

РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА В ПОСТРОЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРИЙ

В статье рассматриваются основные этапы развития физической картины мира. Уделено внимание становлению квантовой картины физической реальности.

В процессе познания и изучения свойств окружающего мира в науке выделяются наиболее общие понятия и идеи, принципы и теории, с помощью которых на данном этапе развития физики создается общая модель природы. Этот идеализированный в рамках существующих представлений образ природы и носит название физической картины мира (ФКМ) [1].

Понятие «физическая картина мира» исследовали и анализировали ученые: Б.В.Ахлибинский, В.С.Готт, П.С.Пахомов, Г.В.Платонов, А.М.Рубанец, В.С.Степин, Л.В.Яценко, П.Дирак, М.Планк, В.Холличер и др. В трудах этих ученых раскрыты проблемы зарождения понятия, определение его сущности содержания и структуры, изменчивости форм, его влияние на темпы развития науки. 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. В ряде исследований отражены прикладное значение этого понятия для мировоззренческой подготовки обучаемых и его роль в развитии знаний в различные исторические эпохи [2].

Одной из важнейших характеристик понятия "физическая картина мира" является ее эволюция – постоянное развитие и смена одних картин другими. Первой сформировавшейся картиной мира в физике была *механистическая* картина мира. В свою очередь, она возникла под воздействием античной картины мира (Демокрита, Эпикура, Лукреция) и идей эпохи Возрождения. Решающую роль среди последних сыграли: принцип материального единства мира, принцип причинности, принцип экспериментальной обоснованности (Галилей), принцип математического описания природных явлений. Все эти принципы явились философским обоснованием механистической картины мира. Окончательно сформировалась она после создания классической механики И. Ньютона.

В истории науки научные картины мира не оставались неизменными, а сменяли друг друга, таким образом, можно говорить об эволюции научных картин мира. Наиболее наглядной представляется эволюция физических картин мира: натурфилософской – до XVI-XVII вв., механистической – до второй половины XIX в., термодинамической (в рамках механистической теории) и электродинамической в XIX в, релятивистской и квантово-механической в XX-м веке. На рис. 1 схематично представлены развитие и смена научных картин мира в физике.

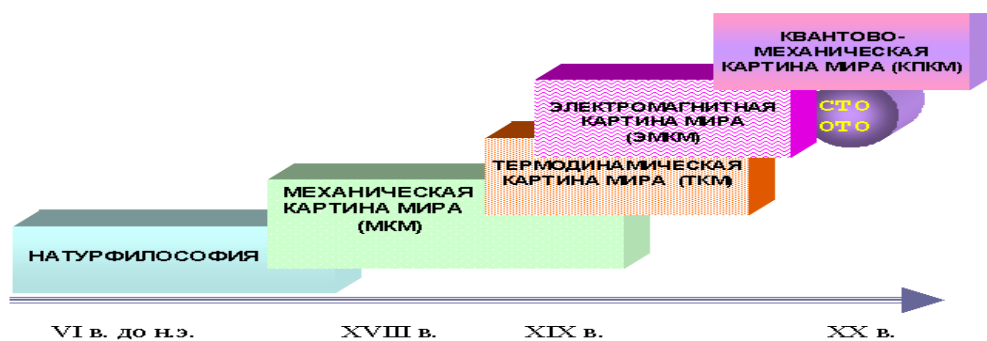


Рис.1. Развитие и смена физических картин мира.

Физическая картина мира создается благодаря фундаментальным экспериментальным измерениям и наблюдениям, на которых основываются теории, объясняющие факты и углубляющие понимание природы. Физика – это экспериментальная наука, поэтому она не может достичь абсолютных истин (как и само познание в целом), поскольку эксперименты сами по себе несовершенны. Этим обусловлено постоянное развитие научных представлений [3].

Картина мира является более широким понятием, чем теоретическая модель. Тем не менее, как и в модели, в механистической картине мира есть основные понятия и основные принципы, составляющие теоретический и философский фундамент картины.

Основные понятия классической механики: 1) материя – вещество, состоящее из неделимых частиц; 2) движение – механическое перемещение в пространстве; 3) пространство – пустоеместилище тел, описываемое геометрией Эвклида; 4) время – абсолютная категория, характеризующая длительность процессов; 5) масса – мера инертности и мера тяготения.

Основные принципы механики: 1) принцип относительности Галилея (все тождественные механические явления протекают одинаковым образом в различных инерциальных системах отсчета); 2) принцип дальнегодействия. Во времена Ньютона было известно только одно – гравитационное взаимодействие. Принцип дальнегодействия заключается в том, что гравитационное взаимодействие осуществляется с бесконечно большой скоростью через пустое пространство без посредства чего-либо.

На смену механистической картине мира пришла *электродинамическая*. Основы электродинамической картины мира заложены трудами М. Фарадея и Дж. Максвелла. В отличие от механистической картины мира, где исходными философскими идеями были классический атомизм и механицизм, в электродинамической картине исходной идеей стал *континуализм*. В частности, Фарадей положил в основу истолкования физических явлений континуальные, непрерывные представления о материи. Передача взаимодействия в этой новой картине мира осуществляется материальным электромагнитным полем. Таким образом, материя в электродинамической картине мира представляется в двух формах – вещество и поле.

После создания А. Эйнштейном специальной теории относительности в 1905 г. электродинамическая картина мира приобрела релятивистский характер. На смену абсолютному пространству и времени пришло четырехмерное пространство-время, на смену дальнегодействию пришло ближнегодействие. Можно просуммировать основные характеристики электродинамической картины мира следующим образом.

Основные понятия: 1) материальность физического поля; 2) относительность пространства и времени, единое пространство-время; 3) масса – мера инертности, тяготения и полной энергии ($E=mc^2$ – формула Эйнштейна взаимосвязи массы и энергии); 4) непрерывность материи.

Основные принципы: 1) принцип относительности Эйнштейна; 2) принцип ближнегодействия, заключающийся в передаче взаимодействия с конечной скоростью света;

3) принцип эквивалентности инертной и гравитационной масс; 4) принцип постоянства скорости света во всех инерциальных системах отсчета; 5) принцип причинности.

Полное завершение электродинамическая картина мира получила после создания в 1915 г. Эйнштейном общей теории относительности. Дальнейшее развитие физики показало ограниченный характер электродинамической картины мира. Тем не менее достаточно универсальный способ описания природы электродинамической картиной мира привел великого ученого XX в. А. Эйнштейна к тупиковой идее создания единой теории поля. Можно ограничиться указанием только двух замечаний, подчеркивающих бесперспективность единой теории поля: 1) в единой теории поля Эйнштейна задействованы только два взаимодействия – гравитационное и электромагнитное. В то же время в ней не учтены сильное и слабое взаимодействия, открытые позже, чем возникла у Эйнштейна идея единой теории поля. 2) Эйнштейн не включал в единую теорию поля квантовую механику, вероятностную интерпретацию которой он критиковал до самой своей смерти [3].

Возникновение и проникновение "идеологии" квантовой теории во все разделы физики определило начало перехода от электродинамической картины мира к новой *квантово-полевой*.

Зарождение квантово-полевой картины мира происходило тогда, когда еще окончательно не сложилась электродинамическая картина. По крайней мере обе теории относительности еще не появились.

Основополагающей гипотезой, давшей только толчок квантовой теории была гипотеза квантов света М.Планка (1900 г.). Следует отметить важные этапы становления, формирования квантовой теории. В 1905 г. А.Эйнштейн разрабатывает квантовую теорию излучения для объяснения закономерностей фотоэффекта, углубляет и уточняет понятие квантов света – фотонов. В 1913 г. Н.Бор создает "полуклассическую, полуквантовую" теорию атома водорода. Идея дискретных состояний "скачков", противная классической физике, приобретает популярность у физиков. В 1923 г. Луи де Бройль высказывает гипотезу о волнах материи и "узаконивает" равноправное существование материи в двух формах – вещества и волн. Появлением квантовой механики Э.Шредингера и В.Гейзенберга в 1926-1927 гг. завершается первый этап становления квантово-полевой картины мира.

Перечислим некоторые основные характеристики этой картины мира. Прежде всего это *основные понятия*: 1) единство корпускулярно-волновых свойств материи; 2) дискретность излучения и дискретность физических состояний; 3) волновое уравнение для частиц; 4) обменный характер взаимодействия; 5) виртуальные частицы; 6) материя и антиматерия.

Квантово-полевая картина мира не является некоей стационарной картиной, содержащей и объясняющей все явления природы.

В этой связи важно подчеркнуть, что возникновение новых стратегий познания не отменяет предшествующих классических образцов. Они могут в модифицированном виде воспроизводиться и в современном теоретическом поиске. Неклассические стратегии исследования могут сосуществовать рядом с классическими, взаимодействуя с ними и проявляясь в целом спектре вариаций - от явно альтернативных классическим образцам до гибридных, соединяющих некоторые черты классического и неклассического способов исследования.

В явно выраженных неклассических ситуациях теории действительно создаются до построения новой картины мира. И тем не менее вывод об исчезновении целенаправляющих функций картины мира в неклассических ситуациях представляется поспешным. Здесь следует учесть два важных обстоятельства.

Первое касается процесса постановки проблем, с которого начинается построение фундаментальных теорий. И специальная теория относительности, и квантовая механика были инициированы обнаружением парадоксов в системе физического знания, которые

возникали при соотнесении новых фактов и новых теоретических следствий, генерированных при целенаправляющем воздействии ранее сложившейся электродинамической картины мира, с самой этой картиной. Это были парадоксы, возникавшие при интерпретации в терминах картины мира следствий из преобразований Лоренца и следствий из планковского закона излучения абсолютно черного тела. Именно эти парадоксы трансформировались в проблемы, которые стимулировали теоретический поиск, приведший к построению специальной теории относительности и квантовой механики. И хотя новая физическая картина мира возникла уже на завершающем этапе построения этих теорий, участие ее ранее сложившейся версии в постановке проблем позволяет говорить о сохранении определенных аспектов целенаправляющей роли картины мира также и в современном поиске.

Второе обстоятельство, связанное с ролью картины мира в построении современных теорий, можно определить как усиление значимости ее операциональных аспектов. В этом, пожалуй, и состоит главная особенность неклассических стратегий формирования новой теории. В современных условиях картины физической реальности создаются и реконструируются иначе, чем в классическую эпоху развития физики. Раньше они создавались как наглядные схемы строения и взаимодействия объектов природы, а их операциональная сторона, т.е. фиксация типа измерительных процедур, которые позволяют выявить соответствующие объекты, была представлена в завуалированной форме. В современную эпоху исследование пользуется, в известном смысле, противоположным методом. Будущая картина физической реальности фиксируется вначале как самая общая схема измерения, в рамках которой должны исследоваться объекты определенного типа. Новая картина мира на этом этапе дана только в зародыше, а структура исследуемой физической реальности определена через схему измерения: “природа имеет объективные свойства, выявляемые в рамках такого-то и такого типа измерений”.

Причем сами эти свойства даются вначале в форме весьма приблизительного образа структуры исследуемых взаимодействий, посредством фрагментарных онтологических представлений, которые увязываются в систему благодаря экспликации операциональной схемы. И лишь впоследствии формируется относительно четкое и “квазинаглядное” представление о структурных особенностях той физической реальности, которая выявлена в данном типе измерений и представлена картиной мира. Примеры такого пути исследований можно обнаружить в истории современной физики. Обратимся, например, к эйнштейновскому творчеству того периода, когда вырабатывали основные идеи специальной теории относительности. Известно, что создание этой теории началось с обобщения принципа относительности и построения такой схемы пространственных и временных измерений, в которой учитывалась конечная скорость распространения сигналов, необходимых для синхронизации часов в инерциальных системах отсчета. Эйнштейн вначале эксплицировал схему экспериментально-измерительных процедур, которая лежала в основании ньютоновских представлений об абсолютном пространстве и абсолютном времени. Он показал, что эти представления были введены благодаря неявно принятому постулату, согласно которому часы, находящиеся в различных системах отсчета, сверяются путем мгновенной передачи сигналов. Исходя из того, что никаких мгновенных сигналов в природе не существует и что взаимодействие передается с конечной скоростью, Эйнштейн предложил иную схему измерения пространственных и временных координат в инерциальных системах отсчета, снабженных часами и линейками. Центральным звеном этой схемы была синхронизация часов с помощью световых сигналов, распространяющихся с постоянной скоростью независимо от движения источника света. Объективные свойства природы, которые могли быть выявлены в форме и через посредство данного типа экспериментально-измерительной деятельности, выражались в представлениях о пространственно-временном континууме, в котором отдельно взятые пространственный и временной интервалы относительны. Но в

“онтологизированной” форме эти представления были выражены в физической картине мира позднее, уже после разработки специальной теории относительности. В начальной же фазе становления новой картины мира указанные особенности физической реальности были представлены в неразрывной связи с операциональной схемой ее исследования [4].

В определенном смысле эта же специфика прослеживается и в процессе становления квантовой картины физической реальности. При этом здесь история науки позволяет достаточно ясно проследить, как само развитие Томной физики привело к изменению классического способа построения картины мира. “В истории квантовой механики можно выделить два этапа: первый, который основывался на классических приемах исследования, и второй, современный этап, изменивший характер самой стратегии теоретического поиска.

Как бы ни были необычны представления о квантах электромагнитной энергии, введенные М.Планком, они еще не вызвали ломки в самом методе теоретического поиска. В конце концов представления Фарадея о полях сил были не менее революционны, чем идея дискретности электромагнитного излучения. Поэтому, когда после работ Планка представление о дискретности излучения вошло в электродинамическую картину мира, то это был революционный шаг, поскольку старая картина мира после введения нового элемента взрывалась изнутри. Но на классические методы построения картины мира, которая создавалась в форме наглядного образа природных взаимодействий, идеи Планка не оказали непосредственного влияния. Последующее развитие физики было связано с попытками создать квантовую картину реальности, руководствуясь идеалами классического подхода. В этом отношении показательны исследования де Бройля, который предложил новую картину физической реальности, включающую представление о специфике атомных процессов, введя “наглядное” представление об атомных частицах как неразрывно связанных с “волнами материи”. Согласно идее де Бройля, движение атомных частиц связано с некоторой волной, распространяющейся в трехмерном пространстве (идея волны-пилота). Эти представления сыграли огромную роль на начальных этапах развития квантовой механики. Они обосновывали естественность аналогии между описанием фотонов и описанием электронов, обеспечив перенос квантовых характеристик, введенных для фотона, на электроны и другие атомные частицы (картина физической реальности, предложенная де Бройлем, обеспечила выбор аналоговых моделей и разработку конкретных теоретических схем, объясняющих волновые свойства электронов).

Однако дебройлевская картина мира была “последней из могикан” наглядного применения квазиклассических представлений в картине физической реальности. Попытки Шредингера развить эту картину путем введения представлений о частицах как волновых пакетах в реальном трехмерном пространстве не имели успеха, так как приводили к парадоксам в теоретическом объяснении фактов (проблема устойчивости и редукации волнового пакета). После того как М.Борн нашел статистическую интерпретацию волновой функции, стало ясно, что волны, “пакет” которых должен представлять частицу, являются “волнами вероятности”. С этого момента стремление ввести наглядную картину мира, пользуясь классическими образами, все больше воспринимается физиками как анахронизм. Становится ясным, что образ корпускулы и образ волны, необходимые для характеристики квантового объекта, выступают как дополняющие друг друга, но несовместимые в рамках одного наглядного представления.

Развитие науки свидетельствовало, что новый тип объекта, который изучает квантовая физика, крайне не похож на известные ранее объекты, и, выражаясь словами С.И.Вавилова, “для наглядной и модельной интерпретации его картины не хватает привычных образов”. Однако общая картина исследуемой реальности была по-прежнему необходима, так как она определяла стратегию теоретического поиска, целенаправляя выбор аналоговых моделей и математических средств для выдвижения продуктивных гипотез [5].

В этих условиях совершился поворот к новому способу построения картины мира, в разработке которого выдающуюся роль сыграл Н.Бор. Картина физической реальности стала строиться как “операциональная схема” исследуемых объектов, относительно которых можно сказать, что их характеристики — это то, что выявляется в рамках данной схемы. Подход Бора заключался не в выдвижении гипотетических представлений об устройстве природы, на основе которых можно было бы формировать новые конкретные теоретические гипотезы, проверяемые опытом, а в анализе схемы измерения, посредством которой может быть выявлена соответствующая структура природы.

Литература:

1. Бикметов А. В. Определение физической картины мира как синтез физических и философских представлений. Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского Автономного Округа – Югра.
2. Пахомов Б.Я. Становление современной физической картины мира. –М., 1985.
3. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. –М., 1988.
4. Раджабов О.Р., Гусейханов М.К. Концепции современного естествознания (некоторые аспекты естественнонаучной картины мира): Учебное пособие. - Махачкала: Юпитер, 1997. – 225 с.
5. w.w.w. philos. msu.ru.