

современное образование

В.А. Соломатин

История и концепции современного естествознания



**Per
Se**

УДК 50
ББК 20
С 60

Рецензенты:

В.С. Кусов, доктор географических наук,
профессор (МГУ им. Ломоносова),
В.А. Гуриков, кандидат технических наук, доцент
(Институт истории естествознания и техники
Российской Академии наук)

Рукопись обсуждена на кафедре
социально-гуманитарных наук
Московского государственного университета
по землеустройству
(зав. кафедрой докт. ист. наук проф. Б.П. Болдырев).

Соломатин В.А.

С 60 История и концепции современного естествознания:
Учебник для вузов. — М.: ПЕР СЭ, 2002. — 464 с. (Со-
временное образование)

ISBN 5-9292-0035-1

В учебнике представлена эволюция взглядов на мир и природу с древнейших времен до нашего времени. Наука и ее история рассматриваются во взаимодействии с иными формами духовной культуры — мифологией, философией, религией, искусством, моралью. Большое внимание в книге уделено биографиям выдающихся ученых, происхождению научных терминов.

Для преподавателей и студентов вузов и колледжей, может быть интересен учителям и учащимся средних школ и всем тем, кого занимают проблемы мировоззрения.

ISBN 5-9292-0035-1

© Соломатин В.А., 2002
© «ПЕР СЭ», оригинал-макет,
оформление, 2002

Содержание

Предисловие	3
Введение	6
1. Наука как часть духовной культуры	6
2. Методы научного познания в естествознании	10
3. Наука и техника	15
4. Наука и философия	16
5. Наука и религия	18
6. Наука и искусство	21
7. Наука и мораль	24
8. Наука и история науки	25

Раздел I **ИСТОРИЯ ДОКЛАССИЧЕСКОГО** **ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Глава 1. Истоки естествознания

Эпоха мифологии	31
-----------------------	----

Глава 2. Античная наука. Эпоха философии

2.1. Ионийский этап	37
2.2. Афинский этап	43
2.3. Александрийский этап	51
2.4. Древнеримский этап	60
2.5. Общая характеристика развития естествознания в античном мире	65

Глава 3. Средневековая наука. Эпоха религии

3.1. Наука Византии	67
3.2. Наука в странах арабского Востока	69
3.3. Западноевропейская наука	74
3.4. Средневековая наука и технические достижения ..	77
3.5. Общая характеристика средневековой науки	80

Глава 4. Наука эпохи Возрождения. Эпоха искусства

4.1. Леонардо да Винчи	82
4.2. Научно-технические достижения эпохи Воз- рождения	86
4.3. Коперниковская революция	92
4.4. Общая характеристика развития естественных наук в эпоху Возрождения	96

Глава 5. Начало эпохи науки

5.1. Крушение концепции мироздания античности. Галилей	98
5.2. Рождение небесной механики. Кеплер	108
5.3. Идея власти человека над природой. Декарт	116
5.4. Гидростатика и пневматика. Торричелли. Паскаль. Герике. Бойль	122
5.5. Оптика и механика. Гримальди. Гюйгенс. Ремер. Гук	129
5.6. Ньютон	140

Раздел II**ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ****КЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ****Глава 1. Классическая механика. Математизация
естествознания**

1.1. Исчисление бесконечно малых. Ньютон. Лейбниц .	161
1.2. Математические основы механики. Эйлер. Д'Алам- бер. Лагранж	167
1.3. Математическая обработка измерений. Гаусс	174
1.4. Преобразование Фурье	184

Глава 2. Тепловые явления

2.1. Температура и температурные шкалы	190
2.2. Температура и теплота. Рихман. Блэк	192
2.3. Измерение теплоты. Закон сохранения и превращения энергии	194
2.4. Начала термодинамики. Клаузиус. Карно	198
2.5. Зарождение молекулярно-кинетической теории. Ломоносов	205
2.6. Кинетическая теория газов	207

Глава 3. Электричество и магнетизм

3.1. Первые опыты по электричеству	213
3.2. Начало теории электричества. Эпинус. Кулон	218
3.3. Электрический ток. Вольта	222
3.4. Магнитное действие тока. Эрстед. Ампер	223
3.5. Теория цепей и электрические измерения. Ом	226
3.6. Тепловое действие электрического тока	230
3.7. Электромагнитная индукция. Фарадей	232
3.8. Электромагнитное поле. Максвелл	236
3.9. Электромагнитные волны. Герц	242

Глава 4. Оптика

4.1. Направления в оптике	245
4.2. Геометрическая оптика	247
4.3. Фотометрия. Бугер. Ламберт	250
4.4. Волновая теория. Юнг. Френель	254
4.5. Спектральный анализ	266
4.6. Скорость света. Физо. Фуко	271
4.7. Инфракрасное излучение. Гершель	275
4.8. Электромагнитная теория света. Эфирный ветер ...	281

Глава 5. Химия

5.1. Возникновение научной химии	286
5.2. Количественный метод в химии. Лавуазье	291
5.3. Химическая атомистика	297
5.4. Периодическая система элементов. Менделеев ...	301

Раздел III

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И КОНЦЕПЦИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

<i>Глава 1. Условность границ в естествознании</i>	313
--	-----

Глава 2. Микромир

2.1. Квантовая природа излучения. Планк	318
2.2. Теория относительности. Эйнштейн	326
2.3. Модели атомов. Бор	342
2.4. Радиоактивность. Строение ядра. Элементарные частицы	353
2.5. Квантовая механика — механика микромира	364
2.6. Философские уроки микромира	371

Глава 3. Мегамир

3.1. Ньютоновская Вселенная	374
3.2. Первая модель развивающейся Вселенной. Кант	375
3.3. Космологические парадоксы	382
3.4. Вселенная Эйнштейна	385
3.5. Концепция расширяющейся Вселенной	387
3.6. Горячая Вселенная. Гамов	389
3.7. Структурная организация Вселенной	393
3.8. Эволюция и строение Галактики	397
3.9. Эволюция и типы звезд	399
3.10. Солнечная система и Земля	406

Глава 4. Биосфера и человек

4.1. Катастрофизм и эволюционизм в биологии	415
4.2. Современная концепция катастроф	419
4.3. Клетка	423
4.4. Генетическая информация	427
4.5. Синтетическая теория эволюции	431
4.6. Концепция самоорганизации	434
4.7. Человек как часть биосферы	441
4.8. Человек как космическое существо	447

Литература	452
-------------------------	-----

Указатель имен	454
-----------------------------	-----

Раздел I

История доклассического естествознания



Истоки естествознания

Эпоха мифологии

Наука постепенно, на протяжении многих веков выделялась, обособливалась в общей духовной культуре человечества, поэтому определить жесткие временные границы возникновения науки не представляется возможным. Поскольку естествознание связано прежде всего с материальным миром и формами его освоения, истоки естествознания надо искать в ремеслах, в первых орудиях труда, в изобретательной деятельности наших предков. Занятия земледелием, обработка материалов, изготовление орудий труда, добывание огня были связаны с наблюдением за природой, и эти наблюдения позволяли делать выводы, закреплять практический опыт, передавая его из поколения в поколение, накапливать полученные знания.

Первые качественные изменения знания получили с возникновением счета и письменности. Арифметика появилась одновременно с письменностью или даже раньше нее и обеспечивала, прежде всего, хозяйственные расчеты. Для арифметических расчетов использовались камни — калкулы (*лат. calculus* — камень), отсюда термин — «калькуляция». Из методов измерений, используемых при выполнении земледельческих работ, возникли геометрия, как раздел математики, и геодезия, как наука об измерениях на земле. Практика строительства требовала введения таких понятий, как «объем», «площадь», и, наконец, составления масштабных планов. Таким образом, древнейшими науками являются геодезия и

картография, которые были необходимы для обеспечения земледелия и строительства. Другой древнейшей наукой следует признать астрономию, возникшую из необходимости измерять время и составлять календари. Измерение времени естественным образом связывалось с периодическими явлениями природы — сменой дня и ночи, лунными затмениями и другими. Развитие астрономии стимулировалось и мореплаванием, которое невозможно без ориентации по звездам.

Важнейшим фактором становления науки явилось возникновение письменности. Письменность, использующая определенные знаки для обозначения целых слов, слогов или отдельных звуков (условно-изобразительная письменность), возникла только около IV тысячелетия до н. э. у шумеров и египтян. Египетская письменность постепенно развивалась от иероглифов, которые могли обозначать и звук, и слог, и целое понятие, до знаков буквенно-звукового значения. Египтяне писали на папирусе и использовали чернила. Шумеры использовали глиняные плитки и писали палочками треугольного сечения (клинопись). Клинопись была заимствована у шумеров вавилонянами, ассирийцами и другими народами Ближнего Востока.

Буквенно-звуковую систему письма создали в XI—X вв. до н. э. финикийцы. Каждая буква финикийского алфавита соответствовала определенному произношению (звуку) и имела свое начертание. Начертание буквы было как бы условным изображением предмета, название которого начиналось с данной буквы. Финикийский алфавит состоял из двадцати двух букв, в нем использовались отдельные знаки вавилонской, египетской, критской письменности. Все последующие буквенно-звуковые системы письма, в том числе и европейские, построены по типу финикийской, поскольку произошли от нее. Схема происхождения алфавитов наиболее распространенных языков показана на рис. 1.1.

Отметим наиболее яркие примеры достижений древних цивилизаций в области естественных наук.

Зарождение культуры Древнего Египта относится к IV тысячелетию до н. э. На основе наблюдений за разливами

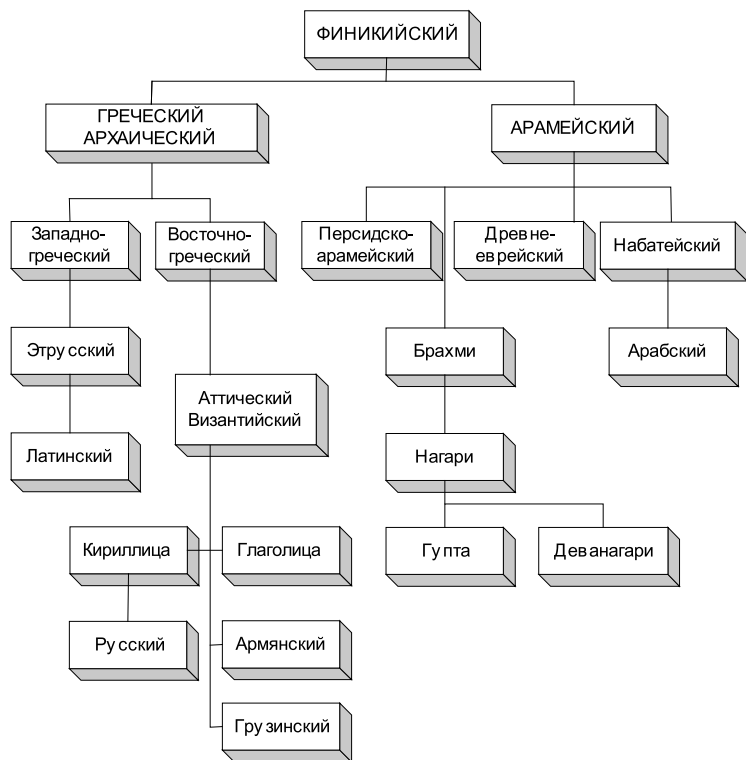


Рис. 1.1. Схема происхождения алфавитов

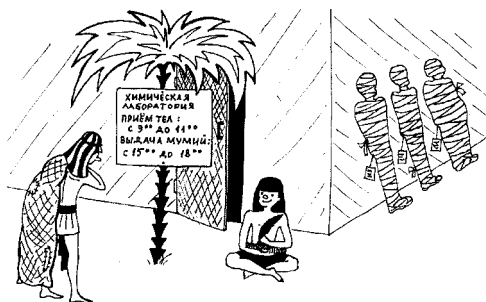
Нила, за прохождением Солнца через точку весеннего равноденствия, за движением небесных светил, затмениями Луны египтяне создали календарь. Год делился на 365 дней, месяц на 30 дней, в году было 12 месяцев и 5 дней. Сутки делились на 24 часа. Первые солнечные часы появились в Египте в III тысячелетии до н. э., более совершенные водяные часы — клепсидра — около 1500 г. до н. э. Египетские математики в XVIII—XVI вв. до н. э. владели четырьмя арифметическими действиями, операциями возведения в квадрат и куб, извлечения квадратного корня, вычисления сред-

него арифметического, решения линейных уравнений с одним неизвестным. Были известны правила вычисления площадей треугольника, четырехугольника, круга, объема параллелепипеда, цилиндра, пирамиды. Известны достижения египтян в области медицины, диагностики болезней, в том числе иридодиагностики (по радужной оболочке глаза), анатомии. К III тысячелетию до н. э. относятся первые изделия из стекла — бусы, бисер. В Древнем Египте во II тысячелетии до н. э. было известно и железо, но оно считалось тогда драгоценным металлом. Появились зачатки химической технологии, были известны соль, сода, известь, клей, жиры. Химические свойства веществ использовались в процессах, связанных с мумификацией, а также в быту, в приготовлении пищи, в косметике.

Большие успехи были достигнуты в строительной механике. В строительстве использовались рычаги, наклонные плоскости. Особенно следует отметить изобретательность египтян, проявленную при строительстве знаменитых пирамид Джосера, Снофру, Хеопса, Хафра в III тыс. до н. э.

Шумерская цивилизация кроме развития письменности дала науке двенадцатиричную систему счисления и связанное с ней деление окружности на 360 градусов, что используется и по сей день. С XIII в. до н. э. астрономы Месопотамии употребляли символы, обозначающие 12 зодиакальных созвездий, сохранившиеся в общих чертах до наших дней.

Расцвет Вавилонского государства приходится на первую половину I тысячелетия до н. э. Его главный город Вавилон



поражал современников своей грандиозностью. В городе, имевшем в плане вид правильного четырехугольника площадью около 4 кв км, были расположены замечательные строительные сооружения военного, культового и жилищного назначения. Храмовое сооружение — зиккурат при святилище бога Мардука — упоминается в Библии как Вавилонская башня. При возведении крупных сооружений вавилоняне использовали блоки. Особых успехов достигли вавилонские астрономы, обобщившие результаты 500-летних наблюдений за небом. Солнце, Луна и пять известных вавилонянам в VIII в. до н. э. планет (Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн) соответствовали чтимым божествам. Год состоял из 360 дней, неделя — из 7 дней. Число 7 считалось священным (Солнце, Луна и пять планет). Каждый день недели находился под покровительством одного из семи божеств. В названии дней недели многие европейские языки унаследовали связь дня с божественным его покровителем: «Sunday» (воскресенье) — день Солнца, «Monday» (понедельник) — день Луны. Вавилоняне стали делить час на 60 минут, минуту на 60 секунд. Полная окружность делилась на 360 частей — шагов. Солнце в сутки делает один шаг, год состоит из 360 дней — шагов. Один шаг составляет градус («grado» в переводе с латыни — шаг).

Итак, древнейшие цивилизации, научными центрами которых стали Египет, Шумер, Вавилон, Индия, Китай, накопили огромный практический опыт естествознания, фактические сведения о природе. Появились механизмы хранения и передачи информации — письменность и системы счисления. Появились первые средства измерения времени и параметров пространства. Важнейшие сведения были добыты в области астрономии, математики. Появились зачатки прикладных наук, первыми из которых стали геодезия, картография, астрономия.

Но можем ли мы утверждать, что наука в древнейших государствах выделилась как самостоятельная часть духовной культуры?

Определить это можно, только установив соответствующие критерии. Такими критериями будем считать: наличие

особой группы людей, специализирующихся на получении новых знаний, системность знаний, их теоретичность и рациональный характер.

В древнейших государствах носителями знаний были маги, жрецы, волхвы, бывшие одновременно и чиновниками, и служителями культа, и писцами. Отсюда следует противоречивость, фантастичность научных представлений. Знания считались идущими от Бога, носили рецептурный характер и не обсуждались. Таким образом, особой группы людей, занимающихся только наукой, не существовало.

Системность знаний предполагает неразрывность, единство всех элементов знаний. Несмотря на то, что многие из достижений народов древних государств сохраняют свое значение и в современной культуре, они не были связаны общими законами, носили частный характер. Эти знания порождались прежде всего практическими запросами и носили прикладной характер, формулировались в виде правил, способов, рецептов для решения отдельных задач, то есть не были системными и теоретичными. Теоретичность знаний предполагает получение знаний не только для практических целей, но и для постижения истины, не связанной с ее практическим применением.

Добываемые знания не рассматривались как результат мышления, а связывались с таинством, чувственным восприятием, то есть не были рациональными. Вавилоняне, создавшие астрономию, неразрывно связали ее с астрологией, основанной на вере в зависимость человеческих судеб от небесных светил.

Сегодня научное познание движется от фундаментальных теорий через прикладные исследования к практике, к технике. Исторически же процесс шел в обратном направлении: от ремесел к накоплению фактов, затем к их обобщению, формированию прикладных теорий и, наконец, к фундаментальной науке, формирующей естественнонаучную картину мира. Народы древнейших государств накопили практический опыт, создали эмпирическую основу, зачатки прикладных наук. Но наука как самостоятельная часть культуры появилась только в Древней Греции.

Глава 2

Античная наука. Эпоха философии

2.1. Ионийский этап

Античная цивилизация стала удивительно яркой страницей в истории человечества. Классическая античная культура оказала влияние на все дальнейшие этапы развития духовной культуры. Античная культура дала человечеству первые гражданские институты, выдающихся мыслителей, исследователей, удивительные произведения литературы, искусства, технические изобретения, привела к становлению науки как особой сферы духовной культуры.

Дальнейшее развитие в Древней Греции получила письменность. К IV в. до н. э. греки перешли к способу письма слева направо, утвердившемуся позднее в европейских языках (финикийцы писали справа налево). Начиная с VII в. до н. э. греки писали на папирусе особой палочкой или кистью. О технологии изготовления писчего материала из папируса мы знаем из сочинений Плиния Старшего. Стебель папируса делился острой иглой на волокна. Волокна укладывали вдоль и поперек на доску и смачивали их илистой водой из Нила. Вода с большим содержанием ила служила соединительным материалом. Полученные волокнистые листы отжимали прессом и сушили на солнце, затем отбивали молотком и разглаживали. Образующийся таким образом писчий материал сшивался из листов в свитки, имевшие в длину 8—10 метров. Свитки сворачивали вокруг палки с загнутыми концами. Палку называли «пупом», отсюда выражение «дочитать до пупа», то есть до конца. Листок папируса на-

зывался «хартес», а также «библион». Отсюда происходят слова «хартия», «карта», вошедшие в европейские языки. Слово «библион» означало также сочинение, письмо. Отсюда появился термин «библиотека» и множество других терминов, относящихся к книжному делу.

Историю античной науки принято делить на четыре этапа в соответствии с возникавшими центрами научных знаний: ионийский, афинский, александрийский и древнеримский.

Ионийский этап охватывает в основном VI в. до н. э. К этому времени древнегреческая цивилизация занимала обширный район Средиземноморья, Малую Азию и черноморское побережье, сформировались города-государства (полисы). В VI веке до н. э. среди полисов выделялся Милет — главный город ионийской колонии, расположенный на побережье Эгейского моря. Ионийский этап развития древнегреческой натурфилософии связан с именами *Фалеса* (625—547 гг. до н. э.), *Гераклита* (544—483 гг. до н. э.), *Анаксимена* (585—524 гг. до н. э.), *Анаксимандра* (610—546 гг. до н. э.), *Пифагора* (582—500 гг. до н. э.), *Эмпедокла* (490—430 гг. до н. э.).

Основателем Милетской школы и первым представителем, возглавляющим список «семи мудрецов» греческой натурфилософии, был *Фалес*. Фалес занимался торговлей, много путешествовал. В зрелые годы он познакомился с достижениями Египетской и Вавилонской школ математики и астрономии. Бросил торговать, посвятил себя наукам, прежде всего астрономии и математике, окружил себя учениками. Умер в преклонном возрасте от солнечного удара. Сочинения Фалеса не сохранились, однако известны его философские воззрения и научные достижения. По свидетельству Прокла (410—485 гг. н. э.), Фалес открыл ряд теорем о свойствах углов треугольников, окружности. Им предложен способ определения расстояния до корабля в море, основанный на подобии треугольников, аналогичный способ определения высоты египетских пирамид. Фалес впервые определил, что янтарь, натертый материей, притягивает предметы, обнаружил притяжение железных опилок некоторыми рудами. Фа-

лес сумел предсказать солнечное затмение в 585 г. до н. э. в Ионии, считал, что Луна светит не собственным, а отраженным светом. Фалес указал на Полярную звезду и созвездия, важные для мореплавания. Он считал, что Земля — остров, плавающий в океане воды, и имеет форму цилиндра, вокруг которого вращаются три небесных сферы. Вода, по Фалесу, является началом всего сущего. Из воды образовались земля, воздух и живые существа. Фалесу приписывают ряд изречений, ставших классическими: «Мудрее всего время, потому что оно все открывает»; «Быстрее всего ум, потому что он все обегает»; «Не множество слов доказывает рассудительность мнения» и другие.

Анаксимандр был учеником Фалеса. Он автор первого в Греции научного сочинения «О природе». Анаксимандр считал первоначалом не воду, как Фалес, а качественно неопределенное вещество «апейрон» — туманную массу, из которой все произошло. Анаксимандр впервые высказал идею о сохранении материи. Он считал развитие живого мира эволюционным процессом. Человек в результате эволюции произошел от рыбы, считал Анаксимандр. Космологические идеи Анаксимандра близки к идеям Фалеса: Земля имеет форму плоского цилиндра, вокруг нее вращаются небесные кольца — солнечное, лунное и звездное. Однако, по Анаксимандру, Земля ни на что не опирается в мировом пространстве. Это заключение является важнейшим достижением Милетской школы. Анаксимандр изобрел достаточно сложный астрономический инструмент — квадрант, способствовавший развитию астрономии и методов навигации, создал первую географическую карту в виде медной доски с нанесенными на нее очертаниями материков, островов и рек.

Учеником Анаксимандра был *Анаксимен*. По его учению все сущее происходит из воздуха и возвращается обратно в воздух. Воздух бесконечен и вечен. Сгущаясь, воздух образует облака, воду и землю. Разрежаясь, воздух превращается в огонь. Человеческая душа состоит из воздуха. Анаксимен считал, что звезды дальше планет (Анаксимандр считал, что

звезды ближе), состоят из огня, но мы не ощущаем его тепла из-за большего удаления от звезд.

Гераклит — уроженец Эфеса в Малой Азии, был аристократом по происхождению. Его сочинение «О природе» дошло до нас в отрывках. Это произведение, изложенное загадочным, афористическим языком дало, очевидно, и произище Гераклиту — «Темный». Первоначалом всего сущего Гераклит считал огонь. Из огня произошли мир в целом, все вещи и даже человеческие души. Под огнем Гераклит понимал не обычное пламя, но вечно существующий космос, который не создан Богом, а существует всегда. Вещи возникают из огня не произвольно, а в соответствии с необходимостью, которую Гераклит назвал «логосом». Жизнь природы — непрерывное движение огня. «На огонь обменивается все, и огонь — на все, как на золото товары и на товары золото». По Гераклиту нет ничего неизменного. Он говорил: «В одну и ту же реку нельзя войти дважды». Гераклит считал любое знание относительным, требующим дополнительного определения. Ему принадлежит высказанный в связи с этим афоризм: «Морская вода — чистейшая и грязнейшая: рыбам она пригодна для питья и целительна, людям же для питья непригодна и вредна». Гераклит был сторонником установления жесткого государственного законодательства. Он считал, что «своеволие следует гасить скорее, чем пожар», «за закон люди биться должны, как за стены родного города». Гераклит считал, что в основе познания лежат ощущения, но только мышление приводит к мудрости.

Эмпедокл из сицилийского города Агригента полагал, что все в мире состоит из сочетаний четырех элементов (стихий): земли, воды, воздуха и огня. Источником развития Эмпедокл считал противоположные силы: «любовь и вражду», соединяющие материальные элементы. Любовь и вражда, по Эмпедоклу, механически действуют на стихии, непрерывно смешивают их и вновь отделяют. Историческое значение имеет впервые высказанная Эмпедоклом догадка о закономерности эволюции живых существ в результате естественного отбора. Эта догадка приведена Эмпедоклом в

его философской поэме «О природе». Интересно отметить, что Эмпедокл занятия философией считал выше обладания властью. Он отверг царскую корону, предложенную ему сицилийцами.

Имя *Пифагора* известно прежде всего в связи с теоремой, носящей его имя. Скорее всего, эта теорема была известна до Пифагора в Китае и Вавилоне, но доказательство ее принадлежит Пифагору. В средние века в Германии и Франции эту теорему называли почему-то «мостом ослов». А на Арабском Востоке она носила название «теорема невесты». Дело в том, что в «Началах» Евклида (мы еще остановимся на этом произведении), теорема называлась «теоремой нимфы» за сходство чертежа, поясняющего теорему, с пчелкой, бабочкой, что по-гречески — «нимфа». «Нимфами» называли также молодых женщин и невест. Переводчик на арабский перевел «невеста», а не «бабочка». По легенде, Пифагор принес в жертву 100 быков, когда ему удалось доказать свою теорему. Эта теорема лишь малая часть научного наследия Пифагора и его учеников.

Пифагор родился на острове Самос у берегов Малой Азии. Еще в юности он покинул родину и отправился путешествовать в Египет. Там он попал в плен к персам, и его увезли в Вавилон, поразивший Пифагора своим величием и красотой. В Вавилоне он учился у халдейских мудрецов, изучал математику, астрономию. После возвращения на родину Пифагор создает в греческой колонии Кротон (южная Италия) свою философскую школу, попасть в которую было очень сложно. Среди испытаний, которым под-



Пифагор

вергались кандидаты, — обет пятилетнего молчания. Школа являлась, по сути дела, аристократическим союзом, имевшим целью нравственное преобразование жизни. Школа Пифагора положила начало направлению в античной науке, называемому иногда идеалистическим. Оно было воспринято Парменидом, Зеноном и развито в наиболее логичной форме



Платоном. Сегодня трудно определить, что из учения пифагорейцев принадлежит самому Пифагору, а что его ученикам. Одним из основных научных положений, выдвигаемых пифагорейцами, является учение о числе как об основе Вселенной. По этой теории, все в мире может быть определено числами, сведено к правильным геометрическим фигурам — многогранни-

кам. Даже звук может быть выражен числом, поскольку, например, удары молотков различного веса по наковальне дают различную высоту тона, а вес молотков можно измерить. Пифагорейцы считали целые числа божественными, а единицу неделимой. Однако, возник кризис такого представления, когда пифагореец Гиппас обнаружил несоизмеримость диагонали квадрата и его стороны. Это послужило причиной введения понятия иррационального числа и расширения самого понятия «число». Пифагорейцы считали мир состоящим из пяти элементов (стихий): земли, воздуха, огня, воды и эфира. Им принадлежит мнение о шарообразности Земли. Пифагореец Аристарх Самосский (310—230 г. до н. э.) выдвинул гипотезу о вращении шарообразной Земли вокруг Солнца, но эта гипотеза осталась без внимания.



Средством очищения души от духовной грязи пифагорейцы считали музыку и математику. Математика связывалась с музыкой гармонией чисел. Так, например, длина струн монохорда и музыкальные интервалы имели определенные числовые отношения. Прекрасное рассматривалось как целое, части которого пропорциональны. Пифагорейцами введено правило «золотой пропорции».

Пифагор отстаивал идею о переселении душ — «метемпсихоз». Он утверждал, что помнит три переселения своей души за 206 лет, факты из предыдущих жизней. Пифагор считал, что человеческая душа, заключенная в темницу тела, путем аскетики и самоусовершенствования возвышается к Богу. Пифагору принадлежат заповеди: «Делай лишь то, что впоследствии не огорчит тебя и не принудит раскаиваться»; «Не закрывай глаза, когда хочется спать, не разобравши своих поступков в прошедший день»; «Приучайся жить просто, без роскоши». Пифагор любил повторять:

«Мы должны всеми силами стремиться к истреблению во всех вещах излишеств и огнем и мечом изгонять из тела болезни, из души — невежество, из живота — обжорство, из городов — призыву к бунту, из семьи раздоры».

Пифагор считал, что нет большего преступления, чем анархия и хаос.

Пифагореизм как течение в античной науке просуществовал до конца древнеримского этапа и продолжался в форме неопифагореизма до 3 в. н. э.

2.2. Афинский этап

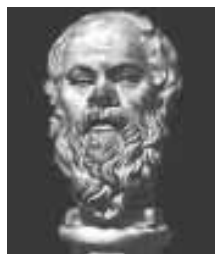
Афинский этап охватывает 480—330 гг. до н. э., от окончания персидских войн до подчинения Александром Македонским греческих городов-полисов. В этот период возвышаются Афины — город-империя. В Афинский этап окончательно выделились две линии античной философии. Первую из них представляет великая троица античных философов: *Сократ* (469—399 гг. до н. э.), *Платон* (428—347 гг. до н. э.) и *Аристо-*

тель (384—322 гг. до н. э.). Вторую — *Демокрит* (460—370 гг. до н. э.) и *Левкипп* (500—440 гг. до н. э.).

Строго говоря, *Сократ* не занимался натурфилософией, но его философские взгляды оказали на развитие науки существенное влияние. Природа в философии Сократа отражалась в этических категориях. Жизнь Сократа прошла в беседах и критике. Прежде всего, Сократ критиковал афинскую демократию, считая главным ее недостатком некомпетентность должностных лиц, избравшихся путем жребия. Сократ ничего не писал. Его философские воззрения дошли до нас в форме бесед, диалогов, переданных учениками Сократа — Ксенофонтом и Платоном. В молодые годы Сократ был воином, показывавшим чудеса храбрости и самообладания. Даже в холода он ходил в плаще и босиком. Женился поздно, в 40 лет. На вопрос, следует ли жениться, отвечал: «Как бы ни поступил, все равно будешь раскаиваться». Жил бедно и не стремился к богатству. Сократ был казнен по приговору суда. Обвинение против него содержали три пункта: безбожие, введение новых божеств (имелся ввиду его «внутренний голос», «демон Сократа») и развращение юношества. Приговор он привел в исполнение сам, как того требовали законы: спокойно выпил бокал с ядом.

Сократ считал строение мира непознаваемым. Познать можно только самого себя. «Познай самого себя» — это формула Сократа. Задача знания — искусство жить. Разработанный Сократом своеобразный метод исследования, основанный на вопросах, получил название «сократовской иронии».

Платон принадлежал к знатной аристократической семье. В молодые годы он подпал под философское влияние Сократа, стал его виднейшим учеником и последователем. В своей философии Платон опирался также на учения пифагорейцев, Парменида, Гераклита. Платон излагал свои взгляды в форме философских диалогов. Изве-



Сократ

стно около тридцати таких сочинений, среди которых «Софист», «Парменид», «Государство» и др. Платон выдвинул теорию существования бестелесных форм вещей, называемых «видами» или «идеями». Идеи вечны и являются бытием, а материя и пространство по Платону — небытие. Чувственный мир при этом занимает некоторое промежуточное положение между бытием и небытием, поскольку чувства преходящи, зависят от пространства и времени. Источником познания служат воспоминания бессмертной души о мире идей, созерцаемом душой до вселения в смертное тело, душа же бессмертна. Мир Платона — фантастический мир идей, образов совершенства, по отношению к которому материальный мир всего лишь отражение, тень мира идей. Абсолютными ценностями являются истина, добродетель и красота. Платон приводил доводы в пользу этих ценностей на основе знаний, полученных в математике и астрономии. Термин «астрономия» («упорядочивание звезд», «*nomos*» — порядок) Платон заменяет термином «астрология» («рассуждение о звездах», «*logos*» — рассуждение). Позднее термины «астрономия» и «астрология» стали существовать независимо. Платон принимал взгляды Пифагора на значение чисел и идеальных пропорций. Он придавал божественное значение звездам, Солнцу, Луне, планетам. В сочинениях Платона большое внимание уделено проблеме построения идеального государства. Платон считал, что если предоставить обществу естественный ход развития, то в конце концов государство придет в упадок, к господству толпы и демагогов.

*Платон*

Государство, по Платону, должно делиться на классы: правителей, философов, воинов и низших слоев населения — ремесленников и земледельцев. Философам отводилась значительная роль в управлении государством.

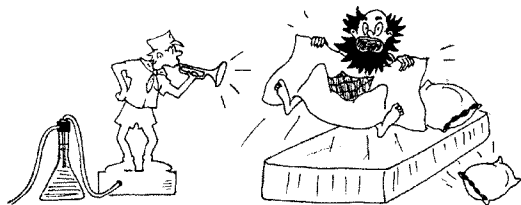
В течение сорока лет Платон излагал свое учение в созданной им Академии. Название «Академия» философской школы Платона происходит от имени леген-

дарного героя Академоса. Занятия проходили в саду имени этого героя. Платон был прекрасным оратором, что немало содействовало успеху его школы. Преподавание в Академии не прекратилось после смерти Платона. Академия просуществовала почти 1000 лет и была закрыта Юстинианом в 525 г. н. э.

Мировоззрение Платона оказало существенное значение на становление и развитие естественных наук. Платоновское понятие космоса было классическим в античной науке. Космос появился, по Платону, в результате акта творения. Космос имеет семь небесных кругов, соответствующих известным тогда планетам и Солнцу и Луне, которые движутся вокруг шарообразной Земли.

Платону не была чужда и изобретательская деятельность. Так, например, он построил своеобразный будильник, применив принцип реле. Попадавшие в сосуд капли воды, дойдя до определенного уровня, с силой прорывалась в другой, нижний по отношению к первому сосуду. Вытесненный воздух проходил по трубе в статую флейтиста, которая издавала достаточно громкий звук.

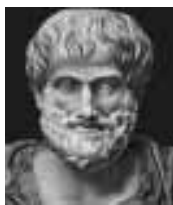
Творческий гений *Аристотеля* сочетался с великим даром организатора науки, позволившим свести разрозненные сведения, обширный научный материал, накопившийся к тому времени, в единое целое, в стройную научную систему. Сочинения Аристотеля, дошедшие до нас, представляют собой энциклопедию научных знаний античности, включающую и естественные науки (физику, механику, математику, астрономию, биологию), и гуманитарные науки (психологию, историю, экономику), и философию.



Система знаний, собранных и систематизированных Аристотелем, служила почти две тысячи лет основой, каркасом науки.

Аристотель родился в Стагире, во Фракии (греческая колония). Отец его был врачом. Аристотель учился в Академии Платона, пробыв в ней в общей сложности около 20 лет. После смерти учителя он отправился путешествовать по Греции. С 343 по 340 г. до н. э. Аристотель был воспитателем сына Филиппа Македонского — будущего Александра Великого, и находился в столице Македонии Пелле при дворе Филиппа.

Вернувшись в Афины в 335 г., Аристотель основал свою философскую школу — Ликей, названную так по имени священного сада Аполлона, в котором была расположена школа. Ликей являлся одним из афинских гимнасиев (греч. «место для упражнения»). Аристотель во время занятий или бесед любил прогуливаться с учениками по саду. Прогуливаться, прохаживаться по-гречески — «peripateo», поэтому школа получила название перипатетической. Аристотель руководил Ликеем 13 лет. После смерти Александра Македонского в Вавилоне Аристотель бежал из Афин, обвиненный в колдовстве; по сути дела это было гонение на него как на представителя промакедонской партии. Своим бегством Аристотель пытался избавить афинян от вторичного преступления против философии (первым, как считал Аристотель, была казнь Сократа в 399 г. до н. э., за 76 лет до бегства Аристотеля). Спустя год Аристотель умер в возрасте 62 лет в г. Халкида на острове Эвбея (по преданию, Аристотель бросился в море с утеса, отчаявшись выяснить причину приливов и отливов).



Аристотель

Из наследия Аристотеля сохранились трактаты, представляющие собой конспекты его лекций, написанные в повествовательной форме. С точки зрения естествознания представляют интерес в первую очередь трактаты «Физика», «О небе», «О возникновении и уничтожении», «Ме-

теорология», а также написанные в форме вопросов и ответов «Проблемы» и «Механика». Сочинения Аристотеля в форме диалогов не сохранились, и мы знаем о них из пересказов.

По Аристотелю, физика является ключом к пониманию мира, однако в понятие «физика» он вкладывал несколько иной смысл, чем мы вкладываем сегодня. В его «Физике» нет математических формул, приборов и экспериментов. Под физикой он понимал природу, поведение тел в естественном состоянии. Мы и сейчас говорим — уж такова природа того или иного явления. Аристотель в своих исследованиях пытался отыскать «природу», естественный характер вещей.

Материя, как считал Аристотель, это исходный субстрат каждой вещи. Она состоит из четырех стихий: земли, огня, воздуха и воды. К ним добавляется и пятая — эфир. Первые четыре стихии переходят одна в другую, образуют вещества. Пятая стихия — эфир — вечна и неизменна. Мир, по Аристотелю, неоднороден. В подлунном мире вещи возникают, разрушаются и исчезают. Небесный, надлунный мир — мир небесных сфер — вечен, неизменен и нерушим.

Стержнем физических представлений Аристотеля является его учение о движении и пространстве. Движению Аристотель придавал широкий смысл, понимал его как любое количественное или качественное изменение. Изменение положения тел Аристотель определял как частное, локальное движение. В свою очередь локальные движения он разделял на естественные и насильственные. Естественные движения бывают прямолинейными (например, падение тел) и круговыми (вращение звезд) и не требуют никакой силы. Регулярность и вечность кругового движения обусловлена перводвигателем, сообщившим это движение сферам, к которым прикреплены звезды. Центр вращения находится в центре Земли.

В представлениях Аристотеля о насильственном движении предполагается, что движущееся тело постоянно находится под воздействием силы, при этом скорость движения обратно пропорциональна сопротивлению среды. Отсюда следует, что, если сопротивление среды отсутствует (движе-