

Цели дисциплины КСЕ. Взаимосвязь естественной и гуманитарной культур. Классификация научных методов. Научная картина мира. Экскурс в историю науки.

*Ограничение области знания лишь
небольшой группой людей ослабляет
философский дух народа и ведет к
духовному обнищанию*

А.Эйнштейн

- 1. Цели дисциплины «Концепции современного естествознания»**
- 2. Взаимосвязь естественной и гуманитарной культур**
- 3. Классификация научных методов**
- 4. Научная картина мира**
- 5. Экскурс в историю науки**
 - 5.1. Зарождение научных знаний**
 - 5.2. Начальный этап античной науки**
 - 5.3. Возникновение атомистики**
 - 5.4. Аристотель**
 - 5.5. Наука в послеаристотелевскую эпоху (Евклид, Архимед)**
 - 5.6. Научная революция Коперника**
 - 5.7. Галилей**
 - 5.8. Ньютон**
 - 5.9. Картина Вселенной Ньютона и парадокс Ольберса**

- 1. Цели дисциплины «Концепции современного естествознания»**

Основное назначение *дисциплины «Концепции современного естествознания»* КСЕ – повышение общекультурного статуса через ознакомление с естественно-научной культурой и уровня эрудиции в области современного естествознания, достижение высокого и устойчивого уровня профессионализма через фундаментализацию естественнонаучного образования.

Понятие «современное естествознание» является неотъемлемой частью мировой общечеловеческой культуры и охватывает множество естественнонаучных дисциплин, объединенных, как общими целями: построение единой естественнонаучной картины мира, так и рядом общих представлений не зависящих от специфики конкретной науки и опирающихся на общие концепции и законы.

Общепринятая иерархия уровня фундаментальности конкретных наук следует схеме: физика – химия – биология, что, очевидным образом, представлено в требованиях к обязательному содержанию курса и учитывается в настоящем курсе.

Общая концепция содержания дисциплины КСЕ сводится к следующим положениям:

- 1) Естествознание рассматривается как самостоятельная дисциплина со своим предметом и методами исследования.
- 2) Естествознание является одним из центров роста и объединения мировой культуры.

2. Взаимосвязь естественной и гуманитарной культур

Интенсивное развитие естественно-научного знания породило широко распространенное представление о наличии естественно-научной и гуманитарной ветвей культуры или даже «двух культур», как выразился в своей книге английский физик и писатель Ч. Сноу (1905—1980), говоривший об увеличивающемся разрыве, который наблюдается между ними. Действительно, существуют немалые различия между естественно - научным и гуманитарным познанием. Естествознание исследует повторяющиеся, универсальные, общие процессы в природе, облакая их в форму абстрактных моделей, а гуманитарное познание изучает социальные конкретные и уникальные явления, вероятность повторного появления которых мала.

Цели естествознания и гуманитарных наук также различаются. Если система естественных наук ищет способы выражения знания с позиций вневременных принципов, поиска объективных причин явлений, определения не только качественных, но и количественных свойств объекта, то цели гуманитарных исследований иные:

- Это прежде всего понимание объекта с конкретно-исторических, личностных позиций, толкование содержания объекта познания и своего отношения к нему, что часто приводит

к многозначности выводов при детерминации законов природы и общества.

Следует четко представлять различия между методологиями естественно-научного и гуманитарного познания, вытекающими из различия их предмета. В методологии естественных наук обычно не учитывают индивидуальность предмета, поскольку его становление произошло давно и находится вне внимания исследователя. Замечают только изменение. В истории же наблюдают самое становление предмета в его индивидуальной полноте.

Социальное познание дает саморазрушающийся результат в том смысле, что познание изменяет саму социальную реальность («Знание законов биржи разрушает эти законы», — говорил основатель кибернетики Н. Винер). Если в естественно-научном познании все единичные факторы равнозначны, то в социальном познании это не так. Поэтому методология гуманитарного познания должна не только обобщать факты, но и принимать во внимание индивидуальные факты. Исходный пункт гуманитарного исследования индивидуален (у каждого человека свое бытие), стало быть, метод тоже должен быть индивидуален, что не противоречит, конечно, целесообразности частичного пользования в гуманитарном познании приемами, выработанными другими учеными. В современной науке намечается тенденция к сближению естественно-научной и гуманитарной методологии, но все же различия, причем принципиальные, пока остаются.

3. Классификация научных методов

В основе познания реальности и формирования научной картины мира лежат объяснения явлений природы на основе фундаментальных понятий и физических принципов, рассматривающих строение и движение материи. Факты и явления в окружающем мире наблюдались на всем протяжении человеческой истории. Что нужно для того, чтобы они сложились в научную систему взглядов, сформировав научную картину мира, есть ли какие-то условия или предпосылки такого перехода?

Именно эти проблемы призвана решить наука. Имеется несколько подходов к определению понятия «наука». В наиболее общем случае полагают, что наука объединяет часть того, что входит в категорию «знание» как особый вид познавательной деятельности, направленной на выработку объективных, системно организованных и обоснованных знаний о мире.

Наука — система знаний о явлениях и процессах объективного мира и человеческого сознания, их сущности и законах развития. Наука, как социальный институт, есть сфера деятельности, в которой вырабатываются и систематизируются научные сведения о природе и обществе на основе применения научных методов.

Научный метод как таковой подразделяется на методы, используемые на каждом уровне исследований. Выделяются, таким образом, эмпирические и теоретические методы.

К эмпирическим методам относятся:

наблюдение — целенаправленное восприятие явлений объективной действительности;

описание — фиксация средствами естественного или искусственного языка сведений об объектах;

измерение — количественная характеристика свойств объектов;

сравнение — сопоставление объектов по каким-либо сходным свойствам или сторонам;

эксперимент — исследование в специально создаваемых и контролируемых условиях, что позволяет восстановить ход явления при повторении условий.

К теоретическим методам относятся:

формализация — построение абстрактно-математических моделей, раскрывающих сущность изучаемых процессов действительности;

аксиоматизация — построение теорий на основе аксиом (утверждений, доказательства истинности которых не требуется);

гипотетико-дедуктивный метод — создание системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых выводятся утверждения об эмпирических фактах.

Примечание:

-индукция — метод исследования и способ рассуждения, в котором общий вывод строится на основе частных посылок;

-дедукция — способ рассуждения, посредством которого из общих посылок следует заключение частного характера.

4. Научная картина мира

Научная картина мира — это научно-теоретическое отражение природы и мира в человеческом сознании, закрепленное в его знаниях. При этом имеются в виду не разрозненные монохромные «фотографические» картинки, а продолженное во времени восприятие проблем и направлений

изучения всеобщих закономерностей мира, обобщающих частные и общие научные вопросы. Понятие научной картины мира является одним из основополагающих в естествознании. На протяжении своей истории оно прошло несколько этапов развития и, соответственно, формирования научных картин мира по мере выдвижения в лидирующую группу той или иной отрасли наук, опирающейся на новую теоретическую, методологическую и аксио-логическую, т.е. ценностную, систему взглядов, принятых в качестве образца решения научных задач. Подобная система научных взглядов или установок, разделяемая преобладающим большинством научного сообщества, и называется научной парадигмой.

5. Экскурс в историю науки

В настоящем разделе кратко изложены ключевые моменты истории науки, начиная с зарождения научных знаний и кончая созданием Ньютоном классической механики.

5.1. Зарождение научных знаний

Человек добывал знания об окружающем его мире в суровой борьбе за существование. В этой борьбе обособились от животного мира его далекие предки, развились его руки и интеллект. От случайных и неосознанных применений палок и камней для защиты и добывания пищи он перешел к изготовлению орудий, сначала в виде грубо и примитивно обработанных кусков камня, затем ко все более совершенным каменным орудиям, к луку и стрелам, рыболовным снастям, охотничьим ловушкам. Величайшим завоеванием человека было получение и использование огня. В этой занявшей тысячи и тысячи лет эволюции формировалось сознание человека, развивалась речь, накапливались знания и представления о мире, возникли первые антропоморфные объяснения окружающих явлений, остатки которых сохранились и в нашем языке. Как и у первобытного человека, у нас солнце «ходит», месяц «смотрит» и т. д.

Другого способа понять природу, как уподоблять ее себе, живому существу, наделить ее чувствами и сознанием, у первобытного человека не было. Из этого источника развились и научные знания, и религиозные представления.

В библейском мифе о сотворении мира, записанном уже в эпоху развитого рабовладельческого общества, очень ярко

выражены эти антропоморфные представления о боге, который поступает подобно человеку-земледельцу: проводит мелиоративные работы (отделил воду от земли), зажигает огонь («да будет свет»), создает все окружающие вещи и после трудов отдыхает.

Наряду с этими фантастическими представлениями о природе человек обогащался реальными знаниями о небесных светилах, растениях и животных, о движении и силах, метеорологических явлениях и т. д. Накопленные знания и практические навыки, передаваясь от поколения к поколению, образовывали первоначальный фон будущей науки. По мере развития общества и общественного труда накапливались предпосылки для создания устойчивой цивилизации. Решающую роль здесь сыграло возникновение земледелия. Там, где сложились условия для получения устойчивых урожаев на одном и том же месте и из года в год, создавались поселения, города, а затем и государства.

Такие условия возникли в Северной Африке в долине Нила, ежегодные разливы которого оставляли на полях плодородный ил, в дельте между реками Тигр и Евфрат, где уже в IV тысячелетии до н. э. стали складываться древнейшие рабовладельческие государства, ставшие колыбелью современной науки. Система орошаемого земледелия, добыча металла (меди) и его обработка, развитие техники и изготовление орудий создали предпосылки для возникновения сложного общественного организма с развитой экономикой. Общественные потребности привели к появлению письменности: иероглифов в Египте, клинописи в Вавилонии, к возникновению астрономических и математических знаний.

Сохранившиеся до наших дней великие пирамиды Египта свидетельствуют о том, что уже в III тысячелетии до н. э. государство могло организовывать большие массы людей, вести учет материалов, рабочей силы, затраченного труда. Для этой цели необходимы были специальные люди, работники умственного труда. Хозяйственные записи в Египте вели писцы, которым принадлежит заслуга фиксации научных знаний своего времени. Известные памятники II тысячелетия: папирус Ринда, хранящийся в Британском музее, и Московский папирус— содержат решение различных задач, встречающихся в практике, математические вычисления, вычисления площадей и объемов. В Московском папирусе дана формула для вычисления объема усеченной пирамиды. Площадь круга египтяне вычислили, возводя в квадрат восемь девятых диаметра, что дает для π

достаточно хорошее приближенное значение - 3,15.

Определение времени начала разлива Нила требовало тщательных астрономических наблюдений. Египтяне разработали календарь, состоявший из двенадцати месяцев по 30 дней и пяти дополнительных дней в году. Месяц был разделен на три десятидневки, сутки - на двадцать четыре часа, двенадцать дневных, двенадцать ночных. Поскольку продолжительность дня и ночи менялась со временем года, величина часа была не постоянной, а менялась со временем года.

Высокого уровня достигли вавилонская математика и астрономия. Вавилоняне знали теорему Пифагора, вычисляли квадраты и квадратные корни, кубы и кубические корни, умели решать системы уравнений и квадратные уравнения.

Следует подчеркнуть, что математика египтян и вавилонян носила практический характер и выросла из потребностей хозяйственной и строительной практики. По мнению историков математики, вавилонская математика находилась на более высоком научном уровне, чем египетская. Но в области геометрии египтяне ушли дальше вавилонян.

Астрономия была первой из естественных наук, с которой началось развитие естествознания. Энгельс набросал схему развития естествознания, согласно которой сначала возникла астрономия из наблюдения смены дня и ночи, времен года и потому абсолютно необходимая для пастушеских и земледельческих народов. Для развития астрономии нужна была математика, а строительная практика стимулировала развитие механики.

Бесспорно, грандиозные сооружения древних государств (храмы, крепости, пирамиды, обелиски) требовали, по крайней мере, эмпирических знаний строительной механики и статики. При строительных работах находили применение простые машины: рычаги, катки, наклонные плоскости. Таким образом, практические потребности вызвали к жизни зачатки научных знаний; арифметики, геометрии, алгебры, астрономии, механики и других естественных наук. Этими краткими замечаниями мы и ограничимся.

Отметим в заключение, что значение начального периода в истории науки и культуры чрезвычайно велико. Не случайно историки математики уделяют большое внимание египетской и вавилонской математике. Здесь зародились зачатки математических знаний, сформировалась фундаментальная идея числа и основные операции с числами. Здесь были заложены основы геометрии. Здесь человек впервые описал звездное небо,

движения Солнца, Луны и планет, научился наблюдать небесные светила и создал основы измерения времени, заложил основы алфавитного письма.

Особенно велико было значение письменности — основы науки и культуры. Недаром Галилей в «Диалоге» воздал восторженную хвалу создателю письменности.

5.2. НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП АНТИЧНОЙ НАУКИ

Несмотря на огромные заслуги науки Древнего Востока, подлинной родиной современной науки стала Древняя Греция. Именно здесь возникла теоретическая наука, разрабатывающая научные представления о мире, не сводящиеся к сумме практических рецептов, именно здесь развивался научный метод. Если египетский или вавилонский писец, формулируя правило вычисления, писал: «поступай так», не поясняя, почему надо «поступать так», то греческий ученый требовал доказательства. Основатель атомистики **Демокрит** высказал по этому поводу замечательные слова: **«Найти одно научное доказательство для меня значит больше, чем овладеть всем персидским царством»**. Современная наука хорошо запомнила, кому она обязана своим рождением. Об этом свидетельствуют названия наук: **математика, механика, физика, биология, география** и т. д.; взятые из греческого языка научные термины греческого происхождения (масса, атом, электрон, изотоп и т. д.), употребление греческих букв в формулах и, наконец, имена греческих ученых: Фалеса, Пифагора, Демокрита, Аристотеля, Архимеда, Евклида, Птолемея и других, сохранившиеся в научной литературе.

Вавилонская и египетская наука, как было сказано, возникли из потребностей практики. Что касается теоретического мышления египтян и вавилонян, то оно не выходило за рамки мифологии; монополия на объяснение тайн принадлежала жрецам. Древние греки сумели возвыситься над этим уровнем и поставить задачу понимания природы без привлечения таинственных, божественных сил, такой, какова она есть.

В Древней Греции человеческий разум впервые осознал свою силу и люди стали заниматься наукой не только потому, что это нужно, но и потому, что это интересно, ощутили «радость познания», по выражению Аристотеля. Первые ученые стали называться **философами, т. е. «любителями мудрости»**, и в греческом обществе возникла потребность в учителях мудрости, для удовлетворения которой появилась профессия ученого и учителя.

Академия Платона и лицей Аристотеля были первыми в мире учебно-научными учреждениями, предшественниками современной высшей школы. Постепенно в Древней Греции появились специалисты и более узкого профиля: инженеры, врачи, астрономы, математики, географы и историки, а также научные учреждения типа Александрийского музея, предшественника современных научно-исследовательских институтов. Вместе с тем здесь зародилась научная информация в виде научных сочинений, лекций, диспутов и переписки ученых.

Итак, в Древней Греции возникли систематические научные исследования, научное преподавание, появились специалисты-ученые и научная информация.

Древняя Греция стала родиной и истории науки. Сведения о многих научных достижениях древнегреческих ученых нередко доходили до нас из текстов других ученых и греческих историков науки.

Возникновение греческой науки обычно относят к эпохе расцвета городов в Малой Азии (VII—VI вв. до н. э.). Ионические города Милет и Эфес, острова Средиземноморья, греческие колонии в Южной Италии — вот арена деятельности первых греческих ученых.

Греческая наука зарождалась в обстановке интенсивной политической и экономической жизни, бурных выступлений демоса (народа) против господства аристократических родов; она возникла на торговых путях, идущих из стран Востока. Динамическая социальная обстановка, быстрые общественные перемены рождали представления об изменениях в окружающем мире., «Все течет!» — утверждал философ Гераклит из Эфеса (около 530-470 гг. до н. э.). «Нельзя дважды войти в одну и ту же реку».

Родоначальник греческой науки Фалес Милетский (около 624—547 гг. до н. э.) и другие представители Ионийской школы: Анаксимандр (около 610—546 гг. до н. э.) и Анаксимен (около 585—525 гг. до н. э.) — выдвинули идею о материальной первооснове всех вещей, об их развитии из этой первоосновы. Так, Фалес считал, что такой основой является вода, Анаксимандр — некое бесконечное и неопределенное начало «апейрон», Анаксимен — воздух. Развивая эти воззрения, Гераклит создал представление о мире как о вечно вспыхивающем и вечно угасающем огне. «Мир, — утверждал Гераклит, — единый из всего, не создан никем из богов и никем из людей, а был, есть и будет вечно живым огнем, закономерно

воспламеняющимся и закономерно угасающим...»

Таким образом, в противовес религиозным представлениям о сотворении мира божественной силой из ничего первые греческие мыслители выдвинули идею вечности и несотворимости мира, идею диалектического развития. Почти одновременно с материалистическими представлениями ионийцев возникло идеалистическое направление в философии, развитое Пифагором (около 580—500 гг. до н. э.) и его учениками. Личность Пифагора окутана туманом легенд, и многие историки науки и философии считали самого Пифагора мифической личностью. Однако именно о Пифагоре сохранилось достаточное количество сведений биографического характера. Пифагор происходил из аристократического рода, ведущего свою родословную от мифического Геракла. Уроженец острова Самос, он принимал участие в политической борьбе аристократов и демократии на стороне аристократии и вынужден был бежать в Италию, где основал тайный союз. В политической борьбе союз был разгромлен, а Пифагор, по одним сведениям, был убит, по другим — умер в новом изгнании. Однако пифагорейская школа продолжала существовать и после смерти учителя. С ней связаны имена Филолая (конец V — начало IV в. до н. э.), знаменитого философа Сократа и астронома Аристарха Самосского, жившего в конце IV и первой половине III в. до нашей эры.

Влияние пифагорейской школы было весьма значительным, и в эпоху Галилея учение о движении Земли именовалось «пифагорейским учением», философия и идеология пифагорейцев была идеалистической. Центральным пунктом этой философии было учение о божественной роли чисел, которые, якобы, управляют миром. Пифагорейцы, приписывая числам мистические свойства, интерпретировали отдельные числа как совершенные символы: один - всеобщее первоначало, два — начало противоположности, три - символ природы и т. д. Они полагали, что любую вещь, любое явление мира можно выразить числами. Но так как они знали только рациональные числа, то, по преданию, открытие факта, что отношение длины диагонали квадрата к длине его стороны не является рациональным числом, вызвало у них смятение.

Мистика чисел оказалась очень живучей. Она фигурирует в религиозных воззрениях, в магии, астрологии, в идеалистических системах. Вместе с тем в идее пифагорейцев о важности числовых отношений в природе имеется и рациональное зерно: количественный анализ, математические соотношения сегодня составляют основу научного описания природы. Важнейшей

заслугой пифагорейцев является представление о шарообразности Земли и о ее движении. Пифагорейцы выдвинули так называемую пироцентрическую систему, в которой Земля, Солнце, Луна и планеты движутся вокруг центрального огня. Считая десять священным числом, пифагорейцы ввели десять подвижных сфер, вращающихся вокруг центрального огня. Так как древние знали лишь пять планет, кроме Земли, то пифагорейцам для получения священного числа десять пришлось ввести дополнительное небесное тело «противоземлю» (предвзятая догма приводила к ложным гипотезам).

Таким образом, сферы Земли и противоземли, Солнца, Луны, пяти планет и неподвижных звезд вращались вокруг центрального огня. Расстояния этих сфер от центра, по учению пифагорейцев, подчиняются простым числовым соотношениям. Вращающиеся сферы издают неслышимые гармонические звуки (музыка сфер).

В дальнейшем **Аристарх Самосский выбросил центральный огонь и противоземлю и, поместив в центре Вселенной Солнце, построил первую модель гелиоцентрической системы.** По-видимому, эта модель не была известна Копернику. В посвящении к своей книге он ссылается на учение о движении сфер вокруг центрального огня, изложенное пифагорейцем Филолаем.

Отметим, что наука Древней Греции с самого начала опиралась на знания, добытые в странах Древнего Востока. Но также с самого начала проявились в этой науке новые черты. Мыслитель Древней Греции стремился обсуждать проблему, логически обосновать то или иное положение. Эта черта особенно ярко проявилась в воззрениях последующих ученых: известных из истории философии элеатов, атомистов и Аристотеля.

Таким образом, уже на первом этапе возникновения науки были поставлены глубокие вопросы о строении и происхождении мира, о причине движения, о роли количественных отношений в природе и т. д. Пытаясь ответить на эти вопросы, ионийцы, пифагорейцы и элеаты положили начало теоретическому анализу природы, разработке научной картины мира. В этих первых попытках много наивного, фантастического, ложного, еще отсутствует проверка гипотез и представлений опытом и математическим анализом. Но уже высказана четкая идея о вечности материи, о развитии мира в силу естественных причин, построены первые модели Вселенной. На смену религиозным и

мифическим представлениям о возникновении и строении мира пришла наука.

5.3. ВОЗНИКНОВЕНИЕ АТОМИСТИКИ

Пытливое мышление древних греков выдвинуло концепцию элементов, из которых построена Вселенная устами нескольких ученых.

Впервые концепция элементов была выдвинута Эмпедоклом (около 490—430 гг. до н. э.), жившим в городе Акраганте (Агригенте) на острове Сицилия. «Эмпедокл, — говорил греческий философ и историк науки Теофраст, — предполагает четыре материальных элемента, а именно: огонь, воздух, воду и землю; эти элементы, будучи вечными, изменяются по числу и величине путем соединения и разделения. Существуют два начала в современном смысле этого слова, при помощи которых элементы приводятся в движение; эти начала — Любовь и Вражда, ибо элементы должны подвергаться двоякому движению, а именно: то соединению путем Любви, то разделению путем Вражды».

Таким образом, все разнообразие вещей, по Эмпедоклу, обусловлено сочетанием четырех различных элементов, а причиной изменения в природе является действие притягательных и отталкивающих сил, которые у Эмпедокла носят названия — Любовь и Вражда.

Чрезвычайно существенно, что Эмпедокл со всей ясностью утверждал всеобщее начало сохранения. Его элементы вечны и неразрушимы: «они остаются сами собой», «если бы они совсем погибли и их не было бы более, как бы возникла Вселенная? Откуда она бы явилась?» — спрашивает Эмпедокл. Они не могут и исчезнуть, «нет пространства, не наполненного ими». Вечность элементов и, следовательно, Вселенной обусловлена всеобщим началом сохранения: **«Ничто не может произойти из ничего, и никак не может то, что есть, уничтожиться».** С этого принципа Эмпедокла и начинается история законов сохранения, играющих такую фундаментальную роль в современной физике.

С V в. до н. э. центр греческой науки переместился в Афины. Здесь появились учителя мудрости — первые научные школы. В Афинах высокого уровня достигли искусство, литература. В эпоху Перикла был создан знаменитый Акрополь, великим скульптором Фидием воздвигнуты статуи, греческий драматург Софокл писал трагедии, ставившиеся на сцене греческого театра, Аристофан сочинял комедии. В Афины приезжали выдающиеся

представители греческой науки. Здесь учил математик Гиппократ, философ и физик Анаксагор (около 500—428 гг. до н. э.), создавший учение о «семенах» всех вещей и движущем начале «нуса» дух), сообщившем элементам материи вращательное движение, в результате которого образовалась Земля и все вещи. Анаксагор учил, что Луна, Солнце, планеты и звезды, которым египтяне и греки приписывали божественную природу, являются раскаленными камнями. За это смелое учение о материальности небесных светил он подвергся изгнанию из Афин и окончил свою жизнь в Малой Азии. Анаксагор был современником основателей атомистики Левкиппа и Демокрита (около 460—370 гг. до н. э.).

Демокрит был родом из фракийского города Абдера. Сохранились сведения о том, что он много путешествовал, был в Египте, Вавилоне, Персии, написал множество произведений по различным отраслям науки: математике, физике, философии и др. Но его сочинения не дошли до нашего времени, и о них мы знаем только из книг других авторов, по фрагментам, приведенным этими авторами. Тем не менее, основные положения теории Демокрита воспроизводятся во многих книгах по физике и философии почти одними и теми же словами. Вот эти принципы Демокрита:

1. Из ничего не происходит ничего. Ничто существующее не может быть разрушено. Все изменения происходят благодаря соединению и разложению частей.
2. Ничто не совершается случайно, но все совершается по какому-нибудь основанию и с необходимостью.
3. Не существует ничего, кроме атомов и чистого пространства, все другое только воззрение.
4. Атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме. В вечном падении через бесконечное пространство большие, которые падают скорее, ударяются о меньшие; возникающие из этого боковые движения и вихри служат началом образования мира. Бесчисленные миры образуются и снова исчезают одни рядом с другими и одни после других.
5. Различие между вещами происходит от различия их атомов в числе, величине, форме и порядке; качественного различия между атомами не существует. В атоме нет никаких «внутренних состояний»; они действуют друг на друга только путем давления и удара.
6. Душа состоит из тонких, гладких и круглых атомов, подобных атомам огня. Эти атомы наиболее подвижны, и движения их, проникающие в тело, производят все жизненные явления.

Атомное учение, пройдя через века, выдержало ожесточенную борьбу с идеализмом (еще Платон приказывал своим ученикам истреблять сочинения Демокрита) и, развиваясь, стало основой всего современного естествознания.

Сам Демокрит был крупным математиком. Одним из фундаментальных результатов его математических работ было доказательство, что объем пирамиды равен одной третьей объема призмы, а объем конуса - одной третьей объема цилиндра. В математических доказательствах Демокрита огромную роль играла атомистика. Атомами линии были точки, атомами поверхности — линии, атомами объемов — тонкие листки. Учение атомистов — монистическое учение, по которому материя и движение — основы бытия.

5.4. АРИСТОТЕЛЬ

Пелопоннесская война (431—404 гг. до н. э.) привела к упадку Афин и Афинской демократии. Происходили глубокие изменения и в идеологии. Материалистическая система ионийцев и атомистов вытеснилась идеалистической философией **Сократа** (469—399 гг. до н. э.) и его ученика Платона (427—347 гг. до н. э.). Появились учителя беспринципной диалектики — софисты, на которых был большой спрос в обострившейся политической борьбе внутри господствующего класса. Вместе с тем развивалось искусство диалога, умение логически мыслить, повышался интерес к строгим математическим доказательствам. Философ **Платон, основавший свою школу, так называемую «Академию Платона»,** высоко ценил математику, хотя сам, не был даровитым математиком. По преданию, над входом в Академию была надпись; **«Пусть не входит никто, не знающий математики».** В трудах Платона содержался и ряд интересных физических идей, однако в историю науки он вошел по преимуществу как **философ-идеалист.** Общество ощущало потребность в систематизированном научном знании, и на долю ученика Платона, знаменитого мыслителя древности Аристотеля выпала задача составить систематический свод научных знаний своего времени.

Аристотель родился в 384 г. до н. э. в городе Стагире, в северо-восточной области Греции. Город находился недалеко от границы с Македонией, и отец Аристотеля Никомах был придворным врачом македонского царя Аминты II. Сын Аминты Филипп, отец Александра Македонского, был другом детства Аристотеля, впоследствии, будучи царем, он пригласил Аристотеля в наставники к своему сыну Александру, будущему

знаменитому полководцу.

Восемнадцатилетний Аристотель прибыл в Афины в Академию Платона, однако Платона он там не застал, тот был в Сицилии. Академией руководил математик и астроном Евдокс Книдский (около 408—355 гг. до н. э.), впервые разработавший теорию движения планет вокруг Земли с помощью систем вращающихся сфер.

Около двух лет Аристотель пробыл в Академии до встречи с ее основателем и около двадцати лет вместе с Платоном до самой смерти своего учителя. После смерти Платона Аристотель с 343 по 339 гг. до н. э. жил в столице Македонии Пелле в качестве наставника Александра. В 336 г. до н. э. Аристотель вернулся в Афины, где основал свой Лицей.

Александр Македонский умер во время походов в 323 г. до н. э. После его смерти в Афинах взяла верх антимакедонская партия. Демосфен вернулся из изгнания, а Аристотель был изгнан на остров Эвбею, где и умер осенью 322 г. до н. э., пережив своего знаменитого ученика на один год. Но противники Македонии торжествовали недолго. В год смерти Аристотеля антимакедонские силы были разбиты, Демосфен покончил жизнь самоубийством. Так личная судьба Аристотеля переплелась с бурным и напряженным периодом политической истории Древней Греции. Научное наследие Аристотеля огромно. Оно образует полную энциклопедию научных знаний своего времени. Правда, в его трудах мы не находим математических и механических исследований.

Аристотель положил основание и истории науки. В его «Метафизике» мы находим мысли о возникновении науки и искусства, обзор и критический анализ результатов работ его предшественников. О многих античных ученых мы знаем только по сведениям, приводимым Аристотелем. Пожалуй, ни один ученый не оказывал такого длительного и глубокого влияния на развитие человеческой мысли, как Аристотель. Его воззрения принимались за истину в течение ряда столетий. В средневековых европейских университетах естествознание излагалось, по Аристотелю, которого называли предтечей Христа в истолковании природы. Последователей Аристотеля именовали **перипатетиками**, от греческого слова «перипатос» — место для прогулок (в этом месте находился Лицей).

Новому естествознанию пришлось вступить в борьбу с представителями перипатетической философии, которые, превратив в догмат некоторые положения Аристотеля, стали врагами научного прогресса. В теории Аристотеля были

высказывания, за которые ухватилась христианская церковь и объявила их каноническими догмами. Поэтому борьба против учения Аристотеля была нелегким и опасным делом. Противников Аристотеля легко можно было обвинить в выступлениях против религии, против авторитета церкви, в ереси. Известно, как беспощадно расправлялась церковь с еретиками.

Однако сам Аристотель был далеко не догматиком. «Древнегреческие философы, писал Энгельс, были все прирожденными, стихийными диалектиками, и Аристотель, самая универсальная голова среди них, уже исследовал существеннейшие формы диалектического мышления». Он не был и идеалистом, как его учитель Платон. Он признавал объективное существование материального мира и его познаваемость. Но одновременно он верил в существование богов, противопоставлял земной и небесный миры, искал высшую цель природы и т. п. Все это давало возможность церкви ухватиться за мертвое в философии Аристотеля и отбросить все живое — его пытливые искания, его стихийную диалектику и многие глубокие мысли. Современная физика нередко находит у Аристотеля интересные высказывания, звучащие весьма актуально.

Аристотель был крестным отцом физической науки. Название его книги, посвященной исследованию природы («физика»), стало названием физической науки. Сам Аристотель в начале своей книги определяет цели и задачи этой науки следующим образом: «Так как научное знание возникает при всех исследованиях, которые простираются на начала, причины или элементы путем их познания (ведь, мы тогда уверены в познании всякой вещи, когда узнаем ее первые причины, первые начала и разлагаем ее вплоть до элементов), то ясно, что и в науке о природе надо определить прежде всего то, что относится к началам».

Из этого высказывания Аристотеля вытекает, что наука о природе должна исследовать «первые причины» природы, ее «первые начала» и «элементы». Говоря современным языком, физика должна изучать основные закономерности (первые причины) и принципы («первые начала») природы и ее «элементы» («элементарные частицы»). Таким образом, физика является общей -теорией природы, основанной на фундаментальных законах и представлениях об основных элементах (частицах и полях в современной физике).

Современный теоретик разделяет этот взгляд Аристотеля на

задачи физики и работает над построением такой всеобъемлющей теории природы.

Прежде чем изложить физическую картину мира по Аристотелю, остановимся на его методе познания. В аристотелевской «физике», в отличие от современного учебника физики, мы не найдем ни математических формул, ни описаний опытов и приборов. Аристотель приходит к тем или иным выводам путем рассуждений, установления логических противоречий в выводах, следующих из тех или иных предположений. Такой метод, метод диалектики и логики, был в большом ходу у древних мыслителей. Сократ, выдвигая те или иные положения, ставил вопросы, придумывал ответы, сопоставлял эти ответы и показывал логическую противоречивость тех или иных ответов, кажущихся на первый взгляд очевидными. Тем самым он доказывал их неправильность, абсурдность.

Диалог, дискуссия были основным методом Сократа и его ученика Платона, сочинения которого прямо написаны в форме диалога, «Физика», «Метафизика» и другие труды Аристотеля, хотя формально и не являются диалогами, носят следы такого метода познания, и, несомненно, идеи Аристотеля вызревали в подобного рода дискуссиях и беседах. Читать его «Физику» очень трудно прежде всего потому, что мы не знаем этой первичной основы книги, нам нередко непонятно, откуда берется то или иное положение, тогда как для Аристотеля и его учеников это было совершенно ясным.

Громадная практика дискуссий, научных и политических, составляющих привычную картину духовной и общественной жизни древнего греческого города, послужила основным материалом для научных обобщений Аристотеля, и этот материал нам в своей массе недоступен. Поэтому так многое у Аристотеля кажется непонятным. Комментаторам Аристотеля во все времена было немало работы. | **Так или иначе метод эксперимента и математического анализа был отброшен Аристотелем.** Конечно, в эпоху рабовладения «ремесленное» искусство экспериментаторов не пользовалось и не могло пользоваться уважением. Рабовладелец ценил тонкую игру мысли, но к искусной работе рук он относился с пренебрежением, что не мешало ему ценить достижения художников и архитекторов. Аристотель был тонким наблюдателем и даже искусным экспериментатором, как это видно в особенности из его биологических работ. Но в своей «физике» он не апеллирует к опыту, полагаясь исключительно на силу логического анализа.

Совершенно ясно, что при таких методологических предпосылках «Физика» Аристотеля является скорее философским трактатом, чем руководством по естествознанию. В ней Аристотель обсуждает общие понятия науки о природе: понятия материи и движения, пространства и времени, разбирает действующие причины, вопрос о существовании пустоты, о конечном и бесконечном, о первичных качествах.

Аристотель признавал объективное существование материи, которая у него, однако, является своеобразным «текучим» понятием.

Физическая картина мира Аристотеля наряду с правильными и интересными мыслями содержит неверные положения. К таким утверждениям относится учение Аристотеля о существовании абсолютно неподвижного центра мира (Земли), о противоположности земного и небесного.

Все эти утверждения были канонизированы церковью и рассматривались в эпоху средневековья как абсолютная догма. Реальное земное тело не могло стать принадлежностью вечного, неразрушаемого небесного мира.

Пустота, невесомость, по Аристотелю, неестественны, невозможны. Аристотелевский физик — это человек, живущий в воздушной среде на неподвижной Земле, в поле тяготения этой Земли и не мыслящий мир без этих атрибутов. В соответствии с повседневными представлениями Аристотель принимает геоцентрическую систему мира и концепцию ограниченной Вселенной, расслоенной на сферы движения небесных светил. Естествознанию предстояло пройти длительный путь поисков и борьбы, чтобы прийти к иному миропониманию.

5.5. Наука в послеаристотелевскую эпоху

Войны Александра Македонского изменили лицо древнего мира и привели в соприкосновение греческую и восточную цивилизации. Из этого контакта возник сплав культуры, играющий большую роль в мировой истории, и в частности в возникновении и развитии христианства. На обломках распавшейся после смерти Александра огромной империи возникли новые государства, новые центры торговли, ремесла и культуры.

Полководцы Александр Селевк и Птолемей Лаг поделили между собой мир. Селевк и его преемники (селевкиды) обосновались в Азии. Птолемей и его преемники — в Африке. В этих государствах возникли новые центры экономической и культурной жизни: Пергам, Антиохия, остров Родос в Азии,

Александрия в Африке. Афины превратились в провинцию, хотя пульс философской и научной жизни продолжал еще биться и после смерти Аристотеля. Характер греческой науки и философии, однако, претерпел существенные изменения.

В истории науки и культуры древнего мира начался новый период, получивший название эллинистического (или греко-римский) и продолжавшийся от образования эллинистических государств (конец IV — начало III в. до н. э.) до завоевания Египта Римом (1 в. до н. э.).

Почти каждый ученый эллинистической эпохи был связан с Александрией если не личным контактом, то научной перепиской, которая в этот период получила большое развитие. Знаменитый Архимед сообщал свои результаты в форме писем, направленных из Сиракуз александрийским математикам. В Александрии жили и работали крупные ученые: геометр Евклид, географ и математик Эратосфен, астрономы Конон, Аристарх Самосский и позже Клавдий Птолемей. С Александрией были связаны жившие на острове Родосе математик Аполлоний Пергский, астроном Гиппарх и сиракузянин Архимед. Нередко эллинистический период в истории науки называют Александрийским.

В течение этого периода эллинская языческая культура уступает свои позиции новой, христианской культуре, вступившей в резкую оппозицию к язычеству, ярким выражением которой является разгром знаменитой Александрийской библиотеки, осуществленный христианами, и убийство женщины-астронома Гипатии (415 г. н. э.). Борьба завершается длительным господством религиозной идеологии в духовной жизни средневековья, подчинившей науку и культуру. Именно этим объясняется тот факт, что замечательные достижения античной науки оказались в значительной степени забытыми, а подавляющее большинство трудов древних авторов утраченными.

С самого начала религия (не только христианская) была врагом науки и свободной научной мысли. Следы этой вражды видны во всей истории науки, в том числе и в науке древности.

В развитии науки особенно важную роль сыграли Евклид и Архимед.

Евклид (жил в III в. до н. э.) подытожил и систематизировал математические знания своих предшественников, из коих его учителем был знаменитый ученый Евдокс Книдский. «Начала» Евклида представляют собой

изложение той геометрии, которая известна поныне под названием евклидовой геометрии. Она описывает метрические свойства пространства, которое современная наука называет евклидовым пространством. Евклидово пространство является ареной физических явлений классической физики, основы которой были заложены Галилеем и Ньютоном.

Это пространство пустое, безграничное, изотропное, имеющее три измерения. Евклид придал математическую определенность атомистической идее пустого пространства, а котором движутся атомы. Простейшим геометрическим объектом у Евклида является точка.

Бесконечность пространства характеризуется тремя постулатами: «От всякой точки до всякой точки можно провести прямую линию».

«Ограниченную прямую можно непрерывно продолжить по прямой».

«Из всякого центра и всяким раствором может быть описан круг».

Несколько позже Архимед дал еще одну характеристику евклидова пространства, приняв следующее допущение: «Из всех линий, имеющих одни и те же концы, прямая будет наименьшей». Прямая линия в евклидовой геометрии является геодезической линией, т. е. линией, имеющей наименьшую длину. Евклидово пространство является плоским.

Конечно, все эти особенности евклидова пространства были открыты не сразу, а в результате многовековой работы научной мысли, но отправным пунктом этой работы послужили «Начала» Евклида. Знание основ евклидовой геометрии является ныне необходимым элементом общего образования во всем мире.

Евклид заложил основы геометрической оптики, изложенные им в сочинениях «Оптика» и «Катоптрика». Основное понятие геометрической оптики — прямолинейный световой луч. Евклид принимает, что световой луч исходит из глаза (теория зрительных лучей), что для геометрических построений не имеет существенного значения. Он знает закон отражения и фокусирующее действие вогнутого сферического зеркала, хотя точного положения фокуса определить еще не может. Во всяком случае в истории физики имя Евклида как основателя геометрической оптики заняло надлежащее место. Великий математик, механик и физик древности Архимед наряду с Евклидом является ученым, имя которого известно каждому школьнику. Закон Архимеда веками не сходит со страниц школьных учебников физики.

АРХИМЕД

Архимед родился в 287 г. до н.э. в Сиракузах, на острове Сицилия. Сицилия была дальним западным форпостом греческой культуры. Здесь жил и умер Эмпедокл, сюда приезжал Платон осуществлять свои идеи об идеальной структуре рабовладельческого государства, и еще в годы детства Архимеда эпирский царь Пирр вел здесь войну с римлянами и карфагенянами, пытаясь создать новое греческое государство. В этой войне отличился один из родственников Архимеда — Гиерон, ставший в 270 г. до н. э. правителем Сиракуз. Отец Архимеда, астроном Фидий, был одним из приближенных Гиерона, и это открыло ему возможность дать сыну хорошее образование. Но Архимед не поехал в Афины, а отправился в Александрию, где у него сложились дружеские отношения с астрономом Кононом, математиком и географом Эратосфеном, с которыми он поддерживал в дальнейшем научную переписку.

Архимед вернулся в Сицилию зрелым математиком, однако первые его труды были посвящены механике. Интересно отметить, что Архимед в своих математических работах нередко опирается на механику. Он использует принцип рычага при решении ряда геометрических задач. Вообще говоря, Архимед был представителем математической физики, вернее, физической математики. Принцип рычага и учение о центре тяжести являются важнейшими (наряду с законом Архимеда) научными достижениями Архимеда в области механики.

Архимед был не только математиком и механиком. Он был одним из крупнейших инженеров своего времени, конструктором машин и механических аппаратов. Он изобрел машину для поливки полей («улитку»), водоподъемный винт и особенно успешно разрабатывал конструкции военных машин. Это был первый ученый, уделявший много внимания и сил военным задачам. К этому его побуждало политическое положение Сиракуз. Архимеду было 23 года, когда началась 1-я Пуническая война между Римом и Карфагеном, и 69 лет, когда началась 2-я Пуническая война, во время которой он и погиб (212 г. до н. э.).

В борьбе между Римом и Карфагеном вопрос об обладании Сицилией занимал важное место. Оба могущественных государства прилагали немало усилий, чтобы склонить на свою сторону Сиракузы. Гиерон и его преемники стремились всячески сохранить независимость, но понимали, что военное столкновение с Римом неизбежно, и готовились к грядущей тяжелой военной схватке. В оборонительных планах Сиракуз военная техника занимала видное место, и инженерный гений

Архимеда сыграл при этом огромную роль.

Под руководством Архимеда сиракузяне построили множество машин различного назначения. Когда римляне высадили в Сицилии сухопутное войско под предводительством Аппия Клавдия, а под стенами Сиракуз появился римский флот под командованием Марцелла, то наступила очередь Архимеда. Предоставим слово греческому историку Плутарху, написавшему биографию Марцелла: «При двойной атаке римлян (т. е. с суши и с моря) сиракузцы онемели, пораженные ужасом. Что они могли противопоставить таким силам, такой могущественной рати? Архимед пустил в ход свои машины. Сухопутная армия была поражена градом метательных снарядов и громадных камней, бросаемых с великой стремительностью. Ничто не могло противостоять их удару, они все низвергали пред собой и вносили смятение в ряды. Что касается флота, то вдруг с высоты стен бревна опускались, вследствие своего веса и приданной скорости, на суда и топили их. То железные когти и клювы захватывали суда, поднимали их в воздух носом вверх, кормом вниз и потом погружали в воду. А то суда приводились во вращение и, кружась, попадали на подводные камни и утесы у подножия стен. Большая часть находящихся на судах погибала под ударом. Всякую минуту видели какое-нибудь судно, поднятым в воздухе над морем. Страшное зрелище!...»

Попытка Марцелла противопоставить технике Архимеда римскую военную технику потерпела крах. Архимед разбил громадными камнями осадную машину «самбуку», и Марцеллу пришлось увести флот в безопасное место, дать приказ об отходе сухопутной армии и перейти к длительной осаде. Архимед погиб вместе с родным городом, убитый римским солдатом при взятии Сиракуз. Таким образом, Архимед вошел в историю как один из первых ученых, работавших на войну, как первая жертва войны среди людей науки.

Остановимся на результатах его исследований в области физики. Основные научные проблемы, выдвинутые развитием техники древнего мира, были в первую очередь проблемами статики. Строительная и военная техника была теснейшим образом связана с вопросами равновесия и подводила к выработке понятия центра тяжести. В основе строительной и военной техники лежал рычаг. Рычаг позволял поднимать большие тяжести, преодолевать значительные сопротивления, затрачивая относительно небольшие усилия. Он и основанные на нем машины помогли человеку «перехитрить» природу. Отсюда и пошло название «механика». Греческое слово «механе»

означало орудие, приспособление, осадную или театральную машину, а также уловку, ухищрение.

В течение многих веков механика рассматривалась как наука о простых статических машинах. Ее основой была теория рычага, изложенная Архимедом в сочинении «О равновесии плоских фигур».

Архимед использовал полученные им в механике результаты для формулировки математических выводов. Так, он использует закон рычага при вычислении площади параболического сегмента и объема шара. Эти вычисления Архимеда являются начальным этапом интегрального исчисления.

Переходим теперь к знаменитому закону Архимеда. Этот закон изложен в сочинении «О плавающих телах».

Сиракузы были портовым и судостроительным городом. Вопросы плавания тел ежедневно решались практически, и выяснить их научные основы, несомненно, казалось Архимеду актуальной задачей. Правда, существует легенда, что Архимед пришел к своему закону, решая задачу, содержит ли золотая корона, заказанная Гиероном мастеру, посторонние примеси или нет. Но задача, поставленная Гиероном, требовала знания объема короны и объема золота того же веса и, собственно, закона Архимеда для своего решения не требовала.

Вероятно, мотивы работы Архимеда были все же более глубокими. Он разбирает не только условия плавания тел, но и вопрос об устойчивости равновесия плавающих тел различной геометрической формы. Научный гений Архимеда в этом сочинении, оставшемся, по-видимому, незаконченным, проявляется с исключительной силой. Полученные им результаты получили современную формулировку и доказательство только в XIX в.

Основы гидростатики были заложены Архимедом и лишь в конце XVI и первой половине XVII столетия были развиты Стевиным, Галилеем, Паскалем и другими учеными.

Кроме математики и механики, Архимед занимался оптикой и астрономией. Сохранилась легенда о том, что Архимед использовал в борьбе с римским флотом вогнутые зеркала, поджигая корабли сфокусированными солнечными лучами. Имеются сведения о том, что Архимедом было написано не дошедшее до нас большое сочинение по оптике под названием «Катоптрика». Из дошедших до нас отрывков, цитируемых древними авторами, видно, что Архимед хорошо знал зажигательные действия вогнутых зеркал, проводил опыты по преломлению света, знал свойства изображений в плоских, выпуклых и вогнутых зеркалах.

О занятиях Архимеда астрономией свидетельствуют рассказы о построенной им астрономической сфере, захваченной Марцеллом как военный трофей, и сочинение «Псаммит», в котором Архимед подсчитывает число песчинок во Вселенной. Сама постановка задачи представляет большой исторический интерес: точное естествознание впервые приступило к подсчетам космического масштаба, пользуясь неудобной системой чисел. Результат, полученный Архимедом, выражается в современных обозначениях числом 10^{63} . Кроме того, в сочинении Архимеда впервые в истории науки сопоставляются две системы мира: геоцентрическая и гелиоцентрическая. Архимед указывает, что «большинство астрономов называют миром шар, заключающийся между центрами Солнца и Земли».

Архимед сообщает далее, что Аристарх Самосский предполагает мир гораздо большим. «Действительно, он предполагает, что неподвижные звезды и Солнце находятся в покое, а Земля обращается вокруг Солнца по окружности круга, расположенного посередине между Солнцем и неподвижными звездами...» Архимед интерпретирует мысль Аристарха как равенство отношения размеров мира к размерам Земли, отношению радиуса сферы неподвижных звезд к радиусу земной орбиты. Таким образом, Архимед принимает мир хотя и очень большим, но конечным, что позволяет ему довести свой расчет до конца.

Архимед — вершина научной мысли древнего мира. Последующие ученые — Герон Александрийский (I—II вв. до н. э.), Папп Александрийский (III в. н. э.) — мало что прибавили к наследию Архимеда, и их труды по механике носят компилятивный характер.

Со времен Герона и Паппа механику стали принимать как науку о простых машинах, из которых основными считались пять: ворот, рычаг, блок, клин и винт. Последние две машины основаны на свойствах наклонной плоскости, закон действия которой не был известен ни самому Архимеду, ни последующим древним и средневековым авторам.

Говоря об оптике древности, следует отметить, что древние ученые, в том числе и Архимед, сделали ряд интересных наблюдений по преломлению света и метеорологической оптике. Однако точный закон преломления им не был известен. Великий астроном древнего мира Клавдий Птолемей, с удивительным искусством разработавший теорию движения планет по геоцентрической системе мира, производил довольно точные измерения углов падения и преломления света в воде, в стекле.

Однако из своих данных он не вывел закон преломления и считал угол преломления пропорциональным углу падения. Такой формулировкой закона преломления пользовался и Кеплер, да и сейчас в элементарных учебниках при выводах формул линз, полагая углы падения небольшими (оптика «нулевых пучков»), заменяют синусы углов самими углами.

5.6. Научная революция Коперника

«Революционным актом, которым исследование природы заявило о своей независимости и как бы повторило лютеровское сожжение папской буллы, было издание бессмертного творения, в котором Коперник бросил, хотя и робко и, так сказать, лишь на смертном одре вызов церковному авторитету в вопросах природы. Отсюда начинается свое летосчисление освобождение естествознания от теологии, хотя выяснение между ними отдельных взаимных претензий затянулось до наших дней и в иных головах далеко еще не завершилось даже и теперь». Так охарактеризовал Энгельс значение великого творения Коперника, сыгравшего огромную роль не только в истории естествознания, но и в истории мировой культуры.

Геоцентрическое мировоззрение опиралось на длительный общечеловеческий опыт. Человек пахал землю, строил города, не подозревая, что Земля с огромной скоростью движется в мировом пространстве. Он ежедневно наблюдал восход и заход Солнца, суточное движение звезд, которые вращались вокруг Земли самым явным образом. Гениальные догадки Аристарха Самосского и пифагорейцев о движении Земли настолько противоречили этому повседневному опыту, что не смогли оставить глубокого следа в сознании людей и, наоборот, только укрепляли позиции сторонников геоцентризма. Вдобавок это укоренившееся мировоззрение было освящено авторитетом церкви. В «Библии» описывалось, как полководец Иисус Навин приказал Солнцу: «Стой, Солнце!» И по воле бога Солнце остановилось и стояло до тех пор, пока полководец не взял город. Это библейское сказание выдвигалось как неопровержимый аргумент в пользу геоцентрического мировоззрения.

Сторонникам нового мировоззрения необходимо было огромное мужество, чтобы выступить против многовековой традиции. Такое выступление носило характер подлинной революции в мировоззрении.

Николай Коперник, сын краковского купца, родился 19

февраля 1473 г. в городе Торуне на Висле. Он учился сначала в Краковском университете, затем в Болонье и Падуе, где изучал право и медицину. Одновременно Коперник с большим увлечением занимался математикой и астрономией, проводил астрономические наблюдения. После десятилетнего пребывания в Италии, получив докторскую степень, Коперник вернулся на родину разносторонне образованным ученым, с обширными познаниями в области математики, астрономии, права, медицины, философии, греческих и новых языков. С 1512 г. он занимает должность каноника во Фромборке, главном городе Вармии, руководя не только церковными, но и хозяйственными, дипломатическими и военными делами своей епархии. Во время войны с тевтонским орденом он руководил обороной Ольштыня, разрабатывал проект монетной системы, реконструировал водопровод во Фромборке, лечил больных, судил и т. п. В этих условиях он не прекращал научных занятий и напряженно работал над своим трудом.

В 1530 г. он изложил основные положения своей теории в рукописном сочинении «Малый Комментарий».

Коперник выбирает из множества бесконечных, равноправных точек отсчета одну — центр Солнца и строит модель солнечной системы, представляя планеты движущимися вокруг Солнца по круговым орбитам. Такая конкретная модель могла «работать» и могла быть проверена практическими наблюдениями. Большая часть его книг содержит таблицы и расчеты, относящиеся к той видимой части Вселенной, которую с древних времен наблюдал и исследовал человек. Книга Коперника—и в этом заключается ее огромное стимулирующее значение — поставила перед наукой ряд важных проблем. Перед астрономией она поставила задачу проверить соответствие новой теории фактам. Надо было уточнить наблюдения движения планет и выяснить, соответствуют ли эти наблюдения модели Коперника. В случае расхождения возникала задача выяснения его причин: происходят ли они от неправильности самой теории или от того, что теория, верная в своей основе, должна быть уточнена в деталях. Решение этой задачи потребовало от астрономов больших усилий при тогдашнем состоянии экспериментальных средств.

Сведения о новом учении дошли до папских кругов, и в 1536 г. кардинал Шонберг обратился к Копернику с письмом, в котором просил прислать подробное изложение теории с

таблицами для вычисления положения планет. Однако первым адептом нового учения стал профессор математики Виттенбергского университета Георг Иоханн Ретик. Виттенберг был протестантским городом, сам Ретик учился в Цюрихе, где жил и учил реформатор Цвингли, и, таким образом, протестанты сыграли видную роль в распространении нового учения, созданного католиком. В 1539 г. в Гданьске было напечатано подробное изложение системы Коперника, сделанное Ретиком. Ретик настойчиво убеждал Коперника опубликовать его работу и в конце концов получил рукопись для издания. Он решил напечатать ее в Нюрнберге, где была большая типография. Весной 1542 г. он приехал в Нюрнберг, чтобы лично проследить за печатанием. Не дождавись окончания работы, он поручил нюрнбергскому математику и лютеранскому богослову Осиандеру довести дело до конца. Книга была показана Копернику, когда он был тяжело болен, за несколько дней до его смерти, последовавшей 24 мая 1543 г. Великое творение Коперника начало свою бессмертную жизнь после смерти своего создателя.

5.7. Галилей

Следующий решающий шаг в борьбе за систему Коперника и новое мировоззрение был сделан Галилеем. Бруно рассматривал и развивал учение Коперника с философских позиций, Кеплер привел систему Коперника в соответствие с последними данными астрономии, Галилей же обосновал систему Коперника физически, и его борьба за нее слилась с выработкой основ новой физики, пришедшей на смену аристотелевской. Существенно, что непригодность аристотелевской физики была осознана еще до Коперника. Великий художник эпохи Возрождения Леонардо да Винчи уже ясно понимал, что наука должна строиться на опыте и на математическом расчете, и сам проводил эксперименты, приходя к результатам, предваряющим последующие выводы Галилея. Леонардо да Винчи пошел также против учения о противоположности земного и небесного. Земля такое же небесное тело, как и Луна, и держится свободно в пространстве, окруженная своими элементами, как и Луна. Но Леонардо не публиковал своих размышлений, они остались в его записных книжках, записанные к тому же в зеркальном изображении. Поэтому современники и потомки не могли воспользоваться его результатами.

Галилео Галилей родился 15 февраля 1564 г. в семье

небогатого пизанского дворянина. Пиза и Флоренция города Тосканы, находившиеся в то время под властью богатой фамилии Медичи. Галилей учился в Пизанском университете. Сначала он изучал медицину, однако впоследствии оставил медицинский факультет и стал изучать математику и философию. Одаренный юноша обратил на себя внимание. Уже в двадцати-двадцатилетнем возрасте он издает небольшое сочинение о сконструированных им гидростатических весах. В 1589 г. его назначают профессором Пизанского университета, где он читает лекции по математике и философии. Хотя в эти годы он открыто не выступает против перипатетиков, представители схоластики относятся к нему недоброжелательно. Это обстоятельство, равно как и недостаточность получаемого им содержания, вынуждает Галилея принять предложение правительства Венецианской республики занять место профессора университета в Падуе.

В Падуе Галилей провел 18 лет, с 1592 по 1610 г., сделав здесь ряд важнейших открытий, принесших ему мировую славу. Именно здесь он начал борьбу за систему Коперника, в справедливость которой уверовал, вероятно, еще в Пизе, но защиту которой считал очень трудным делом. В 1597 г. он писал:

«К мнению Коперника я пришел много лет назад и, исходя из него, нашел причины многих явлений природы, далеко не объяснимых с помощью обычных гипотез. Написал многие соображения и опровержения противных аргументов, которые, впрочем, опубликовать не решился, устрешенный судьбой учителя нашего Коперника. У немногих стяжал он бессмертную славу и бесчисленным множеством, ибо таково число глупцов, осмеян и освистан».

В конце 1615 г. Галилей, услышав, что в Риме «хотят прийти к некоторому решению» относительно системы Коперника, едет в Рим, чтобы защитить новое учение и, как он хорошо понимал, самого себя от обвинения в ереси. По сохранившимся свидетельствам современников, Галилей защищался с блеском. Так, в одном из писем того времени мы читаем: «Вы испытали бы большое удовольствие, если бы слышали Галилея, рассуждающим в кружке 15—20 человек, заседающих на него то в одном, то в другом доме. Он так уверен в своем *деле*, что всех их высмеивает. И, если он не убедит в справедливости своего мнения, то, во всяком случае, докажет ничтожность аргументов, какими противники хотят повергнуть его на землю».

Но блестящие аргументы производили на церковников противоположное действие, они все больше убеждались в опасности для церковного мировоззрения системы Коперника.

5 марта 1616 г. декретом учрежденной при инквизиции конгрегации книга Коперника была запрещена, а учение о движении Земли было признано противным священному писанию. 6 марта 1616 г. посланник герцога Тосканского доносил герцогу:

«Вчера была созвана конгрегация, чтобы объявить мнение Коперника ложным и еретичным. Коперник и другие авторы, о том писавшие, будут или подвергнуты исправлению или запрещены. Лично Галилей, полагаю, не пострадает, если будет достаточно благоразумен, чтобы хотеть и мыслить так, как святая церковь хочет и мыслит. Но он слишком горячится, безмерно страстен и слишком мало имеет благоразумия, чтобы побороть себя».

Постановление конгрегации, понятно, не убедило Галилея, и он оставался приверженцем системы Коперника, хотя, конечно, уже не мог ее проповедовать открыто. Но, поскольку формально Галилею не запрещалось критиковать Птолемея и Аристотеля, он продолжал разрушительную критику схоластической науки, одновременно закладывая основы новой науки.

Еще будучи в Пизе, Галилей путем эксперимента **опроверг учение перипатетической физики о пропорциональности скорости падения тела силе тяжести.** Сброшенные со знаменитой наклонной башни шары, чугунный и деревянный, одинакового размера упали почти одновременно, и Галилей с полным основанием приписал различие в скорости сопротивлению воздуха. Опыт Галилея имел огромное методологическое значение. Эксперименты с падением тел проводил и Леонардо да Винчи. Но только Галилей ясно указал, что для получения научных выводов из опыта необходимо устранить побочные обстоятельства, мешающие получить ответ на заданный природе вопрос. Надо уметь видеть в опыте главное и отвлекаться от несущественных для этого явления фактов. Поэтому Галилей, в отличие от Леонардо, брал тела одинаковой формы и одинакового размера, чтобы сосредоточить внимание на главном—зависимости скорости падения от силы тяжести и добился успеха. Он отвлекся от бесчисленного множества других обстоятельств: состояния погоды, состояния самого экспериментатора, температуры, химического состава бросаемых тел и т. д. Таким

образом, **простой опыт Галилея по существу явился подлинным началом экспериментальной науки.** Галилей повторял и варьировал его неоднократно. Он изучал падение тел в лабораторных условиях, на наклонной плоскости, на маятнике, искал точное количественное соотношение между скоростью и временем падения, пройденным путем и временем падения и т. д. **Результаты этих опытов и их теоретический анализ послужили основой механики, обессмертив имя Галилея как зачинателя нового естествознания. Работы Галилея по механике, астрономии, сопротивлению материалов, акустике, оптике связаны в единое целое, подчинены общей цели — утверждению новой науки и нового мировоззрения.**

5.8. Ньютон

Достигнутые опытным естествознанием результаты получили завершение в работах великого английского ученого Исаака Ньютона. Научное наследие Ньютона сводится к трем основным областям: математике, механике и астрономии, оптике. В математике Ньютон разделяет с немецким ученым и философом Готфридом Вильгельмом Лейбницем (1646— 1716) славу создателя дифференциального и интегрального исчисления. Важнейшим научным достижением Ньютона было создание теории движения планет и связанное с этим открытие закона всемирного тяготения, положенного в основу физического обоснования гелиоцентрической системы.

Ньютон жил и работал в знаменательную историческую эпоху, оказавшую огромное влияние на дальнейшее историческое развитие Англии и не только Англии. В год рождения Ньютона началась английская революция, в год поступления Ньютона в Кембридж началась реставрация. В 1688 г. произошла так называемая «Славная революция», т. е. компромисс между борющимися за власть буржуазией и дворянством. В ньютоновскую эпоху Англия сформировалась как крупнейшая морская держава, сломившая морское могущество Испании и Голландии и сделавшая решающий шаг в капиталистическом развитии.

Страна жила напряженной политической жизнью, в ней боролись сторонники самых разнообразных политических идей — от приверженцев абсолютной монархии до идеологов уравнительного коммунизма. Бесконечно разнообразны были религиозные теории — от сторонников католицизма (папистов)

и англиканской церкви до крайних пуритан и атеистов. Наконец, это была эпоха расцвета опытной науки, провозглашенной Бэконом, эпоха организации Лондонского Королевского общества, эпоха Бойля, Гука, Галлея.

Ньютон родился 25 декабря 1642 г. старого стиля, т. е. 4 января 1643 г. по новому стилю, в деревушке Вульсторп в графстве Линкольн (Линкольншир), в семье деревенского фермера, умершего незадолго до его рождения. До двенадцатилетнего возраста его воспитывала бабушка. В двенадцать лет Ньютона отдали в городскую школу в Грантаме. По окончании школы он возвратился в родную деревню. Из будущего ученого пытались сделать деревенского фермера. Но юноша не обнаруживал склонности к сельскому хозяйству, и по совету дяди, воспитанника Кембриджского университета, был отправлен обратно в Грантам для подготовки к поступлению в университет.

По своей структуре университет представлял совокупность отдельных колледжей, каждый из которых был нечто вроде самостоятельной общины. Члены этой общины (феллоу) жили и работали в колледже, образуя замкнутую корпорацию, нечто вроде монашеского ордена. Наиболее бедные члены этой общины — «сабсайзеры», не имевшие возможности платить за свое содержание, обязаны были прислуживать членам колледжа. В качестве «сабсайзера» Ньютон был принят в колледж Святой Троицы (Тринити-колледж) в 1661 г. Одним из учителей Ньютона был профессор Исаак Барроу, занимавший Люкасовскую кафедру, названную так по имени человека, завещавшего средства на ее содержание.

Мы уже видели, что потребность в создании новой математики, математики переменных величин, была остро насущной. Эта математика постепенно создавалась усилиями ученых различных стран, начиная с Кеплера, Галилея и Декарта. Проблема квадратуры криволинейных площадей и проведение касательных к кривым, проблема максимума и минимума успешно решались для отдельных случаев рядом математиков и физиков. Но только Ньютон и Лейбниц разработали общий метод решения таких задач. Ньютон назвал свой метод исчислением флюксий, именуя этим термином то, что мы ныне подразумеваем под производной.

Открытия, сделанные Ньютоном, «носились в воздухе», они относились к актуальным научным проблемам того времени, над которыми размышляло немало ученых, приходя с разных сторон к одинаковым или почти одинаковым выводам.

Механика, математика и оптика созрели для завершающих открытий, и Ньютон выполнил эту завершающую работу с исчерпывающей полнотой и гениальностью.

Знаменитые «Математические начала натуральной философии» Ньютона вышли в свет в 1687 г., спустя 144 года после того, как Коперник опубликовал свою систему мира. Эта система получила динамическое обоснование и стала прочной научной теорией. Три закона Ньютона завершают труды Галилея, Декарта, Гюйгенса и других ученых по созданию классической механики и вместе с тем создают прочную основу для плодотворного ее развития.

Знаменитый французский математик Ж. Лагранж называл Ньютона величайшим гением и пояснял: «Систему мира можно установить только один раз».

На могиле автора «Начал» была высечена эпитафия английского поэта А. Попа:

Природы строй, ее закон
В извечной тьме таился.
И бог сказал: «Явись, Ньютон!»
И всюду свет разлился.

Так что же такое система мира Ньютона? Что говорит она об окружающем мире, о нашей Вселенной? Система мира Ньютона владела умами людей более двухсот лет, и поэтому она не могла не оказать самого серьезного влияния на мышление и мировоззрение многих поколений.

5.9. Картина Вселенной Ньютона и парадокс Ольберса

Итак, прежде всего Вселенная по Ньютону бесконечна, и, кроме того, выражаясь языком современного физика, она стационарна, вечна. Движение тел в ней описывается законами Ньютона. Не следует забывать о том, что Ньютон был человеком глубоко религиозным. Сама идея вечности Вселенной с эстетической и философской точек зрения весьма привлекательна.

Разнообразие небесных объектов, хорошо известное уже в XVII веке, ученый объяснял с теологических позиций. Философия Ньютона, его система мира долгое время устраивала всех. Это был тот редкий случай, когда научная теория (именно теория, система, а не догма) не вызывала возражений со стороны

церкви: вечный и безграничный мир был создан Творцом.

Правда, одна неприятность со Вселенной Ньютона обнаружилась довольно скоро.

Эта неприятность называется парадоксом Ольберса. Бременский врач с большой практикой и в то же время астроном-любитель Г. Ольберс (1758—1840) среди профессиональных астрономов своего времени пользовался непререкаемым авторитетом.

Суть парадокса Ольберса состоит в следующем. Пусть мы живем в бесконечной Вселенной Ньютона (из этого положения, разумеется, исходил Ольберс). Попробуем провести мысленный эксперимент. Окружим нашу Землю воображаемой сферой достаточно большого радиуса. Тогда внутри этой сферы окажется какое-то число звезд (для нас сейчас абсолютно неважно, какое именно), которые дадут определенный вклад в яркость нашей сферы.

Удвоим теперь радиус сферы. Если предположить, что все звезды одинаковы по своей яркости и равномерно распределены в пространстве, при операции удвоения радиуса должна увеличиться и яркость ночного неба.

Действительно, хотя при такой операции яркость самых далеких звезд уменьшится в 4 раза, так как она зависит от расстояния как $1/r^2$, но количество звезд внутри сферы прямо пропорционально ее объему, то есть r^3 , и поэтому общая яркость ночного неба возрастет. В конце концов, мы получим такую картину: ночное небо должно быть таким же ярким, как наше Солнце!

Сам Ольберс пытался спасти положение, «вводя» в космическое пространство поглощающую свет среду, но на самом деле в этом случае поглощающий газ должен был бы нагреваться до высокой температуры и излучал бы почти столько же энергии, сколько поглощал. Парадокс оставался неразрешимым.

В чем же дело?

Цель рассуждений Ольберса о яркости неба, равной примерно яркости нашего Солнца, безупречна. Законы Ньютона незыблемы. Может быть, Вселенная устроена не так, как она виделась Ньютону?

Заглянуть глубже в тайны мироздания, чем это сделал Ньютон, долгое время казалось невозможным. Лишь в начале нашего века в 1915 году появилась работа А. Эйнштейна, которая в конце концов, заставила пересмотреть систему мира Ньютона, и, заметим, самым радикальным образом. Здесь нельзя не

вспомнить уже упоминавшуюся эпитафию А. Попа, на которую после появления работ Эйнштейна «вышло дополнение»:

...

Но сатана недолго ждал реванша

Пришел Эйнштейн, и стало все, как раньше.

Список используемой литературы

1. Кудрявцев П.С. Курс истории физики, М. Просвещение, 1982, 448стр.
2. Горбачев В.В., Безденежных В.М. Концепции современного естествознания, М., Экономистъ, 2004, 446 стр.
3. Горелов А. А., Концепции современного естествознания, М., Высшее образование, 2005, 336 стр.
4. Мухин Л.М., Мир астрономии, М., Молодая гвардия, 1987, 207 стр.