

Колонцов А.А, Васильев Д.А

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ НАУКИ

часть первая



Ульяновск—2004

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ НАУКИ
Учебное пособие

Данное учебное пособие подготовлено профессором кафедры зоологии и экологии Московского государственного областного педагогического института, доктором биологических наук Колонцовым Александром Алексеевичем и профессором Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии, доктором биологических наук Васильевым Дмитрием Аркадьевичем. Учебное пособие состоит из 3-х частей, в первой части описана краткая история всей науки, во второй части история ветеринарии в России, в третьей части – история микробиологии, вирусологии, биотехнологии. Пособие написано на основе курса лекций по дисциплине «Концепции современного естествознания», прочитанных в 1997-2004 годах в Московском государственном областном педагогическом институте и в Московской международной высшей школе бизнеса «МИРБИС».

© А.А.Колонцов, 2004

© Д.А.Васильев, 2004

ВВЕДЕНИЕ

Наука – это сфера человеческой деятельности, направленная на получение объективно достоверного и систематического знания о явлениях природы и жизни человека. Понятие «Наука» включает в себя как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности – сумму полученных к данному моменту научных знаний. Они, в свою очередь, образуют в совокупности научную картину мира. Термин «Наука» употребляется также для обозначения отдельных отраслей научного знания. Научные дисциплины, образующие систему науки в целом, весьма условно можно подразделить на 3 большие группы – естественные, общественные и технические науки, различающиеся по своим предметам и методам. Специфика первой и третьей группы наук заключается в объективности и первостепенном значении для существования человечества. В ходе исторического развития эти науки превращаются в производительную силу общества и важнейший социальный институт.

Становление и развитие этих наук изучает история науки. История науки является важнейшим связующим звеном между естествознанием и философией и имеет первостепенное значение для формирования научного мировоззрения. Под научным мировоззрением понимаются представления о явлениях, доступных научному изучению; определенное отношение к окружающему нас миру явлений. Каждое явление при этом находит объяснение, не противоречащее основным принципам научного исследования. Задачи истории науки состоят в том, что бы раскрыть историю ста-

новления, развития и трансформации отдельных областей науки и научного мировоззрения в целом; выявить движущие силы и механизмы коренных перестроек в научной картине мира; через раскрытие прошлого лучше понять настоящее и увидеть перспективу, роль и назначение науки в обществе.

Истоки науки уходят своими корнями в практику ранних человеческих обществ, в которой были нераздельно объединены познавательные и производственные моменты. По словам В. И. Вернадского, «зачатки научных знаний возникли еще задолго до появления науки, как самостоятельной формы человеческого сознания и деятельности, корни научного знания теряются в бесконечной дали веков... Первоначальные знания человека о мире были вплетены в его материальную деятельность, это были эмпирические знания, не поднимавшиеся еще до теоретических выводов и обобщений.» Таким образом, в первобытном обществе вряд ли можно говорить о существовании науки в современном понимании этого слова. Речь идет о стихийном использовании явлений природы и о накоплении практического опыта. Первые элементы научного знания возникают в древних цивилизациях Египта, Месопотамии (Шумера, Аккада, Вавилонии), Финикии, Индии, Китая, Американского континента. Тогда в процессе отделения умственного труда от физического часть общества получила условия для систематических занятий наукой и добилась ярких и своеобразных научных достижений в различных областях.

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ЗНАНИЯ НА ДРЕВНЕМ ВОСТОКЕ

Знания народов великих древних цивилизаций Ближнего Востока (Шумер, Аккад, Вавилон), Средиземноморья (Египет), Индии и Китая об окружающем мире были созданы практической необходимостью. Земледелие и скотоводство регулировались сезонными явлениями природы, такими как разливы больших рек, наступление дождей, смена теплой и холодной погоды. Наблюдения неба привели к открытию связи между сменой времен года и различными небесными явлениями. Повседневная жизнь требовала проведения различных расчетов и лечения болезней. В связи с этим первые научные знания были получены в области астрономии, математики, медицины.

В 4-м тыс. до н.э. возникают египетские иероглифы и шумерская клинопись, которые применялись для обозначения целых слов, их слогов и отдельных звуков. Первое фонетическое письмо с использованием клинописных знаков появилось в 14 в. до н.э. в Финикии. У финикийцев буква изображалась условной схемой предмета, название которого начиналось со звука, обозначаемого этой буквой. Так, звук, которым начиналось финикийское слово «алэп» (бык), передавался условным изображением головы быка.

В 3-м тыс. до н.э. у шумеров применяется десятично-шестидесятичная система счисления, сначала непозиционная, затем позиционная (значение цифрового знака менялось в зависимости от его места в записи числа). От этой системы до сих пор остается деление окружности на 360, градуса на 60, а так же часа на 60 и минуты на 60.

Во 2-м тыс. до н.э. вавилонские астрономы разработали теорию движения Солнца, Луны и других планет, основанную на понятии о 8 сферах. В центре сфер находится Земля. С начала 7 в. до н.э. месопотамские астрономы установили продолжительность периода повторения затмений Солнца и Луны. Вавилоняне, однако, не имели ясной геометрической модели для объяснения лунных затмений. Сохранились имена знаменитейших вавилонских астрономов – Набуриан, Киден, Шоидин. Таблицы лунных и планетных движений, созданные вавилонянами, через греков и римлян попали в Персию (3 в. н.э.), а затем в Индию, где они использовались вплоть до 18 в. н.э.

Известен шумерский сборник врачебных рецептов.

При шумерских храмах существовала система школ. Однако, усвоение знаний в них сводилось к переписке и заучиванию всякого рода перечней, списков, таблиц. Ставить вопрос «почему?» не обучали.

Месопотамские государства существовали с 3 тыс. до н.э. – 6 в. до н.э., и были завоеваны персами.

В Египте (3 тыс. до н.э. – 1 в. до н.э, завоеван Римом) введен календарный год из 12 месяцев по 30 дней с 5 добавочными сверхгодовыми днями. Сутки делились на 24 часа. Система счисления была в основном десятичной. Египтяне хорошо знали анатомию человеческого тела, поскольку использовали практику мумифицирования. Появляется египетский учебник хирургии, который в 1862 г. нашел Э. Смит. Египетские математики знали значение

числа , формулы для вычисления площади треугольника, прямоугольника, трапеции, круга. Эти знания в последствие переняли греки.

В 6 в. до н.э. в Индии Сушрута составил медицинское руководство («Сушрута-санхита»), в частности с упоминанием лекарства для лечения сахарного диабета. (Этот диагноз в Европе научились устанавливать только в 17 в.). Создается десятичная позиционная система счисления (3-6 в.), которая через арабов с 13 в. стала распространяться в Европе. Индийцы разработали правила арифметических действий, которые ничем не отличаются от современных. Следует подчеркнуть, что в Индии чрезвычайно рано возникла профессионализация умственного труда. Оформлением духовной культуры занималась варна брахманов, жрецов. Уже в Упанишадах (7—6 вв. до н.э.) знание противопоставляется мышлению, процесс воспроизведения готового знания – процессу выработки знания оригинального, знание формальных деталей – процессу выработки смысла. Весьма характерно следующее утверждение: «Если даже много знающий лишен мысли, то о нем говорят: «Он – ничто, хоть и знает много. Ведь, поистине, если бы он действительно знал, то не был бы до такой степени лишен мысли. И, напротив, если мало знающий наделен мыслью, то его желают слушать».

Значение науки Древнего Востока состоит в том, что она является первым шагом человечества в направлении рационального познания природы. Однако, несмотря на наличие отдельных крупных открытий, эта наука была умозрительна, внутренне противоречива, отрывочна и переплеталась с фантастическими представлениями.

НАУКА ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ

Несмотря на значительные достижения народов Древнего Востока в ряде областей знаний, возникновение науки, представляющей собой определенную систему знаний, а не совокупность разрозненных сведений, связывают с Древней Грецией. Греческая наука с момента своего зарождения (с 6 в. до н.э.) была наукой теоретической. Ее цель заключалась в отыскании истины. При решении математических задач грекам было важно найти строгое решение путем логических рассуждений. Это привело к разработке ме-

тогда дедукции, основанного на умозаключении от общего к частному. При изучении небесных явлений для греческих ученых основной вопрос заключался в причинах их осуществления. Создавались модели космоса – и это предвосхитило важнейшую черту позднейшего естествознания – моделирование механизма природных явлений.

Возникновение ранней греческой науки было связано с общим духовным скачком, который переживала Греция в 6 в. до н.э. Именно этот период характеризуется выражением «осевое время», которое ввел в употребление немецкий философ Карл Ясперс. «Эту ось мировой истории, — писал он, — следует отнести, по-видимому, ко времени около 500 лет до н.э., к тому духовному процессу, который шел между 800 и 200 годами до н.э. Тогда произошел самый резкий поворот в истории. Появился человек такого типа, какой сохранился и по сей день. Это время мы будем называть осевым». Общественной основой духовного расцвета в древней Греции было утверждение политической формы города-государства. Равноправие свободных граждан перед законом и участие каждого в выполнении общественных функций способствовали развитию чувства гражданской ответственности и критического мышления. Кроме того, смешанный этнический состав, развития мореплавания, торговые и культурные связи со странами Востока в сочетании с живостью ума и любознательностью греков стимулировали духовное свободомыслие и терпимость. Занятия наукой не регламентировались в Ионии государственными или религиозными институтами; они были частным делом свободных граждан. Экономической основой Древней Греции было рабство. Развитие рабовладения обусловило пренебрежение греков ко всему, связанному с орудийно-практической деятельностью. Свободный человек занимался политикой, войной, философией и искусством. Ремесло - занятие рабов. Отказ от практической деятельности привел к неприятию эксперимента как метода познания.

Для греческой науки вплоть до 4 в. до н.э. характерно единство и нерасчлененность, и в этот период ее рассматривают не по дисциплинам, а по научно-философским системам.

Первым выдающимся ученым греческой науки традиционно считается милетец Фалес (625—547 г. до н.э.). Он много путешествовал, в Вавилоне учился астрономии и астрологии, в Египте – земледелию и геометрии. Первым из эллинов Фалес Милетский пред-

сказал солнечное затмение – 28 мая 585 г. до н.э. В Египте Фалес измерил высоту египетских пирамид, исходя из подобия треугольников. Вначале с помощью обычной палки он установил час, когда тень и высота тела равны между собой, а затем в этот же час измерил тень пирамиды, которая и была ее высотой.

Анаксимандр (610—546 г. до н.э.) из Милета свое учение изложил в книге, написанной прозой. Ее можно рассматривать как первое в истории европейской мысли научное сочинение. В 6 в. до н.э. в Греции основаны древнейшие частные библиотеки, в которых хранились собрания папирусных свитков, уложенных в глиняные футляры, и сшитых листков пергамента. Анаксимандр Милетский, основываясь на полученных на Востоке знаниях выдвинул гипотезу о том, что «Земля свободно возносится, не будучи ничем связана, и удерживается, так как отовсюду она одинаково отдалена». Он также предположил, что жизнь первоначально возникла в воде и лишь потом распространилась на суше.

Во второй половине 6 в. до н.э. в южной Италии в греческом городе Кротоне возникает первая в истории человечества научная школа – общество пифагорейцев, названная так по имени своего основателя – Пифагора Самосского (580—500 г. до н.э.). Математическая теорема Пифагора (известная вероятнее всего и до него) приписывается Пифагору именно потому, что только его школа дала доказательство справедливости ее общей формулировки. Пифагор открыл математическую закономерность в музыке и стал основоположником математической акустики. Его последователи сформулировали десять пар противоположных категорий — бинарных оппозиций, соединение которых, по их мнению, обусловило возникновение и поддержание порядка в мире. В среде пифагорейцев зародилась впервые идея о шарообразной форме Земли. Она не была связана ни с какими географическими или астрономическими данными, но зародилась и доказывалась соображениями чисто геометрического характера и идеями гармонии и математической эстетики, характерными для всех учений пифагорейцев. Шар есть наиболее совершенная, наиболее идеальная геометрическая фигура, и эту фигуру имеет Земля, которая занимает такое важное положение в мировоззрении человека.

Вместе с тем в трудах пифагорейской школы проявились и мистико-идеалистические воззрения. Умозрительные рассуждения, подчеркивание количественной стороны природных явлений при-

вели пифагорейцев к числовой мистике. Придавая мистический характер учению о числах, они разыскивали в них особое, таинственное значение.

Парменид из Элеи (ок. 515—445 г. до н. э.) своим учением о бытии заложил предпосылки возникновения древнегреческой атомистики. Бытие – это то, что есть, в отличие от того, что кажется и составляет область мнения. Бытие должно быть единым, не имеющим частей и неделимым, а также неподвижным и неизменным.

Основателями древнегреческой атомистики являются Левкипп (5 в. до н. э.) и Демокрит (ок. 460 – ок. 370 г. до н.э.). Согласно их атомистической концепции в мире существуют два первоначала – пустота и атомы. Под атомами понимается бесконечное множество неделимых, неизменных, не имеющих частей первооснов. Атомы в собственном смысле являются полным бытием Парменида. Атомы невидимы вследствие малости своих размеров; отличаются друг от друга величиной, формой и положением в пространстве. Соединяясь между собой, порождают возникновение вещей, разделяясь – их гибель. Сцепление очень большого количества атомов вызывает возникновение атомных вихрей, которые в конечном счете приводят к зарождению миров. Существует множество миров, причем они могут сильно отличаться от нашего. В целом атомистики создали беспрецедентную в истории греческой мысли картину мироздания.

В основе учения Эмпедокла из Агригента на острове Сицилия (490—430 г.г. до н.э.) лежит концепция четырех элементов – огня, воздуха (эфира), воды и земли. Эти первоначала вечны, неизменны и не могут ни возникать из чего-либо другого, ни переходить друг в друга. Все вещи получаются в результате соединения этих элементов в определенных количественных пропорциях. Кроме 4 элементов Эмпедокл постулировал наличие двух сил – Любви и Вражды. Он мыслил эти силы пространственно протяженными. Из них Любовь соединяет разнородные элементы, а Вражда – разделяет. Попеременным преобладанием этих сил обусловлен циклический ход мирового процесса.

С помощью понятий о 4-х элементах и двух силах Эмпедокл объяснял происхождение растений и животных. Растения и животные могут возникать только в промежуточные стадии перехода от господства Любви к господству Вражды, или наоборот. В первом случае первоначально образуются синтетические «цельноприрод-

ные» формы. Эти формы затем распадаются на противоположные по полу живые существа. Во втором случае имеет место обратный процесс. Сначала во влажном, теплом иле возникают отдельные органы. Эмпедокл рисует сюрреалистическая картина биогенеза: «Головы выходили без шеи, двигались руки без плеч, очи блуждали без лбов». Эти органы беспорядочно носятся в пространстве и случайным образом соединяются друг с другом. При этом образуются самые разнообразные, большей частью уродливые существа. Только немногие из них выживают, а именно те, в которых соединившиеся части гармонируют друг с другом. Здесь просматривается попытка объяснить возникновение приспособлений к жизни организмов, то есть решить проблему целесообразности органических форм. Считают, что Эмпедокл первым высказал догадку о существовании ископаемых остатков вымерших животных.

В 5—4 в. до н.э. в древнегреческой науке началось разделение на отдельные дисциплины. В математике (Теэтет, 4 в. до н.э., Эвдокс Книдский, ок. 406—355 г. до н.э.) в это время уже существовал курс арифметики с теорией числовых отношений и делимости. Было открыто существование несоизмеримых отрезков (отрезков несоизмеримых с единицей масштаба) и тем самым иррациональных величин. Возникла чисто эллинская дисциплина – геометрическая алгебра, в которой геометрия циркуля и линейки была приспособлена для решения квадратных уравнений и других алгебраических задач.

В астрономии Эвдокс Книдский создал геоцентрическую модель движения планет, Солнца, Луны со взаимной зависимостью движения отдельных 27 сфер. Сферы вращались вокруг общего центра, в котором покоилась шарообразная Земля. Он так же основал собственную школу в Кизике на берегу Геллеспонта в Малой Азии. При этой школе была учреждена первая греческая обсерватория, в которой велись наблюдения за небесными светилами и был составлен каталог звездного неба.

Что касается медицины, то в этой области Алкмеон Кротонский (6—5 в до н.э.) первым стал вскрывать трупы животных в целях изучения строения отдельных органов. Гиппократ (460—370 г. до н.э.) объяснял возникновение болезни (в частности эпилепсии, рассматривавшейся как «дар богов») естественными причинами. Вторая особенность гиппократовой медицины – требование индивидуального подхода в каждом отдельном случае. Ему

же приписывают формулировку основных положений врачебной этики: врач обязан служить больному всеми своими знаниями и умениями; должен соблюдать профессиональную тайну; не злоупотреблять своим положением.

Анатомические знания поднялись на довольно высокий уровень. Особенно хорошо был изучен скелет. Основные внутренние органы также были известны, хотя о детальном их строении знали мало – в Древней Греции было запрещено вскрывать трупы.

Одним из величайших ученых античности был Аристотель (384—322 г. до н. э.). Аристотель в 335 г. основывает в Афинах собственную научную школу – Ликей, которой он руководил до конца своей жизни. Он создал фундаментальную логику, то есть науку о доказательстве; утвердил структуру научного исследования, включающую историю вопроса, постановку проблемы, аргументы «за» и «против», обоснование решения; описал 495 видов различных животных, заложив тем самым основы зоологии, и предложил классификацию животного мира по принципу последовательного ступенчатого усложнения. Высшую ступень на этой лестнице природы занимал человек. По Аристотелю – человек – это «политическое животное», которое отличается от животного только наличием нравственности и на этой основе стремлением к «совместному жительству». Аристотелем дана первая в истории человечества классификация наук. Науки делятся на теоретические, практические и творческие. Задачей теоретических наук является нахождение истины и ничего более; цель практических наук – действие; творческих – создание чего-либо, что не существовало ранее и может приносить человеку либо пользу, либо наслаждение. Космология (учение о Вселенной) Аристотеля исходит из геоцентрических воззрений. Мироздание конечно. Представления Аристотеля противоположны принципам Демокрита. Согласно Аристотелю, четыре основных и противоположных качества (холод и тепло, влажность и сухость) попарно образуют элементы, из которых состоят все материальные вещи: земля, огонь, вода и воздух. Он не допускает существования пустоты: материя непрерывно распределена в пространстве.

После Аристотеля в эпоху эллинизма успехи в науках связаны с александрийской школой.

ЭЛЛИНИСТИЧЕСКО-РИМСКАЯ НАУКА

Возникновение эпохи эллинизма (4—1 в до н.э.) связано с именем Александра Македонского (правил 336—323 г. до н.э.). Македонское государство зарождалось в конце 4—5 веков до н.э. Территориально македонские племена располагались на севере Греции. До царя Филиппа II (359—336 г. до н.э.), отца Александра Македонского, Македония была рядовым государством. Он провел административную, военную (регулярная армия, македонская фаланга: в центре тяжелые пехотинцы, по краям тяжелая и легкая конница для их охраны – комбинированное построение) и денежную реформы (ввел тяжелый «филиппик» вместо более легкого золотого персидского «дарика»). Это усилило и экономическое положение страны, и центральную власть в ней. Преемник Филиппа II, Александр Македонский в результате крупнейших завоеваний создал громадную империю. Она простиралась от Балканского полуострова до Индии. После его смерти империя распалась на несколько государств. Во главе их стояли соратники Александра Македонского. В этих государствах было очень сильно греческое, эллинское влияние. Оно переплеталось с местными традициями, что привело к возникновению своеобразных культур. К эллинистическим государствам относились Египет Птолемеев; государство Селевкидов; Греко-бактрийское царство (отпало от государства Селевкидов, включало Иран, Среднюю Азию); Пергам (располагался на территории Малой Азии, современной Турции). Эпоха эллинизма закончилась в 30 г. до н.э., когда царство Птолемеев было завоевано Римом.

В эпоху эллинизма на первое место среди культурных столиц быстро выдвинулась Александрия. Другими крупными центрами были в то время Пергам, Антиохия, сохранялось и значение Афин. При первых правителях династии Птолемеев была основана знаменитая александрийская библиотека, а также учрежден Мусей – учреждение, при котором жили крупнейшие ученые и литераторы, получавшие государственное жалование, достаточное для того, чтобы они могли посвятить себя целиком научным занятиям. В Александрийской библиотеке в лучшие ее времена насчитывалось до 700 тыс. свитков.

Выдающийся александрийский географ Эратосфен (ок. 276—194 г. до н.э.) впервые вычислил длину земного меридиана. Его метод состоял в измерении длины тени, в один и тот же момент време-

ни отбрасываемой в двух точках земного шара, находящихся на одном меридиане – в Александрии и Асуане (Сиене). В Сиене 22 июня предметы не давали тени, когда Солнце было в зените. В Александрии предметы давали тень. Отклонение от высшей точки, измеренное с помощью специального прибора – скафиса, составило $7 \frac{12}{50}$, т.е. $\frac{1}{50}$ окружности. Зная расстояние между городами можно было вычислить длину меридиана. Полученная цифра отличалась от современных данных менее, чем на 1%.

Евклид (ок. 365 – ок. 300 г. до н. э.) систематизировал в «Началах» известные к тому времени математические сведения. Он изложил важнейшие положения планиметрии и стереометрии в строго продуманной логической (дедуктивной) системе. По легенде на вопрос царя Птолемея: нельзя ли попроще объяснить содержание геометрии тем, кто не силен в этой науке? – Евклид ответил: «В геометрии нет царской дороги!»

Архимед из Сиракуз на о. Сицилия (ок. 287—212 г. до н.э.), формально не принадлежавший к александрийской школе, заложил основы статики, гидростатики, механики. С его именем связана формулировка закона Архимеда, разработка теории рычага, введение представлений о наклонной плоскости и центре тяжести. Он развил геометрическую оптику. К геометрическим трудам Архимеда относятся «Квадратура параболы», «О шаре и цилиндре», «О спиральных». Он многого достиг в прикладной механике, создавая военные машины, и не только. Так, он сделал искусный планетарий, вызывавший восхищение его современников. В нем с помощью механических приспособлений Солнце, Луна и планеты вращались вокруг шарообразной Земли. Вообще развитие греческой механики стимулировалось двумя факторами: 1) театральной техникой, использовавшей подъемные сценические устройства и 2) военным делом, использовавшим метательную артиллерию и новые типы военных судов. Архимеду приписывается афоризм: «Дайте мне точку опоры, и я подниму земной шар». Убит римским солдатом при взятии Сиракуз римлянами, последние слова Архимеда.: «Не трогай моих чертежей».

Аристарх Самосский (310—230 г. до н.э.) высказал идею гелиоцентрической Вселенной, не получившей признания в древние века. Эта идея обосновывалась исключительно соображениями стереометрии. Изначальное предположение состояло в том, что Солнце может иметь иной размер, чем Луна. Земля, Луна и Солнце

– это три шара; их центры лежат в одной плоскости. Когда мы видим ровно половину лунного диска, освещенную Солнцем – луч нашего зрения образует прямой угол с осью, соединяющей центры Солнца и Луны. Чтобы узнать отношение сторон в этом огромном прямоугольном треугольнике, надо измерить в нем хоть один угол. Мы можем это сделать, наблюдая Солнце и Луну одновременно – на рассвете, или на закате. Выполнив эти наблюдения и расчеты, Аристарх сделал вывод: лунный диаметр втрое меньше земного, а диаметр Солнца в семь раз больше, чем диаметр Земли. Поскольку Солнце больше Земли, поэтому Земля вращается вокруг Солнца. Однако, модель Аристарха оказалась слишком груба для астрономических предсказаний.

Успехи в анатомии связаны с именами Герофила и Эрасистрата. В это время отказались от запрета вскрывать трупы. Более того, Эрасистрат делал живосечения на преступниках, поставлявшихся ему сирийским царем, у которого он служил придворным врачом.

2—1 века до н.э. отмечены упадком александрийской науки. В это время происходит усиление Рима. Старые научные центры утрачивают свое политическое и одновременно культурное значение. Вместе с концом меценатства в них замирает научная жизнь. Господство римлян на Средиземноморье надолго приостановило развитие науки. Практическому складу римского ума было чуждо стремление к теоретическому познанию.

С установлением римского господства в Средиземноморье научная деятельность развивается по пути систематизации и обобщения знаний, полученных в прошлом. Так, наследие греков в медицине изложено в трудах Авла Корнелия Цельса (1 в. до н.э. – 1 в. н.э.) и Клавдия Галена (130—200 г. н.э.). Клавдий Гален положил начало научному изучению кровообращения, хотя и неправильно считал, что кровь проходит из одного желудочка в другой через отверстие в перегородке между ними.

Римский философ и поэт Лукреций Кар (ок. 99—55 г. до н.э.) в своей знаменитой поэме «О природе вещей» впервые сформулировал идею развития природы как возникновение качественно новых состояний. Он пытался развить взгляды Эмпедокла о гибели неприспособленных организмов и сохранении организмов, способных обеспечить себя и потомство пищей и защитой от врагов.

Клавдий Птолемей (ок. 85 – ок. 160) математически описал геоцентрическую систему: в центре Вселенной находится непод-

вижная Земля, вокруг которой по эпициклам вращаются Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер, Сатурн. Согласно ей, каждая планета укреплена на некой сфере, которая катится по другой сфере, та – по третьей... и так далее, а центр последней сферы равномерно вращается вокруг Земли. Например, для Венеры и Меркурия хватает одного эпицикла: они обращаются вокруг Солнца, а вместе с ним вокруг Земли. Но для Марса, Юпитера и Сатурна требуется несколько промежуточных эпициклов: их центры не отмечены на небе какими-либо яркими точками. Эта система изложена в его основном труде «Великое математическое построение астрономии в 13 книгах», известном под арабизованным названием «Альмагест». Птолемея система мира, исходившая из представлений Аристотеля, просуществовала до середины 16 в.

Таким образом, древнегреческая наука дала первые описания закономерностей природы, общества и мышления. Они были во многом несовершенны, но сыграли выдающуюся роль в истории культуры. В практику мыслительной деятельности была введена система абстрактных понятий, относящихся к миру в целом. Поиск объективных, естественных законов мироздания и основы доказательного способа изложения материала превратились в устойчивую традицию, что составило важнейшую черту науки. В эту же эпоху от натурфилософии начинают обособляться отдельные области знания. Эллинистический период древнегреческой науки ознаменовался созданием первых теоретических систем в области геометрии (Евклид), механики (Архимед), астрономии (Птолемей).

Античная наука в значительной степени была натурфилософской, то есть характеризовалась чисто умозрительным истолкованием природного мира. Античная физическая картина мира во многом создана атомистикой и птолемеевой системой.

АРАБО-МУСУЛЬМАНСКАЯ СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА

Со второй половины 8 в. научное лидерство перемещается на Ближний Восток, в арабский халифат. В 8 в. на Аравийском полуострове возникает новая религия – ислам. Вскоре после этого начались арабские завоевания. Подчинив себе многие страны Ближнего Востока и Средней Азии, арабы овладели Египтом и Северной Африкой и, наконец, завоевали Испанию. Возникла огромная

Арабская империя (халифат) с центром в Дамаске, а затем в Багдаде. В начале завоевательных войн арабы не интересовались культурными и научными ценностями в покоренных странах. Но вскоре халифы, подражая древним властителям, завели себе роскошные дворы и стали покровительствовать наукам. При дворе багдадского халифа аль-Мамуна создавались библиотеки и школы, на арабский язык были переведены сочинения Аристотеля, Галена, Евклида, Птолемея и Гиппократы, произведения персидской и индийской литературы. Мусульманской теологии удалось овладеть философией и наукой только в 13—14 вв., после чего на науку укоренилось воззрение как на суету сует. То же самое еще раньше было сделано в Индии распространением буддизма.

С деятельностью арабов связана алхимия – изыскания по превращению простых металлов в драгоценные с помощью особого вещества – философского камня. (Алхимия возникла в Египте в 4 в.). К другим алхимическим проблемам относятся возвращение молодости и задача искусственного изготовления человека (гомункулюса). Обретение власти над веществом алхимия не связывала с познанием объективных законов природы. Однако, в процессе практических алхимических поисков был открыт ряд веществ, использованных впоследствии химией. Особое внимание уделялось получению и очистке металлов. Химические и алхимические сведения обобщены Джабир ибн-Гайяном (Гебером) (721—825). Он, в частности, описал нашатырный спирт, приготовление свинцовых белил, получение уксусной кислоты перегонкой уксуса. Пытался разработать теоретические основы трансмутация металлов. По его представлениям семь основных металлов (золото, серебро, медь, железо, свинец, олово, ртуть) образуются из смеси ртути и серы. Один металл превращается в другой под действием эликсира (философского камня). Труднее всего образуется золото. Разделил вещества на органические и неорганические.

В 8—15 вв. в арабских странах появились так называемые зиджи – справочники для астрономов и географов с описанием календарей, указанием исторических дат, тригонометрическими и астрономическими таблицами.

Мухамед бен Муса аль-Хорезми (787—ок. 850) ввел в арабский мир индийскую позиционную систему и цифровую символику с нулем, воспринятую впоследствии европейской математикой.

Употребил термин «ал-джебр» – «алгебра» для обозначения всей науки о решении уравнений.

ибн-Закария ар-Рази (864—925) – жил в Иране, был атомистом, алхимиком. Описывал химическую посуду, которой пользовались сначала арабские, а затем западноевропейские алхимики: колбы, стаканы, воронки, ступки, бани, фильтры, печи.

Абу Наср аль-Фараби (870—950) создал арабскую энциклопедию наук того времени, являлся последователем Аристотеля.

Абу-р-Рейхан аль-Бируни (973—ок. 1050), хорезмийский ученый-энциклопедист. Вычислил угол наклона эклиптики к экватору. Определил радиус Земли.

В 961 г. в Кордове учреждена высшая арабская школа с преподаванием философии, математики, астрономии с астрологией, медицины, алхимии. Подобные школы стали вскоре работать в Гранаде, Саламанке, Севилье, Толедо, Палермо.

Крупнейший среднеазиатский философ-естествоиспытатель и врач Абу-Али ибн-Сина (Авиценна, 980—1037) переработал предписания Галена и объединил их с медицинскими сведениями своего времени в «Каноне медицины» – сочинении энциклопедического характера. Другое его сочинение – «Канон исцеляющих средств». Авиценна выступал против попыток алхимиков превращать металлы в золото.

Омар Хайям (ок. 1040—1123) – математик, астроном, поэт, жил на территории Ирана, утверждал, что Вселенная бесконечна и существует вечно. Потерпев неудачу в прямом поиске корней произвольного кубического уравнения, Омар Хайям открыл несколько способов приближенного вычисления этих корней.

Абу аль-Валид Мухаммед Ибн Рушд, известный в Европе под именем Аверроэса (1126—1198), работал в Марокко, Севилье и Кордове. Выдвигал мысль, что бытие бога «совечно» материальному миру. Источник движения материи лежит в самой материи.

Улугбек (1394—1449), внук Тимура, правил в Самарканде в 1409—1449, построил грандиозную обсерваторию; был убит своими политическими противниками.

Достижения арабских ученых следует рассматривать как важное звено между античной и западноевропейской наукой.

ЕВРОПЕЙСКАЯ НАУКА РАННЕГО И РАЗВИТОГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ (V-XIV вв.)

В последние годы существования Римской империи господствующей религией было христианство. После крушения Римской империи в 5 в. вновь образовавшиеся варварские государства так же принимают христианство. В Средние Века в Европе жизнь общества определяется усиленным влиянием церкви, что приводит к длительному упадку христианской науки. Школа, просвещение перешли в руки церкви, догмы которой лежали в основе всех представлений о природе, мире, человеке. В эпоху раннего Средневековья безусловной реальностью для христианства является только Бог. Изучение его творения (природы) имеет смысл только для постижения могущества и мудрости Бога и не имеет прямой связи ни с познанием Бога, ни с главным делом человека – спасением души. Средневековый мыслитель искал не связи между явлениями, а их отношение к Богу.

Под влиянием религиозного мировоззрения значительно ослаб интерес к научной работе и погасло доверие к научным методам. В жизни средневековых государств не было еще выработанной и прочной системы образования. Научные истины не фиксировались в подрастающих поколениях, правящие классы не овладевали тем научным материалом, который был добыт в других условиях жизни – в небольшом, относительно, культурном мире древней Греции.

В 7—9 вв. в результате борьбы византийской церкви против «языческих» понятий были уничтожены многие древние рукописи. С другой стороны, одна из задач бенедиктинских монастырей (возникли в 6 в.) состояла в развитии науки, в частности в выращивании лекарственных растений и приготовлении лечебных средств. При дворе Карла Великого (8 в.) были основаны научное общество и светская школа, которой руководил Алкуин из Йорка («каролингское возрождение»).

С конца 9 в. так же происходят серьезные изменения в экономике западноевропейских государств. К этому времени повышается эффективность сельского хозяйства, возникают ремесла, развивается торговля, усиливается рост городов. В 9 в. европейцы пришли в соприкосновение с арабской цивилизацией. Отвоевав Сицилию, христиане заняли Испанию. К концу 11 в. крестоносцы начали завоевание Ближнего Востока. В процессе этих войн европейцы

общались с мусульманами и осознали превосходство мусульманской культуры в определенных моментах. Арабские научные тексты были переведены на латинский язык; наиболее плодовитым переводчиком являлся Жерар Кремонский (1114—1187), работавший с трудами Евклида, Архимеда, Птолемея, аль-Хорезми.

Благодаря переводам арабских алхимических сочинений на латинский язык на благоприятную почву попала идея трансмутации металлов. Алхимические занятия получили широкое распространение в Западной Европе. Алхимия была тесно связана с религиозными верованиями. Добываясь заветной цели, алхимики прибегали к молитвам, заклинаниям, колдовству, некромантии (манипуляции с трупами), вызывам бесов и другим подобным приемам. Они рассчитывали на удачу трансмутации, как на чудо, которое можно совершить с помощью бога и дьявола. Поиски философского камня сопровождалось стихийным экспериментированием. Это привело к открытию важных веществ и материалов. Так, использование перегонных аппаратов позволило получить в 11—12 вв. чистый спирт. Серную кислоту получали нагреванием железного купороса или серы с селитрой. Из серной кислоты и поваренной соли получали соляную кислоту, из смеси селитры и квасцов — азотную. В Европе в 14 в. фрайбургский монах Бертольд Шварц открыл секрет изготовления пороха. Совершенствовались техника и способы получения металлов, солей, лекарств, в практику вводились простейшие виды химической посуды и аппаратуры.

Большую роль в подъеме науки сыграли университеты. Слово «университет» происходит от первоначального названия школы *Universitas inafjislorum el sehol atium*, то есть совокупность руководителей и учеников. Преподаватели и студенты университетов образовывали особую корпорацию. В первой половине 11 в. в городе Салерно на базе первой светской медицинской школы, существовавшей там с 9 в., был основан университет — старейший в Европе. В 1119 г. был создан университет в Болонье, ставший впоследствии образцом при организации университетов в других европейских странах. Популярность этого университета настолько возросла, что уже к 1150 г. в нем обучалось 10 тыс. студентов из разных стран. В 1160 г. был основан Парижский университет, в 1167 г. — Оксфордский университет. Парижский университет не следует отождествлять с Сорбонной. Название «Сорбонна» связано с орга-

низацией в 1257 г. капелланом Людовики IX Робертом Сорбонном первого общежития, или коллегии, для студентов и школяров теологического (богословского) факультета. Затем университеты возникли в Кембридже (1209 г.), в Падуе (1222 г.) В 1224 г. был создан государственный университет Сицилийского королевства в Неаполе, в 1225 г. – в Саламанке. В 1348 г. Карл IV основал в Праге Карлов университет. В 1364 г. был организован университет в Кракове (Ягеллонский). В Вене университет возник в 1365 г. Язык преподавания и науки всюду был единый – латинский.

Обычно в университетах имелось три факультета – богословский (теологический), юридический (факультет права) и медицинский – старшие факультеты. К ним добавлялся четвертый, младший факультет, «артистический» (от *ars* – искусство), представлявший по сути дела среднюю школу, где изучали «семь свободных искусств». В средние века отделения высшего образования от среднего не было. Школяр (*scolarius*) обычно поступал в университет с 15—16 лет, после изучения латинского языка в начальной школе.

Возрождению описательного естествознания способствовали сочинения Альберта фон Больштедта, или Альберта Великого (1193—1280), одного из наиболее значительных алхимиков Средневековья, составившего подробные комментарии к трудам Аристотеля. В 13 в. закладываются элементы экспериментального метода в европейском естествознании. Характерен в этом отношении афоризм Роджера Бэкона (1214—1292): «Без собственного опыта не может быть никакого более глубокого познания». По мнению Р. Бэкона истинное знание невозможно без математики; ученый не должен безоговорочно доверять авторитетам.

Несмотря на то, что в 8—14 вв. интерес к познанию природы не угасал, научные знания этой эпохи ограничивались изучением отдельных явлений, без раскрытия объективных законов окружающего мира. Естествознание находилось в стадии своеобразной «преднауки».

НАУКА ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ (конец XIV- середина XVII вв.)

Период с 14 в. до начала 17 в. известен как Эпоха Возрождения. В это время происходит разложение феодализма и становление

раннего буржуазного общества. Глубокие перемены охватывают все области общественной жизни. Возникает культура гуманизма, заново прочитывается античное наследие, появляются ученые-новаторы.

До середины 15 в. основным материальным носителем информации служили рукописи. Материалом для них служили глина, береста. Использовался и пергамент – особым образом обработанная кожа телят и овец. Египет во второй половине II тыс. до н.э. ввел в употребление самый удобный материал для письма – папирус (материал из тростника). Александрийская библиотека представляла собой собрание рукописей на папирусе. На нем писали и финикийцы, и эллины, и другие средиземноморские народы. Даже копии писем святого Августина, датируемые 6—7 вв. нашего времени, написаны на папирусе. Лишь в 8 в. бумага, проникшая в Средиземноморье из Китая, стала вытеснять папирус. Способ получения бумаги из древесной коры, конопли, тряпья и подобных материалов открыл в 102 г. китайский ученый Цай Лунь (48—118). В Европе бумагу впервые стали делать в Испании около 1150 года, в Италии (1154 г.), Франции (1189 г.).

Артели переписчиков работали крайне медленно. Элементы книгопечатания появились в Китае в 8 в., где применяли клише – один кусок дерева размером в страницу. В 10 в. осуществляли набор страницы из отдельных знаков. Около 1390 г. в Корее изобретен подвижный металлический шрифт для книгопечатания.

К 1540 г. житель Майнца Иоганн Гуттенберг предлагает новый способ книгопечатания. Он изобрел формы металлических букв, причем каждое слово разбивалось на отдельные, независимые буквы. Эти буквы могли быть собраны в рамы. Во-первых, каждая буква легко могла быть заменена другой; во-вторых – эти рамы назывались особого рода составом – краской, и в-третьих они вставлялись в пресс, который отпечатывал краску на бумаге. Эти три части изобретения, несмотря на всю их простоту, были достигнуты многолетним упорным трудом, и совершенствовались они лишь в ближайшее к Гуттенбергу время. При этом первые типографщики воспользовались вековым опытом, достигнутым и передаваемым в традициях разных цехов и мастерских. Существенно, что Гуттенберг изобрел способ отливать идентичные литеры из металлического сплава в произвольном числе и из набора этих литер создавать печатные формы, позволяющие получить идентичные оттис-

ки. Этот гарт (типографский сплав), составленный из олова, свинца и сурьмы, продержался в типографском деле 500 лет и, в принципе, продолжает служить книгопечатанию и поныне. Первые печатные издания представляли необыкновенно близкую копию рукописных книг. В них не было оглавления и счета по страницам, а характер букв совершенно соответствует рукописи.

Изобретение Гуттенберга сыграло огромную роль в развитии просвещения: к 1500 г. в Европе насчитывалось 250 типографий, которые отпечатали более 50 000 различных сочинений. С открытием книгопечатания начинается быстрый и неуклонный рост человеческого сознания. Книгопечатание всюду чрезвычайно быстро фиксировало и распространяло идеи, знания, применение их к жизни. Книгопечатание явилось тем могучим орудием, которое охранило мысль личности и позволило в конце концов сломить старое мировоззрение.

С 15 в. начинается эпоха Великих географических открытий. Организатором первых морских экспедиций к островам центральной части Атлантического океан и берегам Африки был португальский принц Генрих (1394—1460), получивший в 19 в. прозвище «Мореплаватель». Он основал в Португалии обсерваторию и мореходную школу, способствовал развитию португальского кораблестроения. Экспедиции Генриха Мореплавателя положили начало португальской экспансии в Африку. Однако сам Генрих непосредственного участия в морских путешествиях не принимал.

В 1416 г. принц Генрих, вернувшись из первого удачного нападения португальцев на мавров в Северной Африке, послал первую каравеллу на юг вдоль Африки. Экспедиция, по-видимому, преследовала исключительно разведочные цели против мусульман, с которым боролась Португалия. Это была экспедиция Г. Белью, который вновь открыл и занял Канарские острова, превратившиеся в базу морских разведочных работ португальцев против мавров.

В 1419 г. Зарку и Ваш Тейшейра открывают Мадейру и Порту Сайту, в 1431 г. Велью Кабрал— Азорские острова. В 1434 г. Ж. Эаниш обогнул на корабле мыс Бохадор и разрушил легенду о невозможности плыть дальше из-за предполагаемого непереносимо жаркого климата. В 1445 г. Д. Диаш дошел до устья реки Сенегал, где кончалось мавританское население и появились чернокожие люди. Вместе с тем здесь открылся роскошный тропический мир с невиданным богатством и разнообразием животных и раститель-

ных форм. В 1469 г. Д. Гомиш вместе с Ноли открывают острова Зеленого Мыса. В 1471 г. Ж. ди Сантарен и П. ди Ишкубар впервые перешли экватор. В 1487 г. Бартоломеу Диаш (ок.1450-1500), спускаясь на юг, достиг мыса Доброй Надежды. Достижение южной оконечности Африки открыло возможность добраться морским путем до Индии и Китая.

Достижения португальцев явились стимулом для снаряжения испанским правительством экспедиции по поиску альтернативного пути в страны Востока. Укоренение представления о шарообразности Земли привело к идее о возможности достигнуть Восточной Азии, плывя на корабле все время на запад. Такую экспедицию в 1492 г. возглавил Христофор Колумб (1451-1506). 12 октября того же года его каравеллы достигли одного из Антильских островов. Во время первого путешествия кроме них был открыт ряд островов, в том числе Куба, принятая Колумбом за Чипанго (Японию). Материка он не коснулся.

Так как Колумб не достиг настоящей Индии и не дошел до Китая, в Португалии началось усиленное снаряжение экспедиции вокруг Африки по пути, указанному Диашем. В 1497 г. она была отправлена с небольшим флотом Васка да Гамы (1469—1524). В 1498 г. да Гама достиг гавани Каликут, а в 1499 г. вернулся в Португалию. В это время Колумб совершал свое третье путешествие и, не зная всего значения своего открытия, достиг континента Южной Америки. Колумб умер сам в полной уверенности, что открыл только новый путь в давно известную Индию. Прошло почти 30—40 лет после его смерти, когда мысль о существовании нового континента между Европой и Азией проникла в сознание современников. Одним из мореплавателей, впервые высказавшим эту идею, был Америго Веспуччи (1451—1512), предложившим называть эти страны «Новым Светом». Впоследствии за этой частью света закрепилось название страна Америго, или Америка.

Самым крупным фактом в великом движении 16 в. было путешествие Фернандо Магеллана (ок.1480—1521), совершившего в 1519—1521 гг. первое кругосветное плавание и окончательно неопровержимо доказавшего шаровую форму Земли и существование континента между Европой и Азией. Сам Магеллан погиб на Филиппинских островах в битве с туземцами. Из пяти кораблей берегов Испании достиг из них только один под командой одного из офицеров Магеллана Себастьяна Эль-Кано, который первый за-

кончил кругосветное плавание. Из 239 человек, отправившихся с Магелланом, вернулось всего 21. Эти цифры могут дать понятие о трудности и опасности той задачи, которая была разрешена Магелланом и приведена к успешному концу Эль-Кано. Но последствия ее в научном отношении были огромны. Она дала впервые точное представление об относительных размерах суши и моря. Начало выясняться значение гидросферы, занимающей три четверти земной поверхности, на которой еще вскоре после открытия Америки предполагали преобладание суши. После этого путешествия вся остальная работа географических исследований имела относительно небольшое значение для становления научного мировоззрения. Она дополняла только общую картину. Ее философское и мировое значение отпало. Деятельность в области великих открытий постепенно замирала, окончившись приблизительно в первой половине 17 в. Она вновь возобновилась во второй половине 18 столетия, когда были совершены новые великие кругосветные путешествия, и внимание привлекли Австралия и Полинезия, открытые еще в 16 столетии, но заброшенные с середины 17 в.

Одним из ведущих ученых-энциклопедистов эпохи Возрождения был Леонардо да Винчи (1452—1519). В его трудах использовались методы экспериментально-математического исследования природы. Деятельность да Винчи сочетала работы и изобретения по математике, механике, инженерному делу, анатомии и живописи. В качестве его технических разработок можно назвать принципиальные схемы парашюта и вертолета, а так же выдвигание идеи танка.

Другим крупным мыслителем этой эпохи был Джордано Бруно (1548—1600). В своем основном натурфилософском труде «О бесконечности Вселенной и мирах» он высказывает идею бесконечности Вселенной и идею существования множества обитаемых миров, подобных Земле. Его сожгли по приговору инквизиции. Ему приписывают фразу «Сжечь – не значит опровергнуть».

Рождение современного естествознания можно связать с 1543 г., когда была опубликована книга Николая Коперника (1473—1543) «Об обращении небесных сфер». Данный труд исключен из перечня запрещенных католической церковью книг только в 1835 г. В этом труде содержалось изложение гелиоцентрической системы мира. Новое миропонимание исходило из отсутствия принципиального отличия Земли от других планет. Это под-

рывало опирающуюся на идеи Аристотеля религиозную картину мира. Согласно представлениям Коперника за круговыми орбитами пяти известных в то время планет располагалась сфера неподвижных звезд. Звезды на этой сфере равно удалены от Солнца, их природа неясна. Вселенная по Копернику – это мир в скорлупе.

С появлением новой астрономии и экспериментального естествознания начала формироваться классическая естественнонаучная картина мира. Первой ее разновидностью была механистическая картина мира. Становление механистической картины мира связано с именами Г. Галилея, И. Кеплера, И. Ньютона.

Галилео Галилей (1564—1642) использовал для исследования природы экспериментальный метод. Подход Галилея к изучению природы принципиально отличался от ранее существовавшего натурфилософского способа. При натурфилософском способе для объяснения придумывались чисто умозрительные схемы, не связанные с опытом и наблюдением. Иногда при этом высказывались гениальные догадки, которые на многие столетия опережали результаты конкретных исследований (древнегреческая атомистика, гелиоцентрическая система Аристарха Самосского). Однако натурфилософские объяснения в конечном итоге являлись тормозом для развития науки. Согласно новому методу все гипотезы систематически проверялись опытом. Эксперимент можно рассматривать как вопрос, обращенный к природе. А чтобы получить определенный ответ надо правильно (корректно) сформулировать вопрос. Для этого следует так построить эксперимент, чтобы максимально изолироваться от воздействий посторонних факторов, которые мешают наблюдению и изучению явления в «чистом виде». Основной принцип классического экспериментального метода заключался в разделении объекта и окружения, в том числе и исследователя. Для количественной оценки результатов эксперимента, начиная с Галилея, стали широко использовать математику. Галилей сформулировал закон инерции движущегося тела (известный как 1-й закон Ньютона). Под инерцией понимается свойство тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, пока какая-либо сила не выведет его из этого состояния. Закон инерции выведен чисто теоретически, на основе мысленного эксперимента с идеализированными объектами, в частности с идеально гладкой поверхностью, движение по которой не сопровождается трением.

Галилей так же сформулировал механический принцип относительности движения (принцип независимости механических явлений, «принцип относительности Галилея»). Согласно этому принципу все системы отсчета, движущиеся равномерно и прямолинейно, равноценны в отношении законов механики. Такие системы отсчета называют инерциальными. Иными словами: предположим, что есть две системы, одна из которых движется равномерно и прямолинейно относительно другой. Тогда с помощью механических опытов невозможно обнаружить это движение. То есть, при движении в вагоне без окон равномерно и прямолинейно невозможно определить, едет вагон или стоит на месте. В таком движущемся вагоне тела падают вертикально с ускорением g .

Галилея называли «Колумбом неба». С помощью зрительных труб, примитивных телескопов он увидел горы и впадины на Луне; открыл 4 спутника Юпитера; перемещение солнечных пятен; фазы Венеры. Открыл закон колебания маятника, экспериментально обнаружил весомость воздуха. Его основное сочинение – «Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой» (1632) написано в виде бесед трех патрициев. Один из них (Сальвиати) высказывает мысли Галилея, другой (Симпличио) – его противник, третий (Сагредо) выполняет роль объективного судьи, но под действием убедительных доводов становится сторонником нового учения. В результате процесса, возбужденного по указанию римского папы, Галилея удалили в заточение в пригородную виллу Арчетри и лишили возможности видаться и беседовать с друзьями и учениками. Лишь в последние годы жизни контроль над ним со стороны церкви немного ослаб. Инквизиция заставила Галилея отречься от представлений о вращении Земли. «А все-таки она вертится!» – его крылатая фраза после отречения.

Иоганн Кеплер (1571—1630) открыл законы движения планет, смысл которых сводится к следующему: (1) все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце; (2) планеты по своей орбите движутся с неодинаковой скоростью – подходя ближе к Солнцу, планета движется быстрее, а отходя дальше от него – медленнее (иными словами, радиус вектор от Солнца к планете в равные времена описывает равные секториальные площади); (3) квадраты времен обращения планет относятся между собой как кубы больших полуосей эллипсов, описываемых планетами.

Для формулировки своих законов Кеплер воспользовался результатами многочисленных наблюдений другого астронома – датчанина Тихо Браге (1546—1601). Браге известен так же как автор «компромиссной» системы мира: в центре Земля, вокруг нее вращается Солнце, а вокруг Солнца другие планеты. Эта система не получила распространения и интересна только в историческом аспекте.

Законы Кеплера свидетельствовали об отсутствии принципиальных различий между движениями земных и небесных тел. И те, и другие подчиняются естественным законам.

В 1617—1622 гг. Кеплер пишет «Краткое изложение коперниканской астрономии» – первый учебник, посвященный новой системе мира.

В 1600 г. лейб-медик английской королевы Елизаветы Уильям Гилберт (1540—1603) опубликовал знаменитый трактат «О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле». В нем впервые дано правильное объяснение поведению магнитной стрелки в компасе. Ее концы притягиваются полюсами земного магнита.

В 1543 г. выходит книга Андреаса Везалия (1514—1564) «О строении человеческого тела», заложившая основы научной анатомии. Основываясь на собственном опыте анатомирования трупов, он обстоятельно описал форму и расположение органов человеческого тела. Книга была снабжена великолепными иллюстрациями. Уильям Гарвей (1578—1657) в книге «О движении сердца и крови» у животных (1628) на основании собственных опытов пришел к выводу, что сердце многократно перекачивает одно и то же количество крови по схеме: вены – сердце – артерии – вены... Так было открыто кровообращение, описаны его большой и малый круги.

В 16 в. большое практическое значение приобретают работы химиков-ремесленников. Большую известность имели работы Григория Агриколы (1494—1555). Его основной труд «О горном деле и металлургии» (1556) служил долгое время руководством по технике горного дела, металлургии и пробирному искусству. В 1597 году опубликован учебник «Алхимия» Андрея Либавия (1560—1616). В нем описаны такие хорошо отработанные к концу 16 в. операции, как растворение, перегонка, выпаривание, сублимация, осаждение, кристаллизация, кальцинация (обжиг), настаивание, применение водяной и песчаной бань. В 16 в. так же

происходит соединение химии и медицины, возникает ятрохимия. Цель ятрохимии заключалась в приготовлении лекарств. Основатель ятрохимии – швейцарец Парацельс (1493—1541). В ятрохимии кроме растительных препаратов применялись лекарства из минералов. От Парацельса идет первое, затем многократно повторявшееся наблюдение, что для горения необходим воздух, а металлы при обращении в окалины увеличивают свой вес.

В 1620 г. Фрэнсис Бэкон (1561—1626) в трактате «Новый органон» изложил индуктивный метод в науке, основанный на эксперименте (от частных случаев к общему выводу). «Наш путь и наш метод... состоит в следующем: мы извлекаем не практику из практики и опытов (как эмпирики), а причины и аксиомы из практики и опытов и из причин и аксиом – снова практику и опыты, как верные истолкователи природы». Научные истины проверяются, таким образом, опытом и практикой и, в свою очередь, выводятся из них. Рене Декарт (1596—1650) в книге «Рассуждения о методе» (1637) обосновал метод дедукции. Следует подчеркнуть, что и метод дедукции, и метод индукции зародились еще в Древней Греции, а Бэкон и Декарт развили их применительно к естествознанию. Декарт ввел в математику переменные величины, установил соответствие между геометрическими образами и алгебраическими уравнениями, положив этим начало аналитической геометрии. В своем сочинении «Начала философии» (1644) Декарт изложил программу создания теории природы. Всю безмерную ширину, длину и глубину Вселенной заполняет материальное пространство. Части материи находятся в непрерывном движении, взаимодействуя друг с другом при контакте. Взаимодействия материальных частиц подчиняется основным законам, аналогичным закону инерции и закону сохранения количества движения. По Декарту в мире нет пустоты, и всякое движение является циклическим, основанном на замещении одной части материи другой. В результате вся Вселенная пронизана вихревым движением материи. Движение во Вселенной вечно, так же как и сама материя. В физике Декарта нет места силам, тем более силам, действующим на расстоянии через пустоту. Все явления мира сводятся к движениям и взаимодействию соприкасающихся частиц. Такие взгляды получили название «картезианство», от латинского произношения имени Декарта – Картезий.

Таким образом, в современном её понимании наука начала складываться в новое время (с 16—17 вв.) под влиянием потребностей развивавшегося капиталистического производства. Помимо накопленных в прошлом традиций, этому содействовали два обстоятельства. Во-первых, в эпоху Возрождения было подорвано господство религиозного мышления, а противостоящая ему картина мира опиралась как раз на данные науки. Наука начала превращаться в самостоятельный фактор духовной жизни, в реальную базу мировоззрения (Леонардо да Винчи, Н. Коперник). Во-вторых, наряду с наблюдением наука нового времени берёт на вооружение эксперимент. Он становится в ней ведущим методом исследования и радикально расширяет сферу познаваемой реальности, тесно соединяя теоретические рассуждения с практическим «испытанием» природы. В результате резко усилилась познавательная мощь науки. Это глубокое преобразование науки в 16-17 вв. можно рассматривать как научную революцию (Г. Галилей, И. Кеплер, У. Гарвей, Р. Декарт, и несколько позднее Х. Гюйгенс и И. Ньютон).

ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУКИ НОВОГО ВРЕМЕНИ (вторая половина XVII в.)

С конца 16 в. в Европе складываются новые организационные и материальные возможности для развития естественных наук. Происходит профессионализация научного труда, возникают научные учреждения. Еще в конце 16 – начале 17 вв. в Италии возникает несколько ученых ассоциаций, называющих себя академиями, в частности флорентийская академия. Во второй половине 18 в. организуются Академии наук в Англии и Франции. Лондонское Королевское общество – Английская академия наук – возникло сначала как кружок ученых-любителей, «виртуозов», регулярно собиравшихся для обсуждения научных проблем. При этом две темы были под запретом – политика и религия. Кружок окончательно оформился в 1660 г. после лекции астронома Кристофера Рена. В 1662 г. английский король Карл II взял его под свое покровительство – возникло Королевское общество. Его задача заключалась в том, что бы «улучшать практическое и экспериментальное знание для роста науки и всеобщего блага человечества». Девизом общества служил афоризм «не с чьих-либо слов». В 1666 г. по

указанию Ж. Б. Кольбера основана Парижская естественно-научная академия. В 1665 году начали выходить первые научные журналы («Журнал ученых», Париж, 5 января; «Философские заметки», Лондон).

Применение методологических основ новой науки, разработанных Ф. Бэконом, Галилеем, Декартом, привело к достижению конкретных научных и практических результатов во второй половине 17 в. Блез Паскаль (1623—1662) установил основной закон классической гидростатики, согласно которому давление на поверхность жидкости, произведённое внешними силами, передаётся жидкостью одинаково во всех направлениях. Этот закон используется в гидравлическом прессе. Опыт, проведённый под руководством Паскаля (1648), подтвердил предположение Э. Торричелли о существовании атмосферного давления.

Голландским физиком Христианом Гюйгенсом (1629—1695) была выдвинута волновая теория света. Свет рассматривался в виде упругого импульса (волнообразного движения), распространяющегося в особой среде – эфире. Иными словами, свет распространяется в пространстве в виде сферических волн, которые, подобно звуковым колебаниям в воздухе производят продольное смещение частичек особой световой среды – эфира. Однако, малоубедительные доказательства прямолинейного распространения света, отказ от объяснения цветов света и дисперсии привели к тому, что волновая природа света не получила признания у физиков. Гюйгенс открыл спутники и кольцо Сатурна, полярные шапки на Марсе, полосы на Юпитере. Эти данные опубликованы в книге «Система Сатурна» (1659). В последней работе «Космотеорос» (1698), вышедшей после смерти ученого, он размышляет о возможности существования внеземных цивилизаций.

Одним из создателей науки нового времени, характеризующейся постановкой большого количества экспериментов и проведением коллективных исследований, был Роберт Бойль (1627—1691). В книге «Химик-скептик» (1661) он отстаивал идею о том, что химическое взаимодействие осуществляется между мельчайшими частицами – корпускулами. Вводится представление об элементах – практически неразложимых телах, состоящих из однородных корпускул. Бойль заключил, что корпускулы, из которых образованы тела, остаются неизменными при различных превращениях этих тел. Так, серебро, растворенное в азотной ки-

слоте, исчезает, но его корпускулы сохраняются без изменений в растворе, потому что из раствора можно снова получить исходный металл. Однако, в корпускулярной теории Бойля отсутствовало понятие атомного веса.

Роберт Гук (1635—1703) с помощью усовершенствованного им микроскопа наблюдал структуру растений и дал чёткий рисунок, впервые показавший клеточное строение пробки. Им был введён термин «клетка» («Микрография», 1665). Гук также описал строение клеток бузины, укропа, моркови и других растений. Однако, природа этих образований была не ясна.

Антони ван Левенгук (1632—1723) будучи торговцем мануфактурой и галантереей, использовал свой досуг для шлифования оптических стекол и достиг в этом большого совершенства. Изготовленные им линзы, которые он вставлял в металлические держатели с прикрепленной к ним иглой для насаживания объекта наблюдения, давали 150—300-кратное увеличение. При помощи таких «микроскопов» Левенгук впервые наблюдал и зарисовал сперматозоиды (1677), бактерии (1683), эритроциты, а также простейших, отдельные растительные и животные клетки, яйца и зародыши, мышечную ткань и многие другие части и органы более чем 200 видов растений и животных. Он так же описал способы движения и даже размножения у некоторых простейших.

Исаак Ньютон (1642—1727) достиг выдающихся успехов в трех областях – в механике, оптике и математике.

Он провел количественный анализ механического движения в целом. Его основной принцип заключался в том, чтобы вывести два или три общих закона движения. Свойства и действия всех телесных вещей выводились из этих законов. В его главном труде «Математические начала натуральной философии» (1687) в качестве исходных положений выдвигались три закона: закон инерции, закон пропорциональности силы ускорению и закон равенства действия и противодействия.

Первый из них, закон инерции, был открыт еще Галилеем. Он утверждает, что всякое тело сохраняет свое состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку приложенные силы не заставят его изменить это состояние. Второй закон гласит, что изменение количества движения (mv) пропорционально действующей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. Иными словами, ускорение

прямо пропорционально силе и обратно пропорционально массе, ($F = ma$, $F = m dv/dt$). Это основной закон динамики материальной точки. Третий закон Ньютона формулируется следующим образом: действие всегда вызывает равное и противоположное противодействие, иначе – действия двух тел друг на друга всегда равны и направлены в противоположные стороны, ($F_1 = -F_2$).

Данная система законов движения была дополнена законом всемирного тяготения, согласно которому все тела, независимо от их свойств и от свойств окружающей среды, испытывают взаимное притяжение, прямо пропорциональное их массам и обратно пропорциональное квадрату расстояния между ними ($F = m_1 m_2 / r^2$). Из этого закона Ньютон вывел установленные Кеплером законы движения планет. Закон всемирного тяготения завершил формирование гелиоцентрического представления о Солнечной системе. Кроме того, он дал научную основу для объяснения большого числа процессов, происходящих во Вселенной. Механика Ньютона стала основой единой механистической картины мира. Вся Вселенная от атомов до планет – это механическая система, состоящая из неизменных элементов. Их движение объясняется инерцией и тяготением.

Как пишет английский философ, основоположник критического рационализма Карл Поппер (К. Р. Popper. In: Objective knowledge. Oxford University Press, 1972, p. 211) «Разработанная Ньютоном теория – это первая в истории человечества действительно удачная научная теория, и она оказалась удивительно успешной. Эта теория представляет собой реальное знание, выходящее за рамки самых необузданных фантазий самых смелых умов. Эта теория не только точно истолковала движение друг относительно друга всех звезд, но также, и столь же точно, движение любых тел на Земле, например падающего на Землю яблока, летящего артиллерийского снаряда или маятниковых часов и даже объяснила причину приливов».

Ньютон всегда стремился трактовать свою концепцию как простое обобщение фактов, полученных в итоге опыта и наблюдения. Работа ученого с его точки зрения – это процесс индукции, то есть путь опытного изучения явлений, в ходе которого от отдельных фактов совершается переход к общим положениям. Ньютон отказывался от попыток объяснить причины явлений («гипотез не измышляю»), то есть в области методологии науки он был сторонни-

ком эмпиризма, согласно которому все знание обосновывается в опыте и посредством опыта (противоположность – рационализм).

Ньютон, на всем протяжении своих оптических исследований, начиная с первых работ и кончая «Оптикой» (1704), постоянно обсуждал две концепции света – волновую и корпускулярную. Первая представлялась ему несостоятельной, и он предложил рассматривать свет в виде потока частиц (корпускул). Они испускаются источником света и распространяются в однородной среде прямолинейно. Корпускулярная теория света не смогла объяснить ряд физических явлений, в частности дифракцию (отклонение света от прямолинейного распространения, когда свет, огибая препятствия, заходит в область геометрической тени) и интерференции (взаимного усиления или ослабления волн при их наложении друг на друга).

В математике Ньютон разделяет с Готфридом Вильгельмом Лейбницем (1646—1716) славу создателя дифференциального и интегрального исчисления.

В 1682 г. Эдмунд Галлей (1656—1742) открыл первую периодическую комету, получившую впоследствии его имя (комета Галлея) и рассчитал её эллиптическую. Галлей, составивший первый каталог элементов орбит комет, появлявшихся в 1337—1698 гг., обратил внимание на совпадение путей комет 1531, 1607 и 1682 гг. и предположил, что это – прохождения одной и той же кометы, обращающейся около Солнца с периодом 75—76 лет. В 1705 г. Галлей предсказал возвращение кометы на 1758 г. К 1758 г. французский учёный А. Клеро разработал метод учёта возмущений движения кометы притяжением планет Юпитера и Сатурна и уточнил дату прохождения кометы через перигелий. Оно произошло 12 марта 1759 г. – в пределах вероятного срока, указанного Клеро; это явилось блестящим подтверждением механики И. Ньютона.

Успехи механики, систематизированной и завершённой в своих основаниях к концу 17 в., сыграли решающую роль в формировании механистической картины мира, которая вскоре приобрела универсальное мировоззренческое значение.

Характерные особенности механистической картины мира состоят в следующем.

Во-первых, время считается обратимым, то есть, зная параметры объекта в настоящем можно определить его параметры в прошлом.

Во-вторых, все последующие состояния объекта точно и однозначно определяются его предыдущим состоянием, то есть механические процессы подчиняются принципу строгого детерминизма. Таким образом, случайность целиком исключается из природы. Сам окружающий нас мир при механистической картине превращается в грандиозную машину, типа часового механизма. Такую точку зрения наиболее ясно и образно выразил Пьер Симон Лаплас (1749—1827). «...Ум, которому были бы известны для какого-либо данного момента все силы, одушевляющие природу, если бы вдобавок он оказался достаточно обширным, чтобы подчинить все данные анализу, обнял бы в одной формуле движения величайших тел Вселенной наравне с движениями легчайших атомов; не осталось бы ничего, что было бы для него недостоверно, и будущее, так же как прошедшее предстало бы перед его взором».

В-третьих, пространство и время не связаны с движением тел, они имеют абсолютный характер. По Ньютону: «Абсолютное пространство остается в силу своей природы и безотносительно к какому-либо внешнему предмету всегда одинаковым и неподвижным». «Абсолютное, истинное и математическое время течет само по себе и в силу своей природы равномерно и безотносительно к какому-либо внешнему предмету». В ньютоновской механике пространство оказывается простымместищем движущихся в нем тел, которые не оказывают на него никакого влияния. Пространство, которое выражает порядок расположения одновременно существующих объектов, отождествляется с пустотой. Время, выражающее последовательность существования сменяющих друг друга явлений, протекает равномерно и самостоятельно без участия материальных тел.

В-четвертых, более высокие формы движения материи сводятся к законам простейшей его формы – механическому движению.

В-пятых, действие сил тяготения объясняется как действие сил на расстоянии без переносящей это воздействие промежуточной материальной среды (принцип дальнего действия). Эти особенности предопределили ограниченность механистической картины мира, которая преодолевалась в ходе последующего развития естествознания.

В рамках механистической картины мира осуществлялось познание не только физических и химических, но также и биологических явлений – в том числе и объяснение человека как целостного организма. Так, Жюльен Офре де Ламетри (1709—1751) считал возможным рассматривать по аналогии с механизмами, помимо различных живых организмов, и человека. Одна из его работ так и называлась – «Человек-машина». Идеалы механистического естествознания становятся основанием теории познания и учения о методах науки, которые как раз в этот период получают быстрое развитие. Возникают философские учения о человеческой природе, обществе и государстве, выступающие в 17—18 вв. как разделы общего учения о едином мировом механизме.

НАУКА ЭПОХИ ПРОСВЕЩЕНИЯ (XVIII в.)

В 18 в. исторический процесс перехода от феодализма к капитализму развивается с нарастающей силой. В первой половине столетия во Франции шла напряженная борьба «третьего сословия» против дворянства и духовенства. Идеологи третьего сословия – французские просветители и материалисты – осуществили идеологическую подготовку революции. Особую роль в деятельности французских просветителей и философов играла наука. Законы науки, рационализм, составляли основу их теоретических концепций. В 1751—1780 гг. издана знаменитая «Энциклопедия, или Толковый словарь наук искусств и ремесел» под редакцией Дидро и Даламбера. Сотрудниками «Энциклопедии» были Ф. Вольтер, Ш. Монтескье, Г. Мабли, К. Гельвеций, П. Гольбах, Ж. Бюффон. «Энциклопедия» стала могучим средством распространения науки. Влияние французских просветителей вышло далеко за пределы Франции. Высокая оценка роли разума и науки, характерная для французских просветителей, привела к тому, что 18 в. вошел в историю науки и культуры под названием «века разума». Однако, в том же 18 в. возникает идеалистическая реакция на успехи науки, выразившаяся в субъективном идеализме Джорджа Беркли (1684—1753), скептицизме Дэвида Юма (1711—1776), учении о непознаваемых «вещах в себе» Иммануила Канта (1724—1804).

В 18 в. происходит экономическая промышленная революция. Процесс капиталистической индустриализации начался в Англии. Этому способствовали изобретение первой прядильной маши-

ны Джоном Уайеттом (1700—1766) и ее практическое использование предпринимателем Ричардом Аркрайтом (1732—1792), построившим в 1771 г. первую прядильную фабрику, оборудованную запатентованными им машинами. Джеймс Уатт (1736—1819) изобретает универсальный паровой (а не паро-атмосферный) двигатель с отделением конденсатора от рабочего цилиндра и непрерывным действием. Появляются первые пароходы (1807, Роберт Фултон) и паровозы.

В России ученым энциклопедического масштаба в 18 в. был Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765). Он первый русский профессор химии (1745), создатель первой русской химической лаборатории (1748), автор первого в мире курса физической химии. В области физики Ломоносов оставил ряд важных работ по кинетической теории газов и теории теплоты, по оптике, электричеству, гравитации и физике атмосферы. Он занимался астрономией, географией, металлургией, историей, языкознанием, писал стихи, создавал мозаичные картины, организовал фабрику по производству цветных стекол. К этому надо добавить энергичную общественную и организаторскую деятельность Ломоносова. Он активный член академической канцелярии, издатель академических журналов, организатор университета, руководитель ряда отделов академии. А. С. Пушкин назвал Ломоносова «первым русским университетом», подчеркнув его роль как ученого и просветителя. Однако, законченных и опубликованных трудов по физике и химии у Ломоносова немного, большая часть осталась в виде заметок, фрагментов, неоконченных сочинений и набросков.

Ломоносов считал, что в основе химических явлений, лежит движение частиц — «корпускул». В своей незаконченной диссертации «Элементы математической химии» сформулировал основную идею «корпускулярной теории», в которой, в частности указал, что «корпускула» представляет собой «собрание элементов» (то есть атомов). Ломоносов полагал, что всем свойствам вещества можно дать исчерпывающее объяснение с помощью представления о различных чисто механических движениях корпускул, в свою очередь состоящих из атомов. Однако атомистика в целом выступала у него в качестве натурфилософского учения.

Он первым заговорил о физической химии как науке, объясняющей химические явления на основе законов физики и использующей физический эксперимент в исследовании этих явлений.

Как физик-теоретик, он категорически выступил против концепции теплорода, как причины, определяющей температуру тела. Он пришёл к предположению, что теплота обусловлена вращательными движениями частиц вещества. В физике концепция теплорода господствовала целое столетие после опубликования классической работы Ломоносова «Размышления о причине теплоты и холода» (1750).

В научной системе Ломоносова важное место занимает «всеобщий закон» сохранения. Впервые он формул его в письме к Леонарду Эйлеру 5 июля 1748 г. Здесь он пишет: «... все встречающиеся в природе изменения происходят так, что если к чему нечто прибавилось, то это отнимается у чего-то другого. Так, сколько материи прибавляется к какому-либо телу, столько ко же теряется у другого... Так как это всеобщий закон природы, то он распространяется и на правила движения: тело, которое своим толчком побуждает другое к движению, столь теряет от своего движения, сколько сообщает движения другому, им двинутому». Печатная публикация закона последовала в 1760 г., в диссертации «Рассуждение о твердости и жидкости тел». Ломоносов сделал важный шаг, введя для количественной характеристики химических реакций весы. Таким образом, в истории закона сохранения энергии и массы Ломоносову по праву принадлежит первое место.

Ломоносов был пионером во многих областях науки. Он открыл атмосферу Венеры и нарисовал яркую картину огненных валов и вихрей на Солнце. Он высказал правильную догадку о вертикальных течениях в атмосфере, правильно указал на электрическую природу северных сияний и оценил их высоту. Он пытался разработать эфирную теорию электрических явлений и думал о связи электричества и света, которую хотел обнаружить экспериментально. В эпоху господства корпускулярной теории света он открыто поддержал волновую теорию «Гугения» (Гюйгенса) и разработал оригинальную теорию цветов. В работе «О слоях земных» (1763) он последовательно проводил идею о закономерной эволюции природы и фактически применял метод, впоследствии получивший в геологии название актуализма (см. Ч. Лайелль). Это был яркий и независимый ум, взгляды которого во многом опередили эпоху.

В 18 в. высказываются космогонические (*космогония* – область науки, в которой изучается происхождение и развитие космиче-

ских тел и их систем) идеи, положенные в основу так называемой небулярной (от лат. туман) гипотезы Канта (1754) – Лапласа (1796) о возникновении Солнечной системы. Смысл её сводится к тому, что Солнечная система образовалась из вращающейся раскаленной газовой туманности. Вращаясь, туманность отслаивала одно кольцо за другим. На месте ее центрального сгущения образовалось Солнце. Планеты возникли из рассеянной материи на периферии в силу притяжения частиц. Возникновение планет объясняется законами тяготения и центробежной силой. В настоящее время эта гипотеза считается несостоятельной. Так, данные геологии убедительно свидетельствуют о том, что наша планета никогда не пребывала в огненно-жидком, расплавленном состоянии. Кроме того, не удалось объяснить, почему современное Солнце вращается очень медленно, хотя ранее, во время своего сжатия, оно вращалось столь быстро, что происходило отделение вещества под действием центробежной силы.

В 1781 г. Уильям Гершель (1738—1822), пользуясь сконструированными им астрономическими инструментами, открывает в Солнечной системе новое небесное тело – планету Уран.

Благодаря работам Леонарда Эйлера (1707—1783) и Жозефа Луи Лагранжа (1736—1813) в механике начинают широко использоваться методы дифференциального и интегрального исчисления.

В 1736 г. Парижская академия наук организовала экспедицию в Перу для измерения дуги меридиана в экваториальной зоне, а в 1736 г. послала экспедицию в Лапландию, для решения спора между картезианской и ньютоновской моделью мира. Центром ньютоновства был Лондон, а картезианства – Париж. Разницу в их воззрениях четко сформулировал Вольтер в «Философских письмах» (1731): «Когда француз приезжает в Лондон, то находит здесь большую разницу как в философии, так и во всем другом. В Париже, из которого он приехал, думают, что мир наполнен материей, здесь же ему говорят, что он совершенно пуст; в Париже вы видите, что вся вселенная состоит из вихрей тонкой материи, в Лондоне же вы не видите ничего подобного; во Франции давление Луны производит приливы и отливы моря, в Англии же говорят, что это само море тяготеет к Луне, так что когда парижане получают от Луны прилив, то лондонские джентльмены думают, что они должны иметь отлив... У вас картезианцы говорят, что все совер-

шается вследствие давления, и этого мы не понимаем; здесь же ньютонианцы говорят, что все совершается вследствие притяжения, которое мы не лучше понимаем. В Париже вы воображаете, что Земля у полюсов несколько удлинена, как яйцо, тогда как в Лондоне представляют ее сплюснутой, как дыня». Экспедиции подтвердили правоту теории Ньютона. В 1733 г. Шарль Франсуа Дюфе (1698—1739) открыл существование двух видов электричества, так называемого «стеклянного» (электризация происходило при натирании стекла кожей, положительные заряды) и «смоляного» (электризация при натирании эбонита шерстью, отрицательные заряды). Особенность этих двух родов электричества состояла в том, что однородное с ним отталкивалось, а противоположное притягивалось. Для получения электрических разрядов большой силы строились громадные стеклянные машины, производящие электризацию трением. В 1745—1746 гг. была изобретена так называемая лейденская банка, что оживило исследования по электричеству. Лейденская банка – это конденсатор; представляющий собой стеклянный цилиндра. Снаружи и внутри до $2/3$ высоты стенки банки, и ее дно оклеены листовым оловом; банка прикрыта деревянной крышечкой, через которую проходит проволока с металлическим шариком наверху, соединенная с цепочкой, прикасающейся с дном и стенками. Заряжали банку, прикасаясь шариком к кондуктору машины и соединяя внешнюю обкладку банки с землей; разряд получается соединением внешней оболочки с внутренней.

Бенджамен Франклин (1706—1790) создал феноменологическую электрическую теорию. Он пользовался представлением об особой электрической субстанции, электрической материи. До процесса электризации тела обладают равным ее количеством. «Положительное» и «отрицательное» электричество (термины введены Франклином) объясняется избытком или недостатком в теле одной электрической материи. В теории Франклина электричество нельзя создать или уничтожить, а можно только перераспределить. Он так же доказал электрическое происхождение молнии и подарил миру громоотвод (молниеотвод). Шарль Огюстен Кулон (1736—1806) открывает точный закон электрических взаимодействий и находит закон взаимодействия магнитных полюсов. Он устанавливает метод измерения количества электричества и количества магнетизма (магнитных масс). После Кулона стало воз-

возможным построение математической теории электрических и магнитных явлений. Алессандро Вольта (1745—1827) в 1800 г. на основании цепей, состоящих из различных металлов, изобретает вольтов столб – первый генератор электрического тока.

В 18 в. внимание ученых привлекла проблема горения. Врач прусского короля Георг Эрнест Шталь (1660—1734) на основании воззрений Иоганна Иоахима Бехера (1635—1682) создал теорию флогистона: все горючие вещества богаты особым горючим веществом флогистоном. Продукты горения не содержат флогистона и не могут гореть. Металлы также содержат флогистон, и, теряя его, превращаются в ржавчину, окалину. Если к окалине добавить флогистон (в виде угля) металлы возрождаются. Поскольку вес ржавчины больше веса проржавевшего металла, флогистон обладает отрицательной массой. Наиболее полно Шталь изложил учение о флогистоне в 1737 г. в книге «Химические и физические опыты, наблюдения и размышления». «Гипотеза Сталя, — писал Д. И. Менделеев в «Основах химии», — отличается большой простотой, она в середине XVIII века нашла себе многих сторонников». Ее принимал и М. В. Ломоносов в сочинениях «О металлическом блеске» (1745) и «О рождении и природе селитры» (1749). В 18 в. интенсивно развивается пневматическая (газовая) химия. Джозеф Блэк (1728—1799) в работе 1756 г. сообщает о получении при прокаливании магнезии газа, который отличается от обыкновенного воздуха тем, что он тяжелее атмосферного и не поддерживает ни горения, ни дыхания. Это был углекислый газ. По этому поводу В. И. Вернадский писал: «Открытие свойств и характера угольной кислоты... Дж. Блэком в середине 18 века получило совершенно исключительное значение в развитии нашего мировоззрения: на ней впервые было выяснено понятие о газах. Изучение её свойств и её соединений послужило началом крушения теории флогистона и развития современной теории горения, наконец, исследование этого тела явилось исходным пунктом научной аналогии между животными и растительными организмами» («Вопросы философии и психологии, 1902, с.1416). Следующий крупный шаг в газовой химии сделал Джозеф Пристли (1733—1804). До него были известны только два газа – «связанный воздух» Дж. Блэка, то есть углекислый газ, и «воспламеняемый воздух», то есть водород, открытый Генри Кавендишем (1731—1810). Пристли открыл 9 новых газов, в том числе кислород в 1774 г. при нагревании окси-

да ртути. Однако он неверно посчитал, что кислород, это воздух, от которого оксид ртути отнял флогистон, превратившись в металл.

Антуан-Лоран Лавуазье (1743—1794) опроверг теорию флогистона. Он создал теорию получения металлов из руд. В руде металл соединен с газом. При нагревании руды с углем газ связывается с углем, и образуется металл. Таким образом, он увидел в явлениях горения и окисления не разложение веществ (с выделением флогистона), а соединение различных веществ с кислородом. Стали понятны причины изменения веса в этом процессе. Сформулировал закон сохранения массы: масса исходных веществ равна массе продуктов реакции. Показал, что в состав воздуха входят кислород и азот. Провел количественный анализ состава воды. В 1789 г. опубликовал «Начальный курс химии», где рассматривал образование и разложение газов, горение простых тел и получение кислот; соединение кислот с основаниями и получение средних солей; приводил описание химических приборов и практических приемов. В руководстве приведен первый список простых веществ. Работы Лавуазье и его последователей заложили основы научной химии. Лавуазье казнили в годы Великой Французской революции.

Еще во второй половине 17 в. английский ботаник Джон Рэй (1623—1705) дал классификацию, в которой имелось понятие вида. Это был очень важный шаг. Вид стал общей для всех организмов единицей систематизации. Под видом Рэй понимал наиболее мелкую совокупность организмов, которые сходны морфологически; совместно размножаются; дают подобное себе потомство.

Окончательное становление систематики происходит после выхода в свет работ шведского ботаника Карла Линнея (1707—1778) «Система природы» и «Философия ботаники». Он подразделил животных и растения на 5 соподчиненных групп: классы, отряды, роды, виды и разновидности. Узаконил бинарную систему видовых названий. (Название любого вида состоит из существительного, обозначающего род, и прилагательного, обозначающего вид; например, *Parus major* – Синица большая). В систематике Линнея растения делились на 24 класса на основании строения их генеративных органов Животные подразделялись на 6 классов на основании особенностей кровеносной и дыхательной систем. Система Линнея была искусственной, то есть она была построена для удобства классификации, а не по принципу родства организмов. Критерии для классификации в искусственной системе

произвольные и немногочисленные. По своим взглядам Линней был креационистом. Сущность креационизма состоит в том, что все виды животных и растений были созданы творцом и с тех пор остаются постоянными. Целесообразность строения организмов (органическая целесообразность) абсолютна, изначально создана творцом. Линней придерживался типологической концепции вида. Её существенные характеристики заключаются в том, что виды реальны, дискретны и устойчивы. Для установления видовой принадлежности используют морфологические признаки.

В 18 в. во Франции возникает новое направление в биологии – трансформизм. Трансформизм, в отличие от креационизма, утверждает, что виды животных и растений могут меняться (трансформироваться) в новых условиях внешней среды. Приспособленность к среде – результат исторического развития вида. Трансформизм не рассматривает эволюцию как всеобщее явление природы. Одним из наиболее ярких представителей трансформизма был Жорж Луи Бюффон (1707—1788). Он пытался выяснить причины исторической изменчивости домашних животных. В одной из глав 36-томной «Естественной истории» в качестве причин, вызывающих изменения животных, называются климат; пища; гнет одомашнивания. Бюффон оценил возраст Земли в 70 000 лет, отойдя от христианской догмы и дав время для протекания эволюции органического мира. Считал, что осел – это выродившаяся лошадь, а обезьяна – выродившийся человек. Бюффон «в своих трансформистских высказываниях шел не только впереди времени, но и впереди фактов» (Н. Н. Воронцов). В конце 18 в. сельский врач Эдвард Дженнер (1749-1823) совершил переворот в методике предупреждения оспы, по существу применив впервые вакцинацию. Он заметил, что люди, переболевшие коровой оспой, впоследствии никогда не заболели натуральной оспой. Основываясь на этих наблюдениях, Дженнер 14 мая 1796 г. привил коровой оспой 8-летнего Джеймса Фипса, затем заразил натуральной, и после этого мальчик остался здоров.

ТРИУМФ КЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ (XIX в.)

В начале 19 в. возникает реакция на механицизм как всеобщий принцип научного мышления. Она выражалась в двух формах: углубление материализма и устранения ограниченности механицизма

ма; в форме идеалистического истолкования трудностей на пути познания окружающего мира. В рамках второго направления происходит решительный поворот философской мысли в сторону от мировоззрения французских материалистов и опытного естествознания. Во главе этого движения выступали представители немецкой классической философии (И. Фихте, Ф. Шеллинг, Г. Гегель). С этого момента философия и естествознание идут разными путями. В 19 в. получает распространение исторический подход к рассмотрению природы, человека и общества, не характерный для рационализма 17 в. и философии Просвещения 18 в.. Промышленный переворот в Англии в 18 в. значительно содействовал научному подъему, а естественнонаучное мышление 19 в. в значительной степени определялось результатами Великой Французской буржуазной революции 1789 г. Во второй половине 19 в. была создана основа для крупных теоретических обобщений.

Выдающиеся успехи были достигнуты в математике. Огюстен Луи Коши (1789-1857) заложил основы математического анализа, основанного на систематическом использовании понятия предела. Он дал определение понятия непрерывности функции, чёткое построение теории сходящихся рядов, определение интеграла как предела сумм, дал выражение аналитической функции в виде интеграла, разложение функции в степенной ряд. В области теории дифференциальных уравнений Коши принадлежат основные теоремы существования решений и метод интегрирования уравнений с частными производными 1-го порядка. Его работы послужили образцом для большинства курсов математического анализа позднейшего времени. Большое значение работы по обоснованию математического анализа имели работы Нильса Хенрика Абеля (1802 – 1829). Он доказал (1824, 1826), что алгебраические уравнения степени выше 4-й в общем случае неразрешимы в радикалах, указал также частные типы уравнений, разрешимых в радикалах; связанные с ними группы называются абелевыми группами. Работы Абеля оказали большое влияние на развитие всей математики. Они привели к появлению ряда новых математических дисциплин: теории Галуа, теории алгебраических функций и содействовали всеобщему признанию теории функций комплексного переменного. Исключительно сильное влияние на развитие алгебры оказали исследования Эвариста Галуа (1811—1832). Основной заслугой Галуа является формулировка комплекса идей о разрешимости в

радикалах алгебраических уравнений. Построенная в результате этого Галуа теория сводит вопросы, касающиеся полей, к вопросам теории групп, возникшей именно отсюда.

В 19 в. создаются неевклидовы геометрии, в буквальном понимании – все геометрические системы, отличные от геометрии Евклида. Среди них особое значение имеют геометрия Николая Ивановича Лобачевского (1792—1856) и геометрия Георга Фридриха Бернхарда Римана (1826—1866). Согласно аксиоме о параллельных евклидовой геометрии, через точку, не лежащую на данной прямой a , проходит только одна прямая, которая лежит в одной плоскости с прямой и не пересекает эту прямую. В геометрии Лобачевского (1826) принимается, что таких прямых несколько, а затем доказывается, что их бесконечно много. В геометрии Римана принимается аксиома: каждая прямая, лежащая в одной плоскости с данной прямой, пересекает эту прямую. Как следствие, в геометрии Лобачевского сумма внутренних углов любого треугольника меньше двух прямых; в геометрии Римана эта сумма больше двух прямых (в евклидовой геометрии она равна двум прямым). Неевклидовы геометрии получили, в частности существенные приложения в *теории относительности* (см.). К идеям, аналогичным идеям Лобачевского, независимо пришел и Янош Больяй (1802—1860).

Карл Фридрих Гаусс (1777—1855) – выполняя поручение о проведении геодезической съёмки и составлении детальной карты Ганноверского королевства, в результате теоретической разработки проблемы создал основы высшей геодезии («Исследования о предметах высшей геодезии», 1842—1847). Изучение формы земной поверхности потребовало углублённого общего геометрического метода для исследования поверхностей. Гаусс предложил рассматривать те свойства поверхности (так называемые внутренние), которые не зависят от изгибаний поверхности, не изменяющих длин линий на ней. Созданная таким образом внутренняя геометрия поверхностей послужила образцом для создания n -мерной римановой геометрии.

В первой половине 19 в. получает развитие волновая оптика. Достижения ньютоновской механики способствовали и победе корпускулярной теории света, так что к концу 18 в. представления Гюйгенса были забыты. Первый шаг по возрождению волновых взглядов на природу оптических явлений сделал Томас Юнг

(1773—1829). В 1800 г. он сформулировал принцип суперпозиции волн и объяснил, таким образом, интерференцию света. Сущность волновой теории света Юнг кратко сформулировал в лекции «Теория света и цвета», опубликованной в 1801 г.: «Излучаемый свет состоит из волнообразных движений светоносного эфира». Огюстен Жак Френель (1788—1827) переоткрыл интерференционные эффекты, ранее описанные Томасом Юнгом. В 1817 г. он победил в конкурсе Парижской академии на лучшую работу о дифракции. При объяснении явления поляризации света Френель воспользовался смелой идеей о поперечности световых волн. С помощью волновых представлений, так называемых зон Френеля, ему удалось закон прямолинейного распространения света. После работ Френеля волновая теория восторжествовала.

В 19 в. была показана глубокая взаимосвязь электрических и магнитных явлений. Электричество – это совокупность явлений, обусловленных взаимодействием и движением зараженных частиц. Магнетизм – это совокупность магнитных явлений.

Ханс Кристиан Эрстед (1777—1851) в 1820 г. открыл магнитное действие электрического тока, то есть обнаружил магнитное поле тока. Он помещал магнитную стрелку вблизи проводника с током. При этом она отклонялась от меридианального положения. Андре Мари Ампер (1775—1836) разработал представление о магните как о совокупности электрических токов, расположенных в плоскостях, перпендикулярных к линии, соединяющей полюсы магнита. Отсюда он пришел к выводу, что спираль, обтекаемая током (соленоид) будет эквивалентна магниту. Это привело Ампера к мысли об отсутствии магнитных агентов в природе и о возможности свести все явления магнетизма к электродинамическим взаимодействиям.

Задачу, заключающуюся в превращении магнетизма в электричество, решил Майкл Фарадей (1791—1867). Он показал, что временное изменение магнитного поля создает электрический ток; была открыта электромагнитная индукция (1831). Он вращал замкнутый контур в магнитном поле. Независимо от Фарадея электромагнитную индукцию открыл Джозеф Генри (1799 – 1878), однако его публикация об этом открытии запоздала. После открытия электромагнитной индукции Фарадей пришел к идее электромагнитных волн. Вводится понятие поля, как материального носителя взаимодействия между зарядами в отсутствии веще-

ства. Так, в частности, если есть два заряда А и В, то на заряд А действует не сам заряд В, а созданное им поле. Величина поля убывает по мере удаления от заряда. Или несколько иначе: электромагнитное поле – особый вид материи. Оно сплошь непрерывно, заряды в нем являются точечными силовыми центрами.

Джеймс Кларк Максвелл (1831—1879) в 60-х годах создал математическую теорию электромагнитных явлений, найдя систему дифференциальных уравнений, описывающих электромагнитное поле (термин введен Максвеллом). Из этих уравнений следовало, что свет представляет собой электромагнитную волну. Помимо исследований по электромагнетизму он выполнил первоклассные работы по динамике, астрофизике, проблеме цветового зрения, кинетической теории газов, термодинамике. С 1865 г. работал над «Трактатом по электричеству и магнетизму», своеобразном учебнике-монографии, в котором дидактический подход сочетался с изложением оригинальных мыслей ученого. В 1871 г. становится первым профессором экспериментальной физики в Кембридже. Вводит обязательный демонстрационный эксперимент и лабораторный практикум для студентов, что явилось новшеством в преподавании физики. Именно под его руководством были разработаны планы создания Кавендишской лаборатории, ставшей впоследствии крупным центром физической науки. В Европе, а затем и в Америке, физические лаборатории стали создаваться во второй половине 19 в. В прошлом физик работал в одиночку. Теперь возникла новая форма организации коллективных методов исследования. Первая физическая лаборатория была создана в Германии в Геттингенском университете в 1831 г.

Генрих Герц (1857—1894) получил экспериментально электромагнитные волны, предсказанные теорией Максвелла, и показал их тождество с волнами света. Из других крупных открытий в области изучения электрических явлений следует выделить количественный закон цепи электрического тока, сформулированный Георгом Омом (1787—1854).

В результате изучения электромагнитных явлений в 19 в. стало ясно, что материя существует в виде вещества и поля. Вещество имеет корпускулярную сущность (состоит из частиц), дискретно; частицы обладают массой покоя; их скорость значительно меньше скорости света; вещество малопроницаемо. Поле обладает волно-

вой сущностью, оно непрерывно, не имеет массы покоя, полностью пронизуемо; скорость распространения равна скорости света.

Другое крупное направление физики 19 в. состояло в теоретической обработке тепловых явлений. Работа Жана Батиста Жозефа Фурье (1768—1830) «Аналитическая теория тепла» содержала математическую теорию теплопроводности. В ней Фурье применил разложение функции в тригонометрический ряд, что оказало существенное влияние на развитие математической физики (ряды и интеграл Фурье). Сади Карно (1796—1832) разрабатывает основы термодинамики и вводит в нее метод циклов. Рассматривая рабочий цикл идеальной тепловой машины, он заключает, что ее коэффициент полезного действия не зависит от рабочего вещества, а зависит лишь от температуры нагревателя и холодильника. В своих исследованиях Карно вплотную приблизился к открытию закона сохранения и превращения энергии, который независимо сформулировали врач Юлиус Роберт Майер (1814—1878), пивовар Джеймс Прескотт Джоуль (1818—1889) и врач Герман Гельмгольц (1821—1894). Его смысл сводится к тому, что в изолированной системе энергия может превращаться из одной формы в другую, но ее количество всегда остается постоянным. Эти ученые использовали разные подходы: Карно, отказавшись от гипотезы о теплороде, приходит к выводу, что теплота есть результат движения; Майер рассматривал цепь энергетических превращений от космоса до живого организма; Джоуль точно измерил количественное соотношение теплоты и механической работы; Гельмгольц связывал закон с исследованиями в области механики, в частности с обоснованием невозможности существования вечного двигателя. Прогресс теплотехники не только стимулировал открытие закона сохранения и превращения энергии, но и стимулировал теоретическое изучение тепловых явлений. Рудольф Клаузиус (1822—1888) формулирует второй закон термодинамики: «переход теплоты от более холодного тела к более тепловому не может иметь место без компенсации». Клаузиус вводит понятие энтропии. Энтропия характеризует ту часть полной энергии системы, которая не может быть использована для производства работы. Используя это понятие, второй закон термодинамики можно представить в виде положения: «Энтропия Вселенной стремится к максимуму». Отсюда следует идея «тепловой смерти» Вселенной. Процесс мирового развития идет в направлении превращения других форм энергии в тепло-

вую. Теплота равномерно рассеивается в пространстве, и этот процесс необратим. Когда все виды энергии со временем превратятся в тепло, то и вся Вселенная придет в самое простое состояние хаоса – термодинамического равновесия с температурой на несколько градусов выше абсолютного нуля. Из хаоса, как утверждали древние греки, родилась Вселенная, в хаос же, по мнению классической термодинамики, и возвратится. Однако, как стало ясно в 20 в., законы термодинамики нельзя применять к незамкнутым системам, к которым, по-видимому, относится Вселенная.

В 1800—1860 гг. возникает химическая атомистика и открываются количественные законы химии. Джон Дальтон (1766—1844) использовал атомное учение для объяснения закономерностей состава вещества. Он привел свидетельства в пользу того, что атомы различных химических элементов имеют различные веса, и, комбинируясь в определенных пропорциях, образуют соединения. Он составил первые во многом неточные таблицы атомных и молекулярных весов относительно массы водородного атома. Йенс Якоб Берцелиус (1779—1848) положил теорию Дальтона в основу своих исследований. Он экспериментально определил атомные массы 45 элементов, проанализировал и рассчитал процентный состав 2000 соединений. Берцелиус так же ввел систему символов элементов, запись химических формул и реакций. Жозеф Луи Гей-Люссак (1778—1850) показал, что объемы вступающих между собой в реакцию газов относятся друг к другу и к объемам продуктов как простые целые числа (закон объёмных отношений). Исследования Гей-Люссака служили важным подтверждением атомистической теории Дальтона. Однако, они свидетельствовали о том, что газы состоят не из атомов, а из более сложных частиц. Это заставило химиков осознать принципиальное различие между атомом и молекулой. Амедео Авогадро (1776 – 1856) предположил, что как сложные, так и простые вещества образованы молекулами, состоящими из двух или большего числа атомов. Согласно сформулированному им закону, в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул. Хотя молекулярная гипотеза Авогадро являлась дальнейшим развитием атомистики Дальтона, широкое признание она получила только после первого международного химического конгресса, собравшегося в 1860 г. в Карлсруэ. На нем

химики пришли к единству в определении понятий «атом» и «молекула». Основная заслуга в этом принадлежит Станислао Канниццаро (1826—1910). Он дал строгие определения этим основным химическим понятиям.

В 1868—1871 гг. Дмитрий Иванович Менделеев (1834—1907) работал над составлением для студентов кафедры химии Петербургского университета курса «Основы химии». В процессе работы над учебником он открыл периодический закон химических элементов (17 февраля 1869 г.): физические и химические свойства элементов находятся в периодической зависимости от величины их атомных весов (в современной формулировке – от величины заряда ядра). Все известные в то время элементы Менделеев расположил в таблице в соответствии с закономерными изменениями свойств элементов как по горизонтали, так и по вертикали. Место элемента в системе определяла его атомная масса. Это позволило периодическому закону и периодической системе стать основой для предсказания свойств еще не открытых элементов, для которых Менделеев оставил в таблице пустые места. Эти элементы он назвал экабор, экаалюминий и экасилиций. Впоследствии действительно были открыты им соответствующие скандий (Л. Нильсон, 1879), галлий (П. Э. Лекок де Буабодран, 1875) и германий (К. Винклер, 1886). Последующее развитие периодической таблицы связано с открытием инертных газов, помещенных в 8 группу; лантаноидов и актиноидов, составивших замкнутые интерпериодические группы, помещенные в соответствующие большие клетки. Периодический закон явился теоретической основой для всей неорганической химии.

В первой половине 19 в. изучение органических веществ приводит к первым попыткам описания их состава и строения (теория сложных радикалов Я. Берцелиуса, Ю. Либиха, Ф. Велера, теория замещения Ж. Дюма, учение о гомологии и учение о химических типах Ш. Жерара). Возникает учение о валентности; А. Кекуле обосновывает четырехвалентность углерода. К середине 19 в. органическая химия располагала широким набором соединений, систематизированным по различным классам. Элементный анализ позволил установить состав органических соединений, выражавшийся в эмпирических формулах. Проблема взаимосвязи свойств веществ с их составом и строением получила свое разрешение в теории строения органических веществ Александра Михай-

ловича Бутлерова (1829—1886). В 1861 г. в своем основополагающем докладе «О химическом строении веществ» на Международном съезде естествоиспытателей и врачей в Шпейере А. М. Бутлеров высказывает идеи, смысл которых сводится к следующему. В молекулах атомы соединены друг с другом в определенной последовательности согласно их валентностям. Порядок соединения атомов выражается в структурной формуле молекулы. Свойства вещества зависят не только от его атомного состава, но и от порядка соединения атомов в молекуле. Атомы, или группы атомов, образовавшие молекулу, взаимно влияют друг на друга, от чего зависит реакционная способность молекулы. Создание теории химического строения коренным образом изменило ситуацию в органической химии. Стало возможен научный прогноз, основанный на знании превращений исходных веществ в конечные продукты. На основе теории химического строения возникает учение о пространственном строении химических соединений – стереохимия. В 1874 г. Якоб Генрих Вант-Гофф (1852—1911) объяснил существование молекул с одинаковой структурной формулой различным положением их атомов в пространстве и ввел в употребление пространственные формулы. Успехи органического синтеза привели к тому, что в 60-х гг. 19 в. в Германии, Англии и Франции были построены первые фабрики искусственных (анилиновых) красителей, и к небывалому росту химической промышленности в целом.

Взгляды на сущность и причины эволюции впервые в систематической форме изложил Жан-Батист Ламарк (1744—1829) в работе «Философия зоологии», вышедшей в 1809 г.. Эволюционное учение Ламарка включает разработку следующих проблем: естественная система животного мира; движущие силы эволюции; причины изменяемости организмов в природе; представление о виде. В естественной системе Ламарка все живые организмы (от инфузорий до млекопитающих) помещены в 14 классов. 14 классов объединены в 6 ступеней. Каждая более высокая ступень обладает более сложной нервной и кровеносной системой. Таким образом, наблюдается ступенчатое повышение организации – градация. Аналогичная градация существует и в растительном мире, начинается с простейших и кончается наиболее сложно устроенными растениями. Такой порядок сложился в результате длительного исторического развития органических форм, то есть в результате эволю-

ции от простых форм к сложным. Идея эволюции у Ламарка выводится из характера естественной системы. Движущими силами эволюции являются, во-первых, постоянное стремление к усложнению и совершенствованию организации. Это стремление не зависит от воздействия условий жизни, изначально присуще каждому организму. Вторая сила состоит в воздействии условий жизни, факторов среды. Она нарушают градацию. Приспособительная изменчивость видов связана с воздействием факторов среды. На растения факторы среды действуют непосредственно, через температуру, влагу, свет, питание. На животных факторы среды действуют через нервную систему. В этом случае наблюдается следующая последовательность событий: изменение условий изменение потребностей изменение действий новые привычки упражнения одних органов, неупражнение других изменение органов под действием упражнения или неупражнения (так называемый «I закон Ламарка»). Измененные признаки, приобретенные в результате прямого приспособления или упражнения органов передаются потомству («II закон Ламарка»). Для Ламарка изменение всегда тождественно приспособлению. Приспособление – это адекватный ответ на внешнее воздействие. В связи с этим вымирание видов невозможно. Свои взгляды Ламарк иллюстрирует многочисленными примерами. У беззубых млекопитающих (китов и муравьедов) редукция зубов связана с тем, что их предки начали проглатывать пищу, не пережевывая ее. У животных, обитающих под землей, происходила редукция глаз в результате неупотребления органов (маленькие глаза крота, их отсутствие у слепыша). Плавательные перепонки у водоплавающих птиц образовались благодаря раздвиганию пальцев и растягиванию кожи между ними. Ламарк считал, что каждый организм или соответствующая группа организмов образуют независимую эволюционную линию, возникающую в результате самозарождения и последующего стремления к совершенствованию. Одновременное существование животных, принадлежащих к высшим и низшим ступеням его системы, Ламарк объяснял через частые акты спонтанного возникновения живого в природе. Ламарк считал, что виды – это абстракции, созданные человеком, реальны только особи (номиналистическая концепция вида). К заслугам Ламарка следует отнести то, что он впервые превратил проблему эволюции в предмет специального изучения и подчеркнул приспособительный характер эволюции. К

его ошибкам следует отнести представления о том, что организмам свойственно внутренне стремление к прогрессу; организмы передают по наследству приобретенные (в смысле Ламарка, путем упражнения-неупражнения органов, или прямого приспособления) признаки; любое изменение – это приспособление.

На рубеже 18 и 19 вв. как самостоятельная наука возникает палеонтология. Ее основателем был Жорж Кювье (1769—1832). Исследуя остатки вымерших животных и изучая их расположение в последовательных геологических напластованиях, он установил, что во времени происходит смена фаун от одного геологического горизонта к другому; чем моложе геологический пласт, тем более сходны ископаемые фауны с современными; чем моложе пласт, тем выше уровень организации ископаемых форм. Кювье объяснял смену фаун теорией катастроф: фауна данной страны уничтожается стихийным бедствием и затем заселяется животными другой страны.

Чарльз Лайель (1797—1875) в «Основах геологии» (1830—1833) выдвинул принципы униформизма и актуализма. Согласно принципу униформизма медленные постепенные изменения под действием естественных агентов (климат, вода, вулканические силы) приводят к масштабным изменениям земной коры. В связи с этим для объяснения крупных геологических изменений в прошлом нет никакой нужды прибегать к теории катастроф. Принцип актуализма заключается в том, что изучение современных геологических процессов позволяет понять процессы в прошлых геологических эпохах. Оба принципа впоследствии Дарвин применил в биологии.

Благодаря работам Христиана Ивановича Пандера (1794—1865) и особенно Карла Максимовича Бэра (1792—1876) возникает эмбриология, как наука о развитии зародыша. Наряду со сравнением отдельных стадий, был введен метод прослеживания всего процесса развития зародыша на всех его стадиях, начиная с яйца. Свои наблюдения Бэр обобщил в виде нескольких положений, известных как закон Бэра: зародыши всех позвоночных животных сходны на ранних этапах развития; в процессе развития отличия зародышей увеличиваются; в развитии зародыша сначала проявляются черты более крупных систематических групп, потом более мелких; зародыши высших классов проходят стадии развития

зародышей низших классов, а не стадии взрослых форм низших животных.

На рубеже 30-х и 40-х гг. 19 в. формулируется фундаментальное обобщение, известное как клеточная теория: все живые организмы состоят из клеток; рост и развитие организма – это процесс образования и дифференциации клеток. Авторами этой теории были Теодор Шванн (1810—1882) и Маттиас Шлейден (1804—1881). Развивающий эту теорию тезис «всякая клетка от клетки» сформулирован Рудольфом Вирховым (1821—1902) во второй половине 19 в. Проблему образования клеток в статье «Целлюлярная патология» (1855) он решает через размножение делением.

Успехи естествознания первой половины 19 в. подготовили почву для создания эволюционной теории Чарльза Дарвина (1809—1882). В его теории Дарвина представлены доказательства эволюции; выявлены причины и механизмы эволюции; дано материалистическое объяснение органической целесообразности (приспособленности). Теория Дарвина основывается не только на многочисленных научных фактах, полученных его современниками. Она так же базируется на его личных наблюдениях во время кругосветного путешествия на корабле «Бигль» (1831—1836) над приспособленностью организмов, внутривидовыми и межвидовыми взаимоотношениями и на исследованиях, проведенных в последующие годы. Эволюционная теория Дарвина полностью изложена в книге «Происхождении видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь», опубликованной в 1859 году. По структуре теория эволюции состоит из двух неразрывно связанных частей – эволюции культурных форм и эволюции диких видов. Сначала Дарвин рассматривает проблему возникновения пород домашних животных и сортов культурных растений. Он заключает, что живым организмам присуща широкая изменчивость. Индивидуальная, неопределенная изменчивость передается по наследству. В результате бессознательного или методического искусственного отбора образуются новые породы животных и сорта растений. Смысл искусственного отбора заключается в накоплении желательных для человека изменений у особей. Все новые породы происходят от одного или немногих диких видов. Повышение фенотипической изменчивости организмов может сопровождаться при этом понижением общей жизнеспособности, так как отбор ведется по признакам их приспособ-

ленности к различным интересам человека, а не по признакам их приспособленности к определенной среде. Таким образом, многообразие пород домашних животных и растений есть результат эволюционных изменений немногих диких предков под действием искусственного отбора. Эволюцию культурных форм Дарвин использует как модель для изучения эволюции диких видов. Основой эволюции диких форм остается наследственная изменчивость. Движущими силами видообразования в природе являются борьба за существование и естественный отбор. Борьба за существование – это совокупность взаимоотношений между особями и факторами окружающей среды. Борьба за существование – результат, с одной стороны, тенденции к безграничному размножению, с другой – ограниченности природных ресурсов, необходимых для существования особей данного вида. Результатом борьбы за существование на основе наследственной изменчивости организмов является естественный отбор. Естественный отбор по Дарвину – это сохранение благоприятных индивидуальных различий и изменений и уничтожение вредных. Отбор становится возможным в силу неоднородности вида, в силу индивидуальных различий, в силу неопределенной изменчивости. Из-за этой неопределенной изменчивости особи, обладающие хотя бы самым незначительным преимуществом перед остальными, будут иметь больше шансов на выживание и продолжение рода. Всякое вредное изменение будет подвергаться истреблению. Действие естественного отбора не распространяется на изменения бесполезные и безвредные. Таким образом, изменение не есть приспособление, и в этом отличие взглядов Дарвина от взглядов Ламарка. Естественный отбор выражается в преимущественном выживании и оставлении потомства наиболее приспособленными особями каждого вида и гибели менее приспособленных. Результатами естественного отбора являются формирование органической целесообразности; видообразование; вымирание видов. Резюмируя эволюционную теорию Дарвина можно сказать, что окружающий нас мир не статичен, а постоянно эволюционирует. Виды непрерывно изменяются, одни виды возникают, другие вымирают. Эволюционный процесс происходит постепенно и непрерывно; он не складывается из отдельных скачков или внезапных изменений. Сходные организмы связаны узами родства и происходят от общего предка. Эволюционное изменение результат естественного отбора. Отбор –

двухстадийный процесс. Первая стадия – возникновение изменчивости. Вторая стадия – отбор индивидов, выживших в борьбе за существование. Признаки выживших особей окажутся объектом следующего цикла отбора.

В 1865 г. Грегор Мендель (1822—1884) сообщил Обществу естествоиспытателей г. Брно о результатах изучения закономерностей наследования признаков, выполненного им на различных сортах гороха. При скрещивании родительских особей, которые отличались по одной паре контрастирующих признаков, у всех гибридов первого поколения проявлялся только один из пары признаков (закон единообразия гибридов первого поколения). Во втором поколении появляются особи с обоими признаками (закон расщепления). Из них половина дает гибридную форму, тогда как другая в равных долях дает растения с противоположными признаками, причем эти признаки в последующих поколениях при самоопылении остаются константными. При скрещивании особей, различающихся по двум парам контрастирующих признаков Мендель установил, что каждая пара контрастирующих признаков наследуется независимо от другой (закон независимого наследования пар контрастирующих признаков). Работа Менделя показала, что имеется единый из поколения в поколение повторяющийся механизм наследования, при котором не происходит превращения самих наследуемых признаков. Однако исследования Менделя остались непонятыми современниками. Закономерности, установленные Менделем, были вторично обнаружены и подтверждены независимо друг от друга Гуго де Фризом (1864—1933), Карлом Корренсом (1864—1933) и Эрихом Чермаком (1871—1962) в 1900 г. Именно этот год считается годом рождения генетики.

Создание микробной теории болезней в 19 в. связано с именами Роберта Коха (1843—1910) и Луи Пастера (1822—1895). Р. Кох установил этиологию сибирской язвы (1877) и открыл возбудитель туберкулеза (1868). Он сформулировал общие положения для распознавания инфекционных болезней. Эти правила сводились к следующему: подозреваемый микроорганизм должен регулярно обнаруживаться в случае болезни; он должен быть изолирован в чистую культуру; эта чистая культура при введении в чувствительный организм должна вызвать у него ту же болезнь; тот же микроорганизм должен быть вновь выделен из зараженного животного. Л. Пастер подтвердил микробную теорию инфекционных

болезней, выявив возбудитель родильной горячки. Пастер так же поставил опыты, доказавшие несостоятельность теории самозарождения микроорганизмов. С помощью S-образной трубки, на изгибах которой оседала пыль вместе с попадающими из воздуха микробами, которые, если их смыть в бульон, вызывали его загнивание, он показал, что именно попавшие извне микробы и являются его причиной.

1863 г. Иван Михайлович Сеченов (1829—1905) публикует свой классический труд «Рефлексы головного мозга», где пытается ввести физиологические основы в психические процессы. Он утверждает, что все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения являются рефлексами. Отправным пунктом его исследований в области физиологии нервной системы и психофизиологии послужили сделанные им открытия процесса центрального торможения и явлений суммации возбуждений в нервных центрах. Иван Петрович Павлов (1849—1936) изучал функции кровообращения и пищеварения и высшей нервной деятельности. Павлов показал, что деятельность сердца регулируется четырьмя центробежными нервами – замедляющим и ускоряющим, ослабляющим и усиливающим. Исследуя нервную регуляцию пищеварения и иннервацию желёз желудка, он выявляет регуляторную роль нервной системы в осуществлении функций организма как в норме, так и при патологических состояниях. Павлов обнаружил две фазы желудочного сокоотделения: нервно-рефлекторную и гуморально-химическую. Изучение высшей нервной деятельности, то есть психических реакций, проводилось им с позиции последовательного и сознательного «чистого» физиолога и привело к созданию теории условных рефлексов. Условный рефлекс, по Павлову, – это наивысшая и наиболее молодая в эволюционном отношении форма приспособления организма к среде. Если безусловный рефлекс – сравнительно стабильная врождённая реакция организма, присущая всем представителям данного вида, то условный рефлекс – новоприобретение организма, результат накопления им индивидуального жизненного опыта. Нервные механизмы временных связей (психологи их называют ассоциациями), образующихся между любыми внешними воздействиями (или внутренними раздражениями, изменениями, состояниями) и безусловнорефлекторными реакциями организма; закономерности развития и угасания условнорефлекторной деятельности; откры-

тие в коре больших полушарий торможения – антипода возбуждения; исследование разных типов (внешнее, внутреннее) и видов торможения; открытие закона иррадиации (распространения) и концентрации (то есть сужения сферы действия) возбуждения и торможения – основных нервных процессов; изучение проблемы сна в связи с представлением Павлова о наличии в коре больших полушарий головного мозга мозаики возбуждённых и заторможенных пунктов; установление фазовых состояний мозга, или «фаз сна», проливающих свет на явления сновидений и гипноза; болезненные нарушения сна, охранительная роль торможения, столкновение (ошибка) процессов возбуждения и торможения как средство формирования и изучения экспериментальных неврозов – таков неполный перечень наиболее крупных исследованных им проблем. Учение Павлова о типах нервной системы основано на представлении о силе, уравновешенности и подвижности процессов возбуждения и торможения (сильный, безудержный, возбудимый; сильный, уравновешенный, инертный; сильный, уравновешенный, подвижный; слабый, что соответствует 4 греческим темпераментам: холерическому, флегматическому, сангвиническому и меланхолическому). В учении о сигнальных системах он показал специфическую особенность человека, заключающуюся в наличии у него, помимо первой сигнальной системы, общей с животными, также и второй сигнальной системы – речи и письма, то есть совокупности слышимых, произносимых и записанных словесных сигналов. Доминирование первой или второй сигнальной системы позволяет понять, по Павлову, наличие у человека двух крайних типов высшей нервной деятельности – художественного или мыслительного.

В 1833 г. Чарльз Беббидж (1791—1871) разработал проект «аналитической машины» – гигантского арифмометра с программным управлением, арифметическим и запоминающим устройствами. Из всех изобретателей прошлых столетий он ближе подошел к созданию компьютера в современном его понимании. Однако полностью осуществить свой проект ему не удалось, главным образом из-за недостаточного развития техники в то время; материалы об этой машине были опубликованы лишь в 1888 г., уже после смерти автора. Исследования Беббиджа лишь спустя 100 лет привлекли внимание инженеров. Крупнейшим изобретателем в области электротехники был Томас Алва Эдисон (1847 — 1931). Он

усовершенствовал телефон А. Белла и создал фонограф (1877), предложил и внедрил промышленный образец лампы накаливания (1879) и различную электротехническую аппаратуру (в том числе патрон и цоколь с винтовой нарезкой для электроламп, предохранитель с плавкими вставками, поворотный выключатель, электрический счётчик); провёл опыты по электрификации железных дорог. По проекту Эдисона в Нью-Йорке была построена первая в мире электростанция постоянного тока общественного пользования (1882).

Оценивая в целом развитие науки в 19 в., можно заключить, что на базе механистической картины мира к началу 19 в. был накоплен, систематизирован и теоретически осмыслен значительный материал, относящийся к отдельным областям действительности. Однако этот материал всё более явно не укладывался в рамки механистического объяснения природы и общества и требовал нового, более глубокого и широкого синтеза, охватывающего полученные разными науками результаты. Открытие закона сохранения и превращения энергии (Р. Майер, Дж. Джоуль, Г. Гельмгольц) позволило поставить на общую основу все разделы физики и химию. Создание клеточной теории (Т. Шванн, М. Шлейден) показало единообразную структуру всех живых организмов. Эволюционная теория в биологии (Ч. Дарвин) внесла в естествознание идею развития. Периодическая система элементов (Д. И. Менделеев) доказала наличие внутренней связи между всеми известными видами вещества. Хотя картина мира, сформировавшаяся благодаря этим и другим достижениям ученых 19 в., носит более сложный характер по сравнению с механистической, тем не менее, она остается вариантом классической естественнонаучной картины мира, описывающий знакомый нам макромир. Однако, в начале 20 в. возникла совершенно новая физика. Родились новые идеи, которые разрушили сложившиеся веками представления об окружающем мире. Если в 19 в. выдающийся биолог Томас Гексли писал: «Наука – это просто-напросто хорошо натренированный и организованный здравый смысл», то в 20 веке выяснилась ненадежность здравого смысла. Пришлось вводить абстрактные, лишённые всякой наглядности понятия, допускающие чисто математическое описание природных процессов. Для науки первой и второй половины 20 в. соответственно вводятся термины неклассической и постнеклассической науки.

НЕКЛАССИЧЕСКАЯ И ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКАЯ НАУКА (конец XIX – XX вв.)

Неклассическая наука и соответственно неклассическая естественнонаучная картина мира во многом сформировались под воздействием двух разделов физики, возникших в 20 в. – теории относительности и квантовой механики. Оба раздела появились в результате попыток преодоления противоречий между экспериментальной и классической теоретической физикой 19 в. Так, а частности, электромагнитная теория Максвелла предсказывала, что, с одной стороны, свет распространяется в пространстве с постоянной универсальной скоростью, и, с другой стороны, что электромагнитные явления в движущихся системах протекают иначе, чем в неподвижных (нарушается принцип относительности Галилея). Последнее утверждение не соответствовало эксперименту. Это противоречие было разрешено Альбертом Эйнштейном (1879—1955) в специальной, или частной теории относительности (СТО). В основе СТО (1905) лежат два постулата. Согласно первому из них механические, оптические и электромагнитные явления во всех инерциально движущихся системах отсчета протекают одинаково (принцип относительности Эйнштейна). Второй постулат утверждает, что скорость света в вакууме не зависит от скорости источника, во всех инерциальных системах одинакова и приблизительно равна 300 000 км/сек. Чтобы совместить оба постулата Эйнштейн отказался от одного из основных понятий классической механики – абсолютности времени и одинакового хода времени в любых системах отсчета. Опора на принцип относительности и принцип постоянства света позволили упразднить понятие «светоносного эфира», без которого не могли обойтись ни Максвелл, ни Герц, ни другие физики, занимавшиеся электродинамикой движущихся сред (Г. Лоренц, Д. Лармор, А. Пуанкаре).

Из СТО математически выведен ряд следствий. Относительность одновременности утверждает, что если два события A и B происходят в одной точке ($x_A = x_B$) в один и тот же момент времени ($t_A = t_B$), то они будут одновременными и в любой другой инерциальной системе координат. Если же два события A и B происходят одновременно ($t_A = t_B$), но в разных точках ($x_A \neq x_B$), то они будут неодновременными в любых других инерциальных системах. Разность времени между ними $t_A - t_B$ будет тем больше, чем дальше они расположены друг от друга, и чем больше скорость относитель-

ного движения систем отсчета. Если $x_B < x_A$, то $t_B < t_A$; событие B происходит раньше A , если оно происходит в точке с большей координатой.

Согласно следствию о замедлении времени «движущиеся» часы идут медленнее «неподвижных». То есть, в каждой системе отсчета время течет по своему. И одна шкала времени, как правило, не совпадает с другой.

Следствие о сокращении длин отрезков говорит, что при движении тел их длина в направлении движения уменьшается. Наибольшую длину тело имеет в той системе отсчета, по отношению к которой оно покоится. Иными словами, если один наблюдатель движется относительно другого, то при измерении длины одного и того же объекта они получают разные значения. И это несмотря на то, что в состоянии покоя оба наблюдателя при измерении длины данного объекта получают в точности один и тот же результат.

Закон сложения скоростей утверждает, что никакая результирующая скорость не может превзойти скорость света. Иными словами, невозможно движение объекта, превышающее скорость света. Математически закон сложения скоростей можно выразить так:
$$V = \frac{v + v'}{1 + vv'/c^2}.$$

Из СТО выводится закон взаимосвязи массы и энергии ($E = mc^2$), по которому масса тела пропорциональна его энергии.

Еще одно следствие СТО – зависимость массы от скорости. При движении тела его масса возрастает, причем когда скорость тела приближается к скорости света, его масса неограниченно растет. Практически все следствия СТО подтверждены экспериментальной проверкой.

Все следствия СТО реализуются при движении со скоростями, сравнимыми со скоростью света. Результаты теории относительности при малых скоростях совпадают с результатами механики Ньютона. СТО лежит в основе концепции относительности пространства и времени. Эта концепция исходит из того, что в отличие от представлений механики Ньютона, пространство и время не абсолютны. Они органически связаны с материей и между собой. Время выступает как четвертая координата для описания движения, хотя временная координата и отличается от пространственных координат. По Ньютону: если убрать все движущиеся тела, пространство и время как были, так и останутся. По Эйнштейну:

если убрать все движущиеся тела, то исчезнет и время, и пространство.

В общей теории относительности (ОТО, 1912) А. Эйнштейн предложил новую теорию тяготения. Действие силы тяжести отождествляется с искривлением четырехмерного пространства-времени. Взаимное расположение тяготеющих масс определяет геометрию пространства-времени. Вблизи больших тяготеющих масс происходит искривление пространства – его отклонение от евклидовой метрики и замедление хода времени. ОТО была подтверждена в 1919 г. астрономическими наблюдениями во время полного солнечного затмения. Оказалось, что луч звезды, как прообраз прямой линии искривляется вблизи Солнца под действием его гравитационных сил. Тем не менее, ОТО не приобрела до сих пор того характера законченной и бесспорной физической концепции, каким обладает СТО.

В 20 в. возникает атомная и ядерная физика. Ряд открытий, способствовавших становлению этих направлений, был сделан при изучении так называемых катодных лучей. Катодные лучи получали в запаянной стеклянной трубке, наполненной разреженным газом; в концы трубки были вмонтированы электроды. Если приложить напряжение, то развивалось светло-голубое свечение от катода к аноду. Этот эффект обнаружил Ю. Плюккер еще в 1859 г. Джозеф Джон Томсон (1856—1940) в 1897 г. при исследовании природы катодных лучей доказывает их корпускулярную природу. Усовершенствовав технику откачки газа из катодных трубок и, тем самым, исключив нейтрализацию внешнего электрического поля остатками ионизированного газа, он получил заметные отклонения катодного пучка электрическим полем. Масса катодной частицы оказалась по его оценке в 1000 раз меньше массы водорода. Частицы получили название «электрон». Томсон пришел к выводу, что электроны – составные части атомов всех веществ.

В 1895 г. Вильгельм Конрад Рентген (1845-1923), работая с вакуумными трубками, случайно открыл новый вид электромагнитного излучения, обладающего сильной проникающей способностью, вызывающий флуоресценцию некоторых веществ, не обладающих зарядом и не отклоняющихся в отличие от катодных лучей магнитным полем. Анри Беккерель (1852-1903), проверяя предположение А. Пуанкаре о том, что рентгеновское излучение возникает всегда в люминесцирующих веществах, в 1898 г. пока-

зал, что соли урана сами по себе без внешнего воздействия испускают невидимые лучи, засвечивающие фотопластинку и проходящие через непрозрачные слои. Таким образом, Беккерель опроверг гипотезу Пуанкаре, причем оказалось, что лучи могут испускать не только соединения урана. В 1898 г Мария Склодовская-Кюри (1867—1934) показала, что торий и его соединения обладают аналогичным свойством. Это явление было ею названо радиоактивностью. (Поначалу под радиоактивностью понимали свойство урана и тория испускать лучи высокой проникающей способности. Позднее стало ясно, что радиоактивность – это самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного элемента в изотоп другого с испусканием электрона, протона, нейтрона, α -частиц). В том же 1898 г. М. Склодовская-Кюри и Пьер Кюри (1859—1906) обнаружили, что в минералах урановая смолка и халколит степень радиоактивности не соответствует содержанию урана, она значительно больше. Физическими методами были открыты полоний и радий. В 1902 г. был получен 1 дециграмм хлорида радия, необходимого для определения молекулярной массы нового элемента. В 1899 г. Эрнст Резерфорд (1871—1937) показал, что радиоактивные лучи имеют сложный состав. Он выделил α - и β -излучение. Третий компонент – γ -лучи – в 1900 г. открыл Вилар. В 1903 г. Э. Резерфорд (1871—1937) и Фредерик Содди (1877—1956) нашли, что радиоактивные элементы способны самопроизвольно распадаться, при этом происходят атомные превращения. Так, они установили, что при радиоактивном распаде радия и радона образуется гелий. Это свидетельствовало о сложном внутреннем строении атома. Они так же сформулировали закон радиоактивного превращения, согласно которому относительное количество радиоактивного вещества, превращающегося в единицу времени, есть величина постоянная.

В 1911 г. Э. Резерфорд на основании результатов рассеяния α - и β -частиц веществом приходит к выводу о том, атом состоит из центрального электрического заряда, сосредоточенного в точке и окруженного однородным сферическим распределением противоположного электричества равной величины. Заряд при этом оказался пропорционален атомному весу. В 1913 г. возникает представление о ядре, как устойчивой части атома, несущей в себе почти всю массу атома и обладающей положительным зарядом. Таким образом, идея планетарного строения атома, высказывавшаяся в начале века многими учеными (Х. Нагаока, Л. Пуанкаре, В. Вин,

Ж. Б. Перрен), получила экспериментальное обоснование. Нильс Бор (1885—1962) усовершенствовал модель Резерфорда, предположив, что орбиты электронов стационарны, при движении по ним не происходит испускания энергии. При переходе с одной орбиты на другую электрон излучает и поглощает энергию, равную кванту (см. ниже о М. Планке). Эти представления выходили за рамки классической физики. Была разработана первая количественная квантовая модель атома водорода (1913).

В 1919 г. Э.Резерфорду удалось, бомбардируя атомы азота – частицами (ядрами гелия), выбить из ядер азота протоны. В 1932 г. Джеймс Чэдвик (1891—1974) открыл нейтрон, а В. Гейзенберг (и независимо Д. Д. Иваненко) высказал гипотезу о строении атомного ядра из протонов и нейтронов. В дальнейшем были экспериментально открыты позитрон (1932, К. Д. Андерсон), нейтрино (1956, Ф. Рейнес, К. Коуэн), антипротон (1955, Э. Сегре, О. Чемберлен). В настоящее время известны сотни субатомных (элементарных) частиц. Их классификация производится по типу фундаментальных взаимодействий, в которых они участвуют. Адроны (протон, нейтрон) участвуют в сильном взаимодействии, лептоны (электрон, нейтрино) – в слабом. Структура адронов адекватно описывается теорией кварков, предложенной в 1963 г. Марри Гелл-Маном (р. 1929) и Г. Цвейгом. Все адроны построены из более мелких частиц, называемых кварками. Кварки могут соединяться либо тройками, либо парами кварк-антикварк. Из трех кварков состоят относительно тяжелые частицы – барионы (протон, нейтрон), из пар кварков – мезоны. Имеется 6 различных типов («ароматов») кварков. Каждый кварк обладает «цветом», то есть может находиться в одном из 3-х состояний - красном, зеленом и синем. Между собой кварки объединяются с помощью безмассовых глюонов (переносчиков сильного взаимодействия, которые принадлежат к 8 типам). Кварки несут дробный электрический заряд (либо $1/3$, либо $2/3$ заряда электрона). Вне адронов кварки не существуют. Комбинацией различных ароматов можно объяснить существование большого числа адронов. В адронах суммарный заряд кварков целочисленный и существует компенсация по цветовым зарядам. Моисей Александрович Марков (1908-1994) высказал гипотезу фридмонов – мельчайших частиц размером 10^{-33} см, которые содержат в себе миры, подобные нашей Галактике. Идея состоит в следующем. Сфера соприкасается с плоскостью

в одной точке. Для двумерных существ только эта точка доступна наблюдению. Сама же сфера может быть неограниченно больших размеров. Движение познания «вглубь» может привести к максимально большим объектам. Это пример относительности ультрабольшого и ультрамалого. Таким образом, нельзя рассматривать элементарные частицы как единую первоначальную материю, то есть возродить древние натурфилософские идеи.

Практическое воплощение исследования атомной и ядерной физики нашли при решении проблемы получения энергии. Цепная реакция деления ядер урана была открыта в 1939 г. О. Ганом и Ф. Штрассманом. В 1942 г. в США под руководством Э. Ферми был построен первый атомный реактор. Первая атомная бомба была испытана в США в 1945 г.; проектом по ее созданию руководил Р. Оппенгеймер. В Советском Союзе работы над получением атомной энергии начались в годы Великой Отечественной войны под руководством Игоря Васильевича Курчатова (1903—1960).

В 1900 г. Макс Планк (1858—1947) высказал гипотезу, согласно которой в процессе излучения энергия может быть отдана или поглощена не непрерывно, а лишь отдельными далее «неделимыми» порциями - квантами, энергия которых определяется лишь частотой. Элементарный квант действия – \hbar – универсальная постоянная (постоянная Планка). В 1905 г. А. Эйнштейн на основании этой гипотезы предложил рассматривать свет как поток световых частиц, квантов (дискретных порций энергии), фотонов (последний термин ввел А. Х. Комптон в 1923 г.). С помощью этого подхода Эйнштейну удалось объяснить явление фотоэффекта (выбивание электронов из тела под действием света), остававшегося загадкой для волновой теории. Таким образом, в начале 20 в. ньютоновские корпускулярные представления о природе света возродились на основе теории квантов. Эти новые взгляды дополняли представление о свете как волновом процессе. В результате возник корпускулярно-волновой дуализм. Согласно ему одни оптические явления (фотоэффект) объяснялись с помощью корпускулярных представлений, другие (интерференция и дифракция) – волновыми взглядами.

Луи де Бройль (1875—1960) в 1924 г. в своей докторской диссертации «Исследования теории квантов» выступил с идеей о том, что не только фотоны, но и все без исключения частицы (протоны, электроны, атомы) обладают волновыми свойствами. Каждую дви-

жущуюся частицу можно описать сопряженной с ней волной. Волны де Бройля характеризуют вероятность обнаружения частицы в данной точке пространства. Частица оказывается как бы «размазанной» в пространстве, и существует отличная от нуля вероятность обнаружить ее где угодно. Предположение о корпускулярно-волновом дуализме частиц было экспериментально подтверждено в 1927 г. К. Д. Дэвиссоном и Л. Джермером, а также независимо от них Д. П. Томсоном, открывшими дифракцию электронов на кристалле никеля. Квантовая механика установила связь вещества и поля. Корпускулы и волны в квантовой механике теряют свою «классическую» независимость. Вещество и поле выступают не как совокупность частиц или совокупность волн, и не в виде механического объединения корпускулярных и волновых свойств. Движение микробъектов можно лишь приближенно трактовать как движение частиц, или как распределение волн.

В 1927 г. Вернер Гейзенберг (1901—1976) сформулировал принцип неопределенности, согласно которому невозможно одновременно точно определить положение и скорость частицы, то есть поведение частиц можно предсказать с той или иной степенью вероятности. Независимое измерение нескольких параметров частицы невозможно, поскольку само измерение вносит неподдающееся контролю изменение в измеряемую величину. Так, сам процесс измерения положения частицы привносит неконтролируемую добавку к ее скорости, и наоборот. В. Гейзенберг дал «матричную формулировку» квантовой механики. Эквивалентной теорией является «волновая» механика Эрвина Шредингера (1887-1961). Он постулировал систему уравнений, описывающих поведение квантовых объектов во времени в зависимости от их энергии. Помимо интерпретаций квантовой теории Гейзенберга и Шредингера существует еще одна: «траектория по путям» П. Дирака и Р. Фейнмана.

Один из основоположников квантовой механики Н. Бор является автором двух важных методологических идей – принципов дополнительности и соответствия. Согласно принципу дополнительности (1927) на определенном этапе познания для полного описания квантово-механических явлений необходимо применять взаимоисключающие друг друга, «дополнительные» наборы классических понятий. Однако, только взятые вместе эти понятия исчерпывают всю информацию об изучаемых явлениях.. Принцип дополнительности позволяет учитывать двойственную, корпуску-

лярно-волновую природу микроявлений. Принцип соответствия (1918) утверждает, что при смене одной научной теории другой выявляются не только различия между ними, но и связь, преемственность. Эта связь может быть выражена с математической точностью. Так, законы СТО переходят в законы классической механики при обычных скоростях, далеких от скорости света. Хотя гипотеза де Бройля приписывает волновые свойства всем телам, но волновыми свойствами макроскопических тел можно пренебречь и для них можно применить классическую механику Ньютона. Квантовая механика обогатила современное естествознание концепциями неопределенности и вероятностного детерминизма. Смысл концепции неопределенности состоит в том, что существует неопределенность результатов измерения и, следовательно, невозможность точного предвидения будущего. Эта неопределенность коренится в том, что поведение мельчайших частиц материи можно предсказать лишь с той или иной степенью вероятности. После возникновения квантовой механики детерминизм (учение о всеобщей, закономерной связи, причинной обусловленности всех явлений) выступает как в форме механистического детерминизма на основе законов классической физики, так и вероятностного. Последний опирается на статистические законы, то есть законы, действующие тогда, когда данное состояние системы определяет все ее последующие состояния не однозначно, а лишь с определенной вероятностью.

В 1957 г. американские физики Дэвид Джозеф Бом (1917—1992), Жан Пьер Вижер и Ф. Кейпа разработали альтернативную квантовую теорию, избегающую какой-либо случайности в описании физических объектов, а также неопределенности их положения в пространстве.

В 20 в. на научную основу была поставлена космология – наука о возникновении и эволюции Вселенной. В 1917 г. А. Эйнштейн выдвинул тезис о том, что Вселенная конечна, но безгранична. Грубой аналогией такой модели является сфера – границ у нее нет, но ее площадь конечна. Александр Александрович Фридман (1888—1925) высказал гипотезу о том, что Вселенная непременно должна расширяться, причем расширяется само пространство. Поскольку гравитационные силы положительны, выступают в виде притяжения, то Вселенная расширяется по инерции, вследствие некоторых начальных условий. О расширении Вселенной сви-

детельствует красное смещение, открытое в 1912 г. В. Слайфером, и изученное в 1929 г. Эдвином Хабблом (1889—1953). Красное смещение – это понижение частот электромагнитного излучения: в видимой части спектра линии смещаются к его красному концу. Согласно обнаруженному ранее эффекту Доплера при удалении от нас какого-либо источника колебаний, воспринимаемая нами частота колебаний уменьшается, а длина волны соответственно увеличивается. При излучении происходит «покраснение», то есть линии спектра сдвигаются в сторону более длинных красных волн. Для всех далеких источников света красное смещение было зафиксировано, причем, чем дальше находился источник, тем в большей степени (закон Хаббла). Это подтверждает гипотезу о расширении Вселенной. В 1924—26 гг. Хабблу удалось на фотографиях обнаружить звёзды, из которых состоят некоторые ближайшие к нам галактики, и тем самым доказать, что они представляют собой звёздные системы, подобные нашей Галактике.

Согласно концепции, впервые высказанной Ж. Леметром, Вселенная возникла примерно 20 млрд. лет назад внезапно, в результате Большого Взрыва из некоего начального состояния. Оно характеризовалось бесконечной плотностью массы и бесконечной кривизной. Причины возникновения начального состояния выходят за рамки современных физических теорий. После взрыва происходила следующая последовательность событий: прекращение рождения нуклон-антинуклонных пар гамма-квантами; обособление нейтрино; образование в результате ядерных реакций ядер гелия и водорода, при этом вещество существовало в виде плазм; присоединение ядрами гелия электронов с образованием дозвездного газа из нейтральных атомов гелия и молекул водорода; конденсация дозвездного газа в более плотные сгущения – звезды; формирование в звездах 1-ого поколения химических элементов, более тяжелые, чем водород и гелий; образование звездных систем с планетами; возникновение жизни на Земле. Эта модель предполагала существование реликтового излучения – «фона» радиочастотного излучения, возникшего в момент Большого Взрыва и пронизывающего равномерно и по всем направлениям космическое пространство. Уменьшаясь с расширением Вселенной, эффективная температура этого излучения должна была составлять несколько градусов выше абсолютного нуля. Реликтовое излучение было открыто Арно Пензиасом и Робертом Вильсоном в

1965 г., что явилось подтверждением концепции Большого Взрыва.

В 1934 г. Курт Гёдель (1906—1978) показал ограниченность возможностей замкнутых познающих систем. В 1936 г. Алан Матисон Тьюринг (1912—1954) описал гипотетический универсальный преобразователь дискретной информации, получивший впоследствии название машины Тьюринга. Эти два результата, будучи полученными в рамках чистой математики, оказали и продолжают оказывать огромное влияние на становление основных идей кибернетики – науки об управлении, связи и переработке информации. В 40-х гг. 20 в. сконструированы электронные вычислительные машины (Дж. фон Нейман и др.). Благодаря ЭВМ возникли принципиально новые возможности для исследования и фактического создания действительно сложных управляющих систем. Весь полученный к этому времени материал объединил Норберт Винер (1894—1964), опубликовавший в 1948 г. свою знаменитую книгу «Кибернетика».

Людвиг фон Берталанфи (1901—1972) выдвинул первую в современной науке обобщённую системную концепцию (1968), задачами которой, по его мнению, являются разработка математического аппарата описания разных типов систем, установление изоморфизма законов в различных областях знания и поиск средств интеграции науки. Эти задачи, однако, нашли реализацию лишь применительно к некоторым типам открытых (то есть обменивающихся со средой веществом, энергией и информацией) биологических систем.

В последней трети 20 в. выяснилось, что самоорганизация присуща неживой природе в той же степени, что и живой. Теория самоорганизации развивалась по нескольким направлениям, включавшим синергетику Германа Хакена, термодинамику неравновесных процессов Ильи Пригожина (1917—2003), теорию катастроф Рене Тома. Объект самоорганизации простых систем должен удовлетворять требованиям открытости (то есть обмениваться энергией и веществом с окружающей средой) и существенной неравновесности (то есть находится в критическом состоянии с потерей устойчивости). При соблюдении этих условий выход из критического состояния осуществляется скачком в качественно новое состояние с более высоким уровнем упорядоченности. С точки зрения парадигмы самоорганизации условием развития не

только живых, но и динамических систем вообще, является взаимодействием системы и окружающей ее среды.

После переоткрытия и проверки на разных объектах законов Менделя следующим шагом в развитии генетики стала хромосомная теория наследственности Томаса Гента Моргана (1866—1945). Используя в качестве объекта исследований дрозофилу, он установил, что гены линейно располагаются в хромосомах. Гены, находящиеся в каждой хромосоме, наследуются как единое целое. Однако, такое сцепленное наследование может нарушаться в результате обмена генетическим материалом между однотипными (гомологичными) хромосомами при так называемом кроссинговере. Процент кроссинговера указывает на расстояние между генами в хромосоме и может служить основой для построения генетических карт. В 1944 г. Освальд Теодор Эйвери, Колин Мак-Леод и Маклин Мак-Карти установили, что дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) является носителем генетической информации. Они показали, что с помощью чистой ДНК наследуемый признак может быть перенесен из одной клетки в другую. В 1953 г. Джеймс Уотсон (р. 1928) и Френсис Крик (р. 1916) предложили модель, описывающую структуру ДНК. Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, комплементарных друг другу и закрученных одна вокруг другой. Структура стабилизируется взаимодействиями между азотистыми основаниями обеих цепей. Такая структура хорошо объясняла процесс копирования (репликации) ДНК путем достройки дочерних цепей на разъединившихся родительских цепях. В 1961 г. благодаря работам Уоррена Ниренберга (р. 1927), Северо Очоа (1905—1993) и Хара Гобинда Кораны (р. 1922) стало ясно, каким способом последовательность нуклеотидов ДНК определяет расположение аминокислот в белковой молекуле. Оказалось, что каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами, расположенными в определенном порядке. Таким образом, был открыт генетический код. Эти открытия заложили основу для работ по генетической инженерии – технологии по введению в живые организмы чужеродных генов. В 1972 г. Пол Берг впервые получил такую конструкцию, соединив ДНК двух разных вирусов. Генноинженерные технологии позволили в начале 21 в. определить полную нуклеотидную последовательность генома человека.

Достижения генетики популяций в первой трети 20 в. в значительной степени способствовали развитию эволюционной теории и, в частности, созданию синтетической теории эволюции (СТЭ). СТЭ – это совокупность эволюционных представлений на основе теории Дарвина, классической генетики и экологии. Среди ученых, на работы которых опирается СТЭ, можно назвать Сергея Сергеевича Четверикова (1880—1959), Роналда Фишера (1890—1962), Джона Холдейна (1892—1964), Николая Владимировича Тимофеев-Рессовского (1900—1978), Сьюэлла Райта (1889—1988), Феодосия Григорьевича Добжанского (1900—1975), Джорджа Гейлорда Симпсона (1902—1984), Эрнста Майра (р. 1904). В 1942 г. выходит книга Джулиана Хаксли (1887—1975) «Эволюция: современный синтез». С этого момента возник термин «синтетическая теория эволюции». Согласно СТЭ наименьшей единицей эволюции является популяция. Основным движущим фактором эволюции является естественный отбор, основанный на отборе случайных и мелких мутаций. В качестве других факторов эволюции могут действовать изоляция и дрейф генов. Обмен генами возможен лишь внутри вида, вид представляет собой генетически защищенную систему. Эволюция за пределами вида практически прекращается, то есть образование родов семейств, отрядов и других систематических категорий высокого ранга происходит точно так же, как и видообразование. Эволюция непредсказуема и не направлена к конечной цели, то есть носит нефиналистический характер.

В 1928 г. Александр Флеминг (1881—1955), открыл сильное антибиотическое вещество, уничтожающее микробов даже при очень низкой его концентрации. Он назвал его пенициллином по наименованию выделяющей его плесени. Последующее получение чистого пенициллина Э. Б. Чейном и Х. У. Флори привели к тому, что в 1940 г. была создана реальная возможность для использования этого антибиотика в качестве лекарства.

В 20 в. происходит объединение науки с техникой, что привело не только к революционным техническим изобретениям, но и к научно-технической революции в целом. Смысл научно-технической революции заключается в коренном преобразовании производительных сил путем превращения науки в ведущий фактор производства. В 1903 г. братья Уилбер Райт (1867—1912) и Орвилл Райт (1871—1948) установили на своём планёре двигатель внутреннего

сгорания собственной постройки мощностью 8,85 квт (12 л.с.) и 17 декабря 1903 г. выполнили первый в мире успешный полёт продолжительностью 59 сек. В 1904—08 гг. они усовершенствовали свой самолёт в двух модификациях и совершили первый полёт по кругу продолжительностью 38 мин, а затем первый полёт с пассажирами на борту. Генри Форд (1863—1947) В 1892—93 гг. создал свой первый автомобиль с 4-тактным двигателем внутреннего сгорания (4 л.с.). В 1903 г. он основал «Форд мотор», которая впоследствии стала одной из крупнейших в мире автомобильных компаний. На своих заводах Форд широко внедрял стандартизацию и ввёл конвейерную сборку. Во второй половине 20 в. началось освоение космического пространства. В 1957 г. В СССР осуществлен запуск первого искусственного спутника Земли. Первый облет Луны и фотографирование ее обратной стороны осуществлены советской автоматической межпланетной станцией «Луна-3» в 1959 г.. 12 апреля 1961 г. Юрий Алексеевич Гагарин (1934—1968) впервые совершил облет земного шара на корабле «Восток». Спутники и космические зонды неоднократно запускались к внутренним планетам: российская «Венера», американские «Маринер» к Меркурию и «Викинг» к Марсу. С 1969 по 1972 год космические корабли «Аполлон» совершили несколько полетов на Луну и доставили туда людей. Первую высадку на Луне осуществили 21 июля 1969 г. Нил Армстронг (р. 1930) командир американского космического корабля «Аполлон-11», а также Эдвин Олдрин (р. 1930). Запущенные в 1972—1973 гг. американские зонды «Пионер-10» и «Пионер-11» достигли внешних планет – Юпитера и Сатурна. В 1977 г. к Юпитеру, Сатурну, Урану и Нептуну были также запущены «Вояджер-1» и «Вояджер-2». В апреле 1981 г. запущен первый космический корабль типа «шаттл», способный возвращаться на Землю. В 1994 г. космический аппарат «Галилео» достиг Юпитера и запустил зонд в его атмосферу. В июле 1997 г. американский космический зонд «Пасфайндер» опустился на поверхность Марса. Последние 30 лет исследовательские обитаемые станции (российские «Мир» и «Салют», американская «Скайлэб») играли важную роль в освоении космоса. Станция «Мир», выведенная на орбиту в 1986 г., закончила срок своей службы. С окончанием строительства международной космической станции, которая создается совместными усилиями Америки, России, Европейского

Космического Агентства, Японии, Канады и Италии, начнется эра аппаратов нового поколения.

Подводя итоги развитию науки в 20 в., можно заключить, что крупные изменения в основах научного мышления, а также ряд новых открытий в физике (электрона, радиоактивности) привели на рубеже 19—20 вв. к кризису классической науки нового времени и, прежде всего, к краху её философско-методологической основы – механистического мировоззрения. Кризис разрешился новой революцией в науке, которая началась в физике (М. Планк, А. Эйнштейн) и охватила все основные отрасли естествознания. Сближение науки с производством во 2-й половине 19 в. привело к тому, что в ней резко вырос объём коллективного труда. Это потребовало новых организационных форм её существования. Науку 20 в. характеризуют тесная и прочная взаимосвязь с техникой, всё более глубокое превращение науки в непосредственную производительную силу общества, возрастание и углубление её связи со всеми сферами общественной жизни, усиление её социальной роли. Современная наука составляет важнейший компонент научно-технической революции, её движущую силу. К середине 20 в. на одно из первых мест в естествознании выдвинулась биология, в которой совершены фундаментальные открытия (например, Ф. Криком и Дж. Уотсоном установлена молекулярная структура ДНК, открыт генетический код). Особенно высокие темпы развития характерны для тех направлений науки, которые, интегрируя достижения различных её отраслей, открывают принципиально новые перспективы решения крупных комплексных проблем современности (создание новых источников энергии и материалов, оптимизация отношений человека с природой, управление большими системами, космические исследования).

ЛОГИКА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ НАУКИ

История естествознания демонстрирует развитие науки, необратимого качественного ее изменения со временем. Существует несколько концепций развития науки. Концепция непрерывного последовательного накопления новых фактов и идей имеет немного сторонников в настоящее время. Концепция Томаса Куна (1922—1996) использует понятие парадигмы, под которым понимается «признанные всеми научные достижения, которые в течение опре-

деленного времени дают модель постановки проблем и их решений научному сообществу». Примерами парадигм являются, в частности, птолемеева астрономия, механика Ньютона. Естествознание развивается через смену парадигм, причем в критический момент старая парадигма может быть заменена несколькими вариантами. Выбор нового варианта зависит от стечения обстоятельств. Концепция развития науки Имре Лакатоса (1922—1974) исходит из того, что выбор научным сообществом одной из многих конкурирующих исследовательских программ может и должен осуществляться рационально, на основе четких критериев. И концепция Куна, и концепция Лакатоса опираются на узловые моменты истории науки, которые принято называть научными революциями. Научная революция – это изменение всей научной картины мира, в которой основные элементы научного знания представлены в обобщенном виде. Можно выделить три научные революции, которые привели к формированию трех естественнонаучных картин мира. По имени ученых, сыгравших в этих событиях наиболее заметную роль, их можно назвать аристотелевской, ньютоновской и эйнштейновской. Соответственно античная естественнонаучная картина мира сменялась на классическую, а затем на неклассическую.

В ряду общих закономерностей развития науки можно указать на следующие. Ещё в 1844 г. Ф. Энгельс сформулировал положение об ускоренном росте науки. Как показали современные исследования, это положение может быть выражено в строгой форме экспоненциального закона, характеризующего возрастание некоторых параметров науки, начиная с 17 в. Так, объём научной деятельности удваивается примерно каждые 10—15 лет, что находит выражение в ускорении роста количества научных открытий и научной информации. Развитию науки свойствен кумулятивный характер: на каждом историческом этапе она суммирует в концентрированном виде свои прошлые достижения. Всю историю науки пронизывает сочетание процессов дифференциации и интеграции. Освоение всё новых областей реальности и углубление познания приводят к дифференциации науки, к дроблению её на всё более специализированные области знания. Вместе с тем потребность в синтезе знания постоянно находит выражение в тенденции к интеграции науки. Полюсами мировоззренческой оценки науки являются сциентизм и антисциентизм. Для сциентизма характерны аб-

солютизация стиля и общих методов «точных» наук. Наука объявляется высшей культурной ценностью. Такие взгляды часто сопровождающиеся отрицанием социально-гуманитарной и мировоззренческой проблематики как не имеющей познавательного значения. Антисциентизм, напротив, исходит из положения о принципиальной ограниченности науки в решении коренных человеческих проблем. В своих крайних проявлениях его представители оценивает науку как враждебную человеку силу, отказывая ей в положительном влиянии на культуру.

Каково будущее науки? Станет ли она единственной сферой духовной культуры, которая поглотит «нерациональные» её области, как полагают сторонники сциентизма? Антисциентизм, напротив, обрекает науку либо на вымирание, либо на вечное противостояние антропологически трактуемой человеческой сущности. Останется ли наука способом производства и организации знаний, преодолевающим границы между её отдельными отраслями? Будет ли обогащаться содержание науки новыми методологическими элементами? Каковы границы науки, если они вообще есть? Бесконечна ли наука, или человек может её исчерпать? На эти вопросы можно ответить только *post factum*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Избранные труды по истории науки. —М., Наука, 1981. — 360 с.
2. Виргинский В.С., Хотеевков в.Ф. Очерки по истории науки и техники с древнейших времен до середины XV века. —М., Просвещение, 1993. — 288 с.
3. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. —М., 1999. — 640 с.
4. История биологии с древнейших времен до начала XX века. тт. 1, 2 / под ред. С.Р.Микулинского. —М, Наука, 1972. — 564. 659 с.
5. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. —М., Просвещение, 1982. — 448 с.
6. Овчинников Ю. А. Биоорганическая химия. —М. Просвещение. 1987. 816 с.
7. Очерки истории естественнонаучных знаний в древности (под ред. С. Р. Микулинского). —М., Наука, 1982.-278 с.
8. Соловьев Ю.И. История химии. Развитие химии с древнейших времен до конца XIX века. —М., Просвещение, 1976. — 367 с.
9. Фигуровский Н.А. История химии. —М., Просвещение, 1979. — 311 с.
10. Чолаков В. Нобелевские премии. Ученые и открытия. —М., Мир, 1986. — 368 с.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ЗНАНИЯ НА ДРЕВНЕМ ВОСТОКЕ	4
НАУКА ДРЕВНЕЙ ГРЕЦИИ	6
ЭЛЛИНИСТИЧЕСКО-РИМСКАЯ НАУКА	12
АРАБО-МУСУЛЬМАНСКАЯ СРЕДНЕВЕКОВАЯ НАУКА	15
ЕВРОПЕЙСКАЯ НАУКА РАННЕГО И РАЗВИТОГО СРЕДНЕВЕКОВЬЯ (V-XIV вв.).	18
НАУКА ЭПОХИ ВОЗРОЖДЕНИЯ (конец XIV- середина XVII вв.).	21
ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУКИ НОВОГО ВРЕМЕНИ (вторая половина XVII в.).	29
НАУКА ЭПОХИ ПРОСВЕЩЕНИЯ (XVIII в.)	35
ТРИУМФ КЛАССИЧЕСКОЙ НАУКИ (XIX в.).	43
НЕКЛАССИЧЕСКАЯ И ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКАЯ НАУКА (конец XIX – XX вв.).	59
ЛОГИКА И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ НАУКИ	73
ЛИТЕРАТУРА	76