НКМ

В данной работе предлагается свести формулировку основных положений НКМ / ФКМ к ответам на следующие вопросы:

1. Как устроена материя? (Виды материи, строение и т. д.).
2. Почему она движется? (Виды взаимодействий, механизм их передачи).
3. Какие законы определяют строение и движение материи?
4. Как строение и движение материи зависит от времени?

Данная формулировка позволяет более адекватно сравнивать и анализировать различные картины мира, выявлять законы их эволюции, и, соответственно, сделать изучаемый материал более связным и структурированным, что поможет студентам эффективнее осмысливать полученную информацию [7].

Например, используя классификацию физических теорий [8–10] по вопросам 1–4 НКМ можно разделить на:

- 1) дискретные – континуальные;
- 2) близкодействующие – далекодействующие;
- 3) детерминированные – стохастические;
- 4) статичные – эволюционирующие.

§ 3. Анализ некоторых исторических КМ

Рассмотрим далее несколько примеров НКМ, сформулированных по вопросам 1–4 [10–13].

Первые известные попытки сформулировать естественно-научную картину мира произошли в научно-философских школах Древней Греции.

Милетская школа, существовавшая в г. Милет в конце VII в. до н.э. и первой половине VI в. до н.э., посвятила свою деятельность изучению законов природы.

Картина мира милетской школы:

1. Строение материи. За многообразием природы скрывается единая, вечная, бесконечная первостихия.

2. Взаимодействие. Явлениями природы управляет Мировая душа – особая тонкая и подвижная форма первостихии. Проявления мировой души проявляются в свойствах магнитов и наэлектризованного янтаря.

3. Законы. Ничто не возникает из ничего. Космос един и весь пронизан мировой душой.

4. Развитие. Природа постоянно изменяется, миры периодически возникают из первостихии и вновь в нее возвращаются. Животные произошли из воды, после чего вышли на сушу.

КМ милетской школы – континуальная, близкодействующая, сочетает в себе как детерминированные, так и случайные процессы, эволюционирующая во времени.

Последователи милетской школы, сформулировали некоторые фундаментальные принципы (сохранения, соответствия, эволюции), на которых основана и современная картина мира.

Пифагорейская школа, состоящая из учеников и последователей Пифагора, сложилась в греческих колониях на юге Апеннинского полуострова в VI в. до н.э. Изучая законы музыкальной гармонии, пифагорейцы построили первую математическую модель мира [11].

Картина мира пифагорейской школы:

1. Строение материи. В основе всех вещей лежат числа или отношения целых чисел.

2. Взаимодействие. Причина движения – стремление к равновесию, гармония противоположностей.

3. Законы. Все тайны природы скрыты в числовых закономерностях.

4. Развитие. Мир – живое и огненное шаровидное тело, вдыхающее из окружающего беспредельного пространства пустоту (воздух или эфир). Проникая извне в тело мира, пустота разделяет и обособляет вещи [12].

КМ пифагорейцев дискретная (или дискретно-континуальная), близкодействующая (передаточный механизм взаимодействия – пустота или воздух/эфир), детерминированная, скорее эволюционирующая, чем статичная.

В дальнейшем пифагорейцы поддерживали атомистическую теорию строения вещества.

Занимаясь математикой, пифагорейцы рассматривали бесконечные прямые, плоскости, геометрические фигуры, числовые последовательности, т. е. каждый день встречались с бесконечностью, и воспринимали ее спокойно. Соответственно, им было легче представить себе бесконечное мироздание. Именно ученику Пифагора Архиту Тарентскому принадлежит классический довод в пользу бесконечности Вселенной [10]:

“Окажись я на краю Вселенной, то есть на сфере неподвижных звезд, мог бы я вытянуть вовне руку или палку в ней? Допущение, что не мог бы вытянуть, нелепо. Но если вытяну, тогда то, что вовне, окажется либо телом, либо местом (что совершенно безразлично). Таким образом, сколько раз не допускаяй границу Вселенной, всякий раз мы будем аналогичным образом подходить к ней и задавать тот же самый вопрос”.

Элейская школа (VI–V вв. до н.э.), Парменид, Зенон и Мелисс.

Картина мира элеатов:

1. Строение материи. Пространство заполнено сплошным однородным веществом.

2. Взаимодействие. Невозможно переместиться на уже занятое место, поэтому движение невозможно.

3. Законы. Мир един, в нем нет никаких отдельных частей.

4. Развитие. Бытие не погибает, не воскресает. Существует в виде огромного сплошного шара, неподвижно покоящегося в центре мира. Все изменения в мире – иллюзия.

Картина мира элеатов континуальная и полностью статичная, вопросы о взаимодействии и закономерностях переходят в мир иллюзий, который напоминает виртуальный мир.

Идеи элейской школы оказали большое влияние на развитие древнегреческих научных теорий.

Учение Эмпедокла.

Свою картину мира составил философ Эмпедокл (V век до н.э.).

Картина мира Эмпедокла:

1. Строение материи. “Корни всех вещей” – четыре элемента: земля, вода, огонь и воздух. Они заполняют все пространство и находятся в постоянном движении.

2. Взаимодействие. “Корни” приводятся в движение двумя противоположными друг другу движущими силами – Любовью и Враждой.

3. Законы. Сами “корни” вечны и неизменны. Тела возникают из них при определенных количественных отношениях (как неживые, так и живые). Соединение элементов носит случайный характер, но затем они подчиняются необходимости.

4. Развитие. Соединение и разъединение элементов под действием Любви и Вражды дает начало очередным циклам мироздания. Высказывал идею эволюции живых существ.

КМ Эмпедокла континуальная, близкодействующая, одновременно стохастическая и детерминированная, эволюционирующая.

Греческие атомисты (V–III вв. до н.э.), наиболее известные представители Демокрит, Левкипп, Эпикур, Тит Лукреций Кар.

Основоположник атомизма Демокрит создал свое учение в ответ на учение элеатов. Раз невозможно переместиться на уже занятое место, движение должно происходить в пустоте. Эпикур добавил идею о хаотичном движении атомов.

Картина мира атомистов:

1. Строение материи. Все тела состоят из неделимых атомов, разделенных пустотой.

2. Взаимодействие. Причина всех явлений – движение атомов в пустоте и их хаотические столкновения.

3. Законы. Законы природы одинаковы везде (принцип изономии). Атомы существуют вечно, не сотворяясь и не уничтожаясь.

4. Развитие. Миры возникают из вихрей атомов, развиваются, стареют и разрушаются.

КМ атомистов дискретная, близкодействующая (так как взаимодействия передаются через столкновения), стохастичная и эволюционирующая.

Принцип изономии – предвестник принципа относительности.

Законы сохранения – проявление принципа симметрии.

Случайное движение атомов – аналог принципа неопределенности.

Многие философские школы и отдельно взятые философы имели свои собственные картины мира, которые можно анализировать по предложенной схеме, но в рамках данной статьи рассмотрим далее картину мира, которая оставалась господствующей в течение почти двух тысяч лет.

Учение Аристотеля.

Картина мира Аристотеля (384–322 г. до н.э.):

1. Строение материи. Вселенная – единое замкнутое целое, в ней нет пустоты и деления на атомы. Материя состоит из пяти элементов: элемент земли собран в шар в центре мира, его окружают сферы воды, воздуха, огня, небесные сферы заполнены эфиром.

2. Взаимодействие. Мир приводит в движение “неподвижный перводейатель”, который управляет им посредством движения небесных тел. Каждое движение определяется своей целью.

3. Законы. В разных сферах мира действуют разные законы: в небесных сферах – совершенные, на Земле – искаженные.

4. Развитие. Мир объемлет в себе не только все место, но и все время [12]. Вселенная не имеет начала и конца во времени. Сферы земли, воды, воздуха и огня – область постоянных изменений, превращений, рождения и гибели. Небесные сферы – область неизменных движений по идеальным окружностям.

Картина мира Аристотеля – континуальная, близкодействующая, детерминированная, в целом статичная (в небесных сферах), но с элементами эволюции в земной сфере – противоположность картине мира атомистов.

КМ Аристотеля сформировалась в результате его наблюдений за процессами в живой природе: рождение и рост живых организмов, целесообразное действие инстинктов, целесообразная структура организмов. Аристотель считал, что истинные свойства природных явлений могут открыться только при наблюдении за ними в естественной среде, поэтому отрицательно относился к искусственно поставленным экспериментам [12].

В средние века картина мира Аристотеля была канонизирована – официально признана единственно верной и абсолютно истинной. Однако с течением времени

накапливались научные результаты, вызывающие сомнения в ее адекватности. XVI–XVII вв. – время формирования новых научных теорий, основанных на открытиях Коперника, Кеплера, Галилея.

Учение Р. Декарта

Новую, охватывающую практически все области естествознания картину мира, сформулировал в своих работах французский ученый и философ Рене Декарт (1596–1650).

Картина мира Декарта [14]:

1. Строение материи. Декарт не признавал пустоты, считал, что существует три вида атомов: “огненные”, самые большие, из которых состоят Солнце и звезды, “земляные”, из которых формируются планеты, и “воздушные”, самые мелкие, заполняющие пространство между остальными атомами. Свет – давление, передающееся “воздушными” атомами от раскаленного тела глазу.

2. Взаимодействие. Предметы взаимодействуют друг с другом либо при прямом столкновении, либо через возмущения в “воздушной” среде, которая осуществляет перенос тепла, действие тяготения, электричества и магнетизма.

3. Законы. Всеми процессами управляют законы сохранения количества движения, включая закон инерции (тело, предоставленное самому себе, стремится продолжить движение по прямой). Современное состояние Вселенной определяется ее прошлым, в ней нет места неожиданностям.

4. Развитие. Первоначальный толчок движению материи дала божественная воля, но затем Вселенная развивалась и формировалась по естественным законам.

Картина мира Декарта – континуальная, близкодествующая, детерминированная, эволюционирующая.

Хотя Декарт значительно продвинул математический аппарат физики, его картина мира в целом дает качественное, но не количественное описание природных явлений.

§ 4. Анализ ФКМ

Первая научная картина мира, основанная на фундаментальных, точных, математически сформулированных законах, – механическая картина мира, представленная И. Ньютоном (1643–1727) в книге “Математические начала натуральной философии” [10; 13]. (Естественно, ньютоновская формулировка фундаментальных законов является точной в области их применимости). В законе всемирного тяготения Ньютона нет скорости распространения взаимодействия, из чего следует идея о его мгновенной передаче.

Механическая картина мира (МКМ):

1. Строение материи. Материя делится на вещество, состоящее из атомов, и свет, представляющий собой поток частиц (корпускул), много меньших атомов вещества. Пространство и время абсолютны, и не зависят от происходящих в них явлений.

2. Взаимодействие. Главная движущая сила – всемирное тяготение. Действие силы тяготения передается мгновенно на любые расстояния.

3. Законы. Детерминированность. Все виды движения в природе сводятся к механическому движению тел и составляющих их частиц, которые можно описать и предсказать с любой точностью, используя законы механики.

4. Развитие. Ньютон считал, что бог сотворил Вселенную, и поддерживает ее в неизменном виде. Однако вскоре появились эволюционирующие варианты механических теорий, например, теория формирования Солнечной системы Канта-Лапласа.

МКМ – дискретная, дальнедействующая, детерминированная, в целом эволюционирующая.

Концепция дальнего действия воспринималась многими учеными (Гюйгенс, Лейбниц, Эйлер) с большим сомнением, тем не менее закон всемирного тяготения позволял адекватно описывать устройство Солнечной системы и объяснял существование и поведение кратных звездных систем.

В дальнейшем МКМ дополнилась мощным математическим аппаратом теоретической механики (в работах Эйлера, Лапласа, Лагранжа, Гамильтона и др.), в ее рамках утвердились законы сохранения, развивалась молекулярно-кинетическая теория газов, зародились начала термодинамики.

Появились новые машины, двигатели, средства транспорта, изменившие жизнь человеческого общества.

Тем не менее, в МКМ имелись противоречия.

Корпускулярная теория света не объясняла явления интерференции, дифракции, поляризации. В результате возродилась волновая теория света, (Гюйгенс, Юнг, Френель). Конечно, в механике волновое движение было детально изученным, но природа световых волн оставалась неизвестной.

Также МКМ не могла объяснить взаимодействие атомов и образование молекул.

Результаты исследования электрических и магнитных явлений первоначально вполне соответствовали МКМ. Например, закон взаимодействия точечных зарядов, открытый Кулоном, по форме совпадал с законом всемирного тяготения, чем подтверждался принцип единства сил природы. Аналогично, закон Био-Савара-Лапласа, выражающий вихревую специфику силового магнитного поля, также укладывался в концепцию дальнего действия.

Затем, исследуя связь между электрическими и магнитными явлениями, Майкл Фарадей обнаружил явление электромагнитной индукции, установив прямую корреляцию электрического поля и порождающего его в этом случае переменного магнитного поля. Разрабатывая математическое описание его результатов, Дж. Максвелл заявил о существовании единого электромагнитного поля и свел все законы электромагнетизма к системе уравнений, из которых следовало существование волн, распространяющихся с большой, но конечной скоростью – скоростью света. Таким образом, свет оказался электромагнитной волной, причем далеко не единственной их разновидностью, что было подтверждено экспериментами Г. Герца. В результате законы Максвелла соединили в себе не только все законы электромагнетизма, но и законы оптики. На их основе и начала формироваться новая, электромагнитная картина мира.

Открытие законов электромагнетизма привело к появлению новых двигателей, видов и средств коммуникаций, устройств передачи энергии на большие расстояния.

Однако картину триумфа науки сильно осложняло противоречие между принципом относительности и тем, что в теории Максвелла скорость распространения электромагнитных волн в вакууме не зависит от скоростей движения их источника и приемника.

В процессе разрешения этого противоречия возникает специальная теория относительности А. Эйнштейна, которым в дальнейшем предложена новая теория гравитации, учитывающая конечную скорость взаимодействия [15].

Электромагнитная картина мира (ЭКМ):

1. Структура материи. Пространство и время составляют единый континуум и связаны с энергетикой происходящих в нем процессов. Частицы вещества искажают пространство-время, и эти искажения и представляют собой непрерывные электромагнитные поля.

2. Взаимодействие. Движущие силы – всемирное тяготение и электромагнетизм, являющиеся проявлением единого общего взаимодействия, которое передается возмущениями полей, с конечной скоростью – скоростью света.

3. Законы. Все явления природы можно описать и предсказать с любой точностью используя единую теорию поля.

4. Развитие. Из общей теории относительности следует, что Вселенная не может быть стационарной. Эволюцию Вселенной определяют законы гравитации и термодинамики.

ЭКМ дискретно-континуальная, близкодействующая, детерминированная, эволюционирующая картина мира.

Создание общей теории электромагнетизма и гравитации потребовало введения дополнительных пространственно-временных измерений, что не удалось воспроизвести экспериментально [15].

Накапливались данные о сложном строении атома: периодический закон, открытый Д.И. Менделеевым, особенности спектров излучения, открытие электрона и других элементарных частиц, рентгеновских лучей и радиоактивности.

Зарождение новой научной теории – квантовой механики начинается с выступления М. Планка в 1900 г. [16].

Квантово-полевая картина мира (КПКМ):

1. Строение материи. Все виды материи на уровне микроструктуры квантованы (включая пространство-время), но одновременно обладают свойствами волн (корпускулярно-волновой дуализм материи). Разные виды материи могут превращаться друг в друга.

2. Взаимодействие. Движущие силы – четыре вида взаимодействий: гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое, которые можно объединить в общее взаимодействие. Механизм действия сил – обмен квантами полей с конечной скоростью – скоростью света.

3. Законы. В масштабах, сравнимых с длиной волны де Бройля, движение объектов можно описать, используя законы квантовой механики, которые в макроскопических системах, усредняются и переходят в законы классической механики и электромагнетизма. Точность описания явлений ограничена соотношением неопределенностей.

4. Развитие. Вселенная образовалась в ходе Большого взрыва, и эволюционирует за счет локального гравитационного уплотнения материи, как открытая термодинамическая система по законам теории относительности.

Дискретно-континуальный характер КПКМ определяется квантовой механикой и принципиально отличается от такового в ЭКМ и других картинах. КПКМ однозначно близкодействующая, одновременно детерминированная и стохастическая, эволюционирующая. Нестационарность Вселенной следует из теории относительности. Ядерные реакции синтеза – источник энергии звезд тоже результат гравитационного уплотнения энергии.

Еще в процессе формирования КПКМ в ней имелись противоречия, например, так и не удалось создать теорию квантовой гравитации. Обнаружились также неизвестные формы материи, такие как темная материя и темная энергия [17].

Видимо, КПКМ не последняя научная картина мира.

§ 5. Заключение

При изучении процесса формирования НКМ можно выделить следующие моменты, характеризующие одновременно как фундаментальные законы природы, так и процесс их освоения человеком.

Эволюция научной картины мира:

По мере развития науки картина мира тоже развивается:

о С одной стороны, старые законы объединяются в более общие системы законов, – картина мира упрощается, появляется надежда вывести один всеобщий закон, описывающий все явления.

о С другой стороны, открываются новые явления природы, изучение которых выдает новые, неизвестные ранее законы, – картина мира усложняется.

о При этом ни одна научная картина мира не могла объяснить все явления природы без противоречий.

о Однако каждое противоречие со временем становилось источником новых открытий. Возможно некоторая противоречивость законов природы и является двигателем эволюции Вселенной.

Автор выражает признательность профессору кафедры естествознания МГУ имени А.А. Кулешова В.А. Юревичу и доценту кафедры математики и естествознания А.В. Томову за полезные консультации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Эйнштейн, А.* Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. – Москва : Молодая гвардия, 1966. – 268 с.
2. *Садохин, А. П.* Концепции современного естествознания: учебник для студентов вузов, обучающихся по гуманитарным специальностям и специальностям экономики и управления / А. П. Садохин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 447 с.
3. *Моцанский, В. Н.* Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики / В. Н. Моцанский. – М. : Просвещение, 1976. – С. 145.
4. *Горбачев, В. В.* Концепции современного естествознания : в 2 ч. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Горбачев. – Московский государственный университет печати, 2002. – Режим доступа: <http://www.hi-edu.ru/e-books/xbook131/01/>, свободный. – Дата доступа: 22.12.2018.
5. *Дягилев, Ф. М.* Концепции современного естествознания : учебное пособие для вузов по специальностям и направлениям гуманитарного профиля / Ф. М. Дягилев. – М. : ИМПЭ, 1998. – 192 с.
6. Новая философская энциклопедия. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Мысль, 2010. – Т. 1–4. – 2816 с.
7. *Коатс, Дж.* Поколения и стили обучения / Дж. Коатс. ; пер. с англ. Л. Е. Колбачева. – М. : МАПДО – Новочеркасск : НОК, 2011. – 121 с.
8. *Фейнман, Р.* Характер физических законов : пер. с англ. / Р. Фейнман. – 2-е изд., испр. – М. : Наука, 1987. – 160 с.
9. *Маделунг, Э.* Математический аппарат физики. Справочное руководство : пер. с немецк. / Э. Маделунг. – М. : Наука, 1968. – 620 с.
10. *Дорфман, Я. Г.* Всемирная история физики с древнейших времен до конца XVIII вв. / Я. Г. Дорфман. – М. : КомКнига, 2007. – 352 с.
11. Фрагменты ранних греческих философов. От этических теокосмогоний до возникновения атомистики / подгот. издания А. В. Лебедева, Наука, Москва, 1989. – 577 с.
12. *Асмус, В. Ф.* Античная философия / В. Ф. Асмус. – М. : Высшая школа, 2005. – 408 с.
13. *Кудрявцев, П. С.* История физики и техники : учебное пособие для педагогических вузов / П. С. Кудрявцев, И. Я. Конфедератов. – Москва : Учпедгиз, 1960. – 507 с.

14. *Асмус, В. Ф.* Декарт / В. Ф. Асмус. – Москва : Государственное издательство политической литературы, 1956. – 373 с.
15. *Владимиров, Ю. С.* Классическая теория гравитации / Ю. С. Владимиров. – изд. URSS: Серия Классический учебник МГУ, 2018. – 304 с.
16. Физический энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров ; ред. кол.: Д. М. Алексеев [и др.]. – М. : Сов. Энциклопедия, 1984. – 944 с.
17. *Эйнасто, Я.* Темная материя и темная энергия / Я. Эйнасто, А. Д. Чернин. – М. : Век-2, 2018. – 176 с.

Поступила в редакцию 22.10.2019 г.

Контакты: +375 222 28 39 69 (Носкова Марина Сергеевна)

Noskova M. EVOLUTION OF THE PHYSICAL PICTURE OF THE WORLD.

The historical sequence of the main stages in the development of the world scientific picture is considered in connection with a change of the ideas about fundamental physical principles. A retrospective analysis of the scientific progress is proposed as a binding element in the system of methods used to form students' scientific thinking while mastering the course of the History of Physics in higher education institutions.

Keywords: the history of physics, scientific picture of the world, fundamental physical principles.