Конспект лекций
Концепции современного естествознания

Т. В. Карпова

Концепции современного естествознания

Серия «Конспект лекций»

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=11155992
Концепции современного естествознания. Конспект лекций: АСТ, Сова; Москва, Санкт-Петербург; 2012
ISBN 978-5-17-069999-5

Аннотация

В книге изложены ответы на основные вопросы темы «Концепции современного естествознания». Издание поможет систематизировать знания, полученные на лекциях и семинарах, подготовиться к сдаче экзамена или зачета. Пособие адресовано студентам высших и средних образовательных учреждений, а также всем интересующимся данной тематикой.

Содержание

Формирование научной картины мира 5
Механическая картина мира 14
Конец ознакомительного фрагмента. 25

Концепции современного естествознания
Составитель Т. В. Карпова

© Т. В. Карпова, составление, 2010
© ООО «Издательство “Сова”», 2010

Формирование научной картины мира

История развития научного знания – долгий и сложный процесс, который можно условно разделить на несколько этапов.

Первый этап охватывает период от зарождения натурфилософии до XV в. В этот период научное знание развивалось синкретически, то есть недифференцированно. Натурфилософия представляла мир как единое целое, царицей наук выступала философия. Основными методами натурфилософии были наблюдение и предположение. Постепенно, примерно к XIII в., из натурфилософии стали выделяться узкоспециализированные области знаний – математика, физика, химия и т. п. К XV в. эти области знаний оформились в конкретные науки.

Второй этап – с XV по XVIII вв. На первое место в методах наук вышел анализ, попытка расчленить мир на все более мелкие составляющие части и изучить их. Главной проблемой этого времени стал поиск онтологической основы мира, структурированного из первобытного хаоса. Все более мелкое членение мира на части вызвало и более мелкое членение натурфилософии на отдельные науки, а тех – на еще более мелкие. (Из единой философической алхимии обра-

зовалась наука химия, которая затем разошлась на неорганическую и органическую, физическую и аналитическую и т. п.)

На втором этапе появился новый метод науки – *эксперимент*. Знания приобретались в основном эмпирически, то есть экспериментальным путем. Но внимание было направлено не на явления, а на объекты (предметы), благодаря чему природа воспринималась в статике, а не в изменении.

Третий этап охватывает XIX–XX вв. Это был период сильного роста научного знания, бурного и короткого научного прогресса. За этот период человечество получило больше знаний, чем за всю историю существования науки. Этот период принято называть синтетическим, поскольку главным принципом этого времени является *синтез*.

С конца XX в. наука перешла на новый, ***интегрально-дифференциальный этап***. Это объясняет появление универсальных теорий, совмещающих в себе данные различных наук с наличием очень сильной гуманитарной составляющей. Главным методом здесь является *соединение синтеза и эксперимента*.

Научный взгляд на мир так же, как и сама наука, прошел несколько этапов развития. Вначале преобладала *механистическая картина мира*, руководствовавшаяся правилом: если в мире существуют физические законы, то их можно применить к любому предмету мира и любому его явлению. В этой картине мира не могло быть никаких случайно-

стей, мир твердо стоял на принципах классической механики и подчинялся законам классической механики.

Механистический взгляд на мир складывался в эпоху наличия религиозного сознания даже у самих ученых: основу мира они находили в Боге, законы механики воспринимались как законы Творца, мир рассматривался только как макромир, движение – как механическое движение, все механические процессы были обусловлены принципом сложного детерминизма, под которым в науке понимается точное и однозначное определение состояния любой механической системы.

Картина мира в ту эпоху выглядела как совершенный и точный механизм, подобный часам. В этой картине мира не было свободной воли, была судьба, не было свободы выбора, был детерминизм. Это был мир Лапласа.

Эту картину мира сменила *электромагнетическая*, в основе которой лежал не макромир, а поле и свойства только что открытых человеком полей – магнитного, электрического, гравитационного. Это был мир Максвелла и Фарадея.

Ему на смену пришла *картина квантового мира*, рассматривавшего мельчайшие составляющие – микромир со скоростями частиц, близким к скорости света, и гигантские космические объекты – мегамир с огромными массами. Эта картина подчинялась релятивистской теории. Это был мир Эйнштейна, Гейзенберга, Бора.

С конца XX в. появилась современная картина мира – *ин-*

формационная, синергетическая, построенная на основе самоорганизующихся систем (как живой, так и неживой природы) и теории вероятности. Это мир Стивена Хокинга и Билла Гейтса, мир складок пространства и искусственного интеллекта. Технологии и информация в этом мире решают все.

Отличительная черта развития естествознания в том, что, длительно эволюционно развиваясь в рамках натурфилософии, затем оно развивалось путем резких революционных изменений – *естественнонаучных революций*. Для них характерны следующие черты: 1) развенчание и сброс старых идей, мешающих прогрессу; 2) совершенствование технической базы со стремительным расширением знаний о мире и зарождением новых идей; 3) появление новых теорий, понятий, принципов, законов науки (которые могут объяснить необъяснимые с точки зрения старых теорий факты) и быстрое признание их основополагающими. Революционные последствия может дать как деятельность одного ученого, так и деятельность коллектива ученых или всего общества в целом.

Слом старого видения мира в естествознании всегда был тесно связан с космологическими и астрономическими знаниями. Космология, занятая вопросами происхождения мира и человека в нем, базировалась на существующих мифах и религиозных представлениях людей. Небо в их мировоззрении занимало ведущее место, поскольку все религии объ-

являли его местом, где живут боги, а видимые звезды считались воплощениями этих богов. Космология и астрономия и до сих пор тесно связаны, хотя научное знание избавилось от богов и перестало считать космос местом их обитания.

Первой космологической системой человека была *топоцентрическая*, то есть считавшая главным местом происхождения жизни поселение, где рождался миф о происхождении жизни, человеке и каком-то местном божке. Топоцентрическая система размещала центр происхождения жизни на планете. Мир был плоским.

С расширением культурных и торговых связей мест и божков стало слишком много, чтобы топоцентрическая схема могла существовать. Появилась *геоцентрическая* система (Анаксимандр, Аристотель и Птолемей), рассматривавшая вопрос происхождения жизни в глобальном планетарном объеме и помещавшая Землю в центре известной человеку системы планет. В результате *аристотелевой революции* мир стал сферическим, а Солнце вращалось вокруг Земли.

Геоцентрическую сменила *гелиоцентрическая* система, в которой Земле отводилось рядовое место среди других планет, а источником жизни объявлялось Солнце, расположенное в центре Солнечной системы. Это была *коперниканская революция*. Идеи Коперника способствовали избавлению от догматизма религии и появлению науки в современном ее виде (классическая механика, научные труды Кеплера, Галилея, Ньютона).

Современник Коперника Дж. Бруно выдвинул не оцененную в его время идею *полицентризма* – то есть множественности миров. Через несколько веков эта идея нашла воплощение в трудах Эйнштейна и релятивистской теории (теории относительности), появились космологическая модель однородной и изотропной Вселенной и квантовая физика.

Современное естествознание оперирует двумя уровнями научного познания – эмпирическим и теоретическим. Эмпирическое и теоретическое знание связано друг с другом и не существует одно без другого: опыты ставятся, основываясь на существующих теориях; теории строятся, исходя из полученного экспериментального материала. Если он не соответствует существующим теориям, то либо неточен, либо требуется создание новой теории.

Не всякий существующий факт может оказаться научным фактом. Для части людей признанными являются недостоверные, то есть ненаучные факты. Их признание чревато для общества тем, что наука оказывается мишенью для насмешек, а на первый план выходят общественные суеверия, мистика и религия, которые благодаря непросвещенности и равнодушия к настоящим проблемам науки становятся для людей неоспоримыми истинами.

Каждый переломный этап в развитии общества выражается этим интересом к ненаучному знанию, затуманивающему ясную и объективно достоверную картину мира. Некоторые плохо объяснимые факты тоже помогают появлению их

ненаучного объяснения (например, при выявлении свойств микромира всерьез заговорили о воле Бога, управляющего движением электронов; особенности поведения сверхмалых частиц заставили усомниться в правильности закона сохранения энергии и т. п.), но как только появляется научная теория, учитывающая и способная объяснить новые факты без обращения к мистике или религии, они ложатся в научную схему и расширяют и дополняют научное знание.

Критериями научного познания является возможность экспериментальной проверки теоретических положений и теоретического обоснования экспериментальных фактов, причем эксперименты не должны нарушать ни единого теоретического момента, а теории должны опираться на весь базовый комплекс научного знания.

Научные факты должны укладываться в существующие в данной науке старые теории и не иметь с ними кардинальных противоречий. Для объяснения новых фактов нередко приходится создавать новые теории, но новая теория строится с учетом существующих законов (физических, химических, биологических и т. п.), и если какой-то сложный факт кажется несоответствующим существующим законам, то, скорее, он неверно истолкован, чем неверны законы, действующие для остальных фактов. Каждое новое явление или объект занимают свое место в определенной классификационной схеме и соотносятся с другими фактами. Нельзя объяснять факты, не поддающиеся рациональному объяснению, существо-

ванием некоей внешней силы, создающей особые законы для данных фактов.

Понятие научной картины мира как особой формы систематизации знаний на основе их качественного обобщения и мировоззренческого синтеза различных научных теорий появилось в XIX в., но наибольшее распространение и обоснование получило только во второй половине XX в. В целом, в научную картину мира входит господствующее в обществе мировоззрение, понимание человеком его места в этом мире и важнейшие научные достижения. Для каждого времени существует своя картина мира, поскольку знания о мире углубляются и расширяются. И если до XVI–XVII вв. картина мира была натурфилософской, до второй половины XIX в. – механистической, далее – термодинамической, то в XX в. – релятивистской и квантово-механической.

Но научная картина мира не включает всю совокупность имеющихся естественнонаучных знаний, она касается представлений общества об основных свойствах, сферах, уровнях и закономерностях природы. В научной картине мира присутствуют в равной степени как теоретические знания и образы с высокой долей абстракции, так и наглядные модели.

Картины мира выражаются при помощи определенных стереотипов в понимании объективных процессов и способов их познания и интерпретации, которые принято называть в науке *парадигмами*. В основе научной картины мира всегда лежит физика, как наука, определяющая в большей

степени организацию человеческого мышления. Основными являются физические теории, объясняющие какие-то факты и постоянно углубляющие понимание природы с помощью новых теорий. Именно физическая компонента в научной картине мира позволяет этой картине развиваться и соответствовать духу времени.

Механическая картина мира

Первые знания о природе человек получил еще в первобытном обществе. Это были знания, выявленные в результате систематического наблюдения одних и тех же явлений и одних и тех же свойств предметов или полученные в результате жизненного опыта (дерево не тонет, камень тонет, огонь горячий, лед холодный и т. п.). Знания древних людей были ненаучными, они никак не систематизировались и не имели никакой теоретической базы, а касались только повседневных наблюдений и повседневного опыта.

В странах Древнего Востока (Месопотамия, Египет) знание имело более широкую форму, существовали науки, но они были сплетены воедино с мистическими и религиозными аспектами. Настоящей родиной естественных наук является Греция (VI–IV вв. до н. э.). Греческая наука была рациональна (не прибегала для объяснения фактов к помощи религии и мистики) и системна (стала классифицировать явления и объекты изучения).

Развитию науки способствовало особое устройство греческих городов-государств – с демократическими нормами жизни и изобилием общественных законов. Аналогичный способ организации был применен и в области знаний: если человеческое общество подчиняется законам, то и природа должна подчиняться своим законам. Особенности рабовла-

дельческого способа производства дали в греческом обществе четыре приоритетных занятия – политика, война, искусство, философия; под философией и понималась зарождающаяся наука. Созерцательность и абстрактно-умозрительный взгляд на мир сформировали два основных принципа греческой науки: мышление понятиями и создание всеобъемлющих философских теорий.

Научные изыскания греков не имели практического значения, это было движение чистой философской мысли: планиметрия Гиппарха, геометрия Евклида, апории элеатов, диогеновский поиск сущности человека. Целью научного познания было изучение процесса превращения первоначального Хаоса в Космос. Так появились труды Фалеса, Анаксимандра, Гераклита, Диогена. Единственным инструментом познания они признавали человеческий разум. Греки достигли больших успехов в математике (Пифагор, Евклид, Платон), в учении об атоме (Демокрит, Левкипп), в учении о неуничтожимости материи (Эмпедокл), но естествознание как научную программу создал Аристотель.

Аристотель был автором многочисленных трудов о природе – «Физика», «О небе», «Метеорологика», «О происхождении животных» и др. Впервые в мире он обратил внимание на закономерности движения физических тел и тем самым дал начало разделу физики – механике. *Движение* Аристотель определял как изменение положения тела в пространстве, аристотелево пространство было заполнено прозрач-

ной материей, аналогичной воздуху. Ему принадлежит высказывание «природа боится пустоты», то есть пространство заполнено подобием эфира. Движение создается без причины движения, самодвижущееся тело имеет в себе источник движения. Он различал движение естественное и насильственное, местное (для тяжелых тел) и огненное (для легких).

В рассуждения Аристотель ввел *понятие силы*, к которому относятся три основных вида силы – тяга, давление и удар. Рассматривая сложное вращательное движение, он вывел определение момента силы, а для естественного падения тела вывел закон $V = F / w$, где V – скорость, F – сила стремления тела к своему естественному месту, w – сопротивление воздуха. Согласно закону Аристотеля скорость падения тела зависела от его массы. Эта точка зрения продержалась до времен Галилея. То есть тяжелые тела в силу своей массы устремляются к земле (естественному месту), а легкие тела из-за своей легкости устремляются к огненному эфиру, расположенному за слоем воздуха, высоко к небу, к огню.

Небесные тела из «земных» принципов движения он исключал: они движутся по совершенной окружности и для движения силы им не требуется. Небесные тела подчиняются небесным законам (их движения вечны и неизменны, не имеют начала и конца), неприменимым к земным телам, несовершенным по своей природе. Несовершенные земные тела могут двигаться только с приложением внешней силы, ис-

точниками движения для них служат другие тела.

Аристотель считал, что движение существует вечно и что первое движение в мире породил перводвигатель, под которым он понимал бога. Физическое взаимодействие он понимал как применение силы движущего к движимому (то есть действие сугубо одностороннее).

Представления Аристотеля о механике продержались до времени Галилея. Галилей создал новую механику, отвергающую принципы Аристотеля. Он установил физические законы для движения тел, ввел определения для силы, скорости, ускорения, равномерного движения, инерции, понятия средней скорости и среднего ускорения, впервые сопоставил понятие силы с математическим понятием вектора (при определении характера движения в зависимости от приложенной силы, он исходил из направления этой силы или взаимодействия сил), сформулировал ***четыре аксиомы механики*** (две о свободном падении, одна – по поводу инерции и одна по поводу относительности движения):

1. *Закон инерции.* Свободное движение по горизонтальной плоскости происходит с постоянной по величине и направлению скоростью.

2. *Свободно падающее тело движется* с *постоянным ускорением,* и конечная скорость тела, падающего из состояния покоя, связана с высотой, которая пройдена к этому моменту.

3. *Свободное падение тел можно рассматривать как дви-*

жение по наклонной плоскости, а горизонтальной плоскости соответствует закон инерции.

4. *Внутри равномерно движущейся (так называемой инерциальной) системы* все механические процессы протекают так же, как и внутри покоящейся.

Принцип относительности он вывел в 1632 г. при помощи мысленных экспериментов, путем абстракции. Принцип предполагает, что траектория падающего тела отклоняется от вертикали из-за сопротивления воздуха и в безвоздушном пространстве тело упадет точно над точкой, из которой началось падение.

Физические законы для механической картины мира сформулировал Исаак Ньютон.

I закон, или закон инерции, открытый еще Галилеем: всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока оно не будет вынуждено изменить его под действием каких-то сил.

II закон: изменение импульса тела в единицу времени равно действующей на него силе и происходит в направлении ее действия. $F = m_и \cdot \bar{a}$, где F – вынуждающая сила, $\bar{a}$ – ускорение, $m_и$ – инерциальная масса.

Второй закон Ньютона связывает изменение импульса тела (количества движения) с действующей на него силой и является ядром механики. Закон был революционным для своего времени, но неприменим в современной физике, так как Ньютон считал, что масса не зависит от скорости. Нью-

тон рассматривал массу как меру инертности, а ускорение и инерцию как равные по величине противодействия, направленные в противоположные стороны, то есть чем массивнее тело, тем меньшее ускорение можно ему придать.

III закон: силы действия и противодействия равны по величине и противоположны по направлению.

IV закон, сформулированный Ньютоном, – это закон всемирного тяготения: сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния:

$F_{гр} = \gamma \cdot m_{гр} \cdot M_{гр}/r^2$, где γ – гравитационная постоянная.

Закон он вывел из допущения, что на Луну, движущуюся по земной орбите, и на камень, падающий на Землю, действует одна и та же сила: Луна тяготеет к Земле и силой тяготения постоянно отклоняется от прямолинейного движения и удерживается на своей орбите. Из этого допущения он рассчитал постоянную величину силы тяготения или гравитационную постоянную. Согласно современным расчетам, гравитационная постоянная:

$G = (6{,}673 \pm 0{,}003) \cdot 10^{-11}$ нм^{2}кг$^{-2}$.

Ньютон придерживался воззрений *механистического материализма* (то есть стремился объяснить законы физики, исходя из объективного существования материи, пространства и времени), хотя был человеком религиозным в духе своей эпохи и даже на склоне лет написал теологическое сочинение. Пытаясь определить точнее методы своего подхода к научным исследованиям, Ньютон вывел *четыре основопо-*

лагающих принципа:

1. Не должно принимать в природе иных причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений (повторив знаменитый принцип бритвы Оккама).

2. Одинаковым явлениям следует приписывать одинаковые причины.

3. Независимые и неизменные при экспериментах свойства тел, подвергнутых исследованию, надо принимать за общие свойства материальных тел.

4. Законы, индуктивно выведенные из опыта, нужно считать верными, пока им не противоречат другие наблюдения.

Этот метод называется сегодня *гипотетико-дедукционным* и используется в современной физике.

Неизгладимый след оставил Ньютон не только в механике. Большое значение имели его исследования в области оптики, которые сразу же получили мировое признание и стали основополагающими на несколько столетий. Ньютон считал, что свет состоит из мельчайших частиц, которые он назвал корпускулами, так возникла корпускулярная теория света. Теория не объясняла некоторых явлений – например, интерференции и дифракции света, поскольку это волновые процессы.

Ньютон понимал неполноту корпускулярной теории и собирался объединить ее с волновой, что, собственно, произошло только в XX в., когда пришедшая на смену корпуску-

лярной волновая теория тоже не смогла объяснить всех явлений.

Ньютон также сделал заявку на теорию возможности превращения тел в свет и света в тела, что было открыто учеными для сверхмалых частиц только в XX в., и теорию влияния тел на распространение света, что было экспериментально доказано Эйнштейном и легло в основу общей теории относительности. Большой заслугой последователей Ньютона было введение в физику методов интегрально-дифференциального исчисления и создание механической картины мира.

В основе механической картины мира лежала материалистическая теория, основывавшаяся на классическом атомизме, родоначальником которого был *Демокрит*. Для своего времени это, несомненно, была передовая и научная картина мира. В ее основу легли труды Галилея и Ньютона. Царившая прежде натурфилософская картина мира опиралась на наблюдение как на единственный метод изучения мира.

Механическая картина мира выдвинула на первый план эксперимент. Эксперименты стали сопровождаться математическим аппаратом, точными расчетами, а изобретение телескопа и микроскопа позволило заглянуть в миры, не соразмерные окружающему. Ньютон разработал законы классической механики для физики окружающего мира, Кеплер – законы небесной механики для Вселенной, Левенгук увел биологию к микроскопическим формам и т. п.

Развитие классической механики шло *в двух направлени-*

ях:

1) как обобщение законов Галилея и исследований Кеплера;

2) как переход к новым методам количественного анализа механического движения. Материя в этой системе представлялась делимой только до уровня атома, пространство – пустым (очевидно, для возможности перемещения неделимых атомов), время – пустым и однонаправленным (от настоящего к будущему), движение – механическим (изменение положения тела в пространстве с течением времени); все взаимодействия сводились к трем законам механики и закону всемирного тяготения, к действию сил притяжения и отталкивания.

К ***принципам механической картины мира*** относятся принципы относительности, дальнодействия, причинности.

Принцип относительности был впервые сформулирован Галилеем и гласил, что все инерциальные системы отсчета являются равноправными и переход от одной системы к другой происходит с помощью специальных преобразований, разработанных Галилеем. В инерциальных системах Галилея время течет везде одинаково, а масса тела неизменна. Неизменное время с неизменной массой соответствует неизменной скорости, а если все указанные параметры неизменны, то силы в обеих системах одинаковы и все механические явления протекают одинаково. Вывод, который на основе рассуждений и вычислений делал Галилей, следующий: покой

от равномерного прямолинейного движения невозможно отличить никакими опытами (соответствующими, естественно, механической картине мира).

Принцип дальнодействия был выработан в рамках механистического материализма с неделимыми атомами и пустым пространством: взаимодействие передается мгновенно, и промежуточная среда в передаче взаимодействия участия не принимает. Пустая среда, естественно, никакого участия в передаче взаимодействия принимать не могла, а тела рассматривались как материальные точки, которые под воздействием приложенной силы мгновенно перемещались в пустоте.

Принцип причинности был разработан математиком Лапласом и гласил: всякое имеющее место явление связано с предшествующим на основании того очевидного принципа, что оно не может возникнуть без производящей причины. Противоположное мнение есть иллюзия ума.

Принцип Лапласа был назван *лапласовым детерминизмом* и предполагал существование связей между явлениями на основе однозначных законов; он закрепился в механистической физике как принцип, что любую основополагающую связь между явлениями можно выразить физическим законом, существование сложных связей эта картина мира не понимала. Есть материя, есть механическое движение, есть для него причина, есть следствие. Осталось вывести закон.

Эти принципы превратились в ничто, когда стало ясно,

что пространство между телами не пустое, что сами тела совсем не материальные точки, а обладают массой, что явления бывают сложные, несводимые к одной причине и одному следствию.

Механический материализм взял из греческой философии идею о материальности мира и его делимости до предельного порога – атомов. Материя считалась дискретной, и на первое место выступили понятия материальной точки и абсолютно твердого тела. По определению, *материальная точка* была математически абстрактным телом, размерами которого можно пренебречь, а *абсолютно твердое тело,* соответственно, системой материальных точек, расстояние между которыми всегда остается неизменным. Грубо говоря, материальное тело – это реальное тело, разделенное до предела, то есть атом, а абсолютно твердое тело – предмет, лишенный всех своих качеств и свойств.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.