

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса

В.Н. САВЧЕНКО
В.П. СМАГИН

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**Т. 1: Протоестествознание, античное, механическое,
физическое полевое, квантовое, космологическое.
Тезаурус и персоналии (от А до К)**

Учебное пособие

Издание второе, переработанное и дополненное

*Допущено Научно-методическим советом по физике
Министерства образования и науки Российской
Федерации в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по экономическим и гуманитарным
направлениям подготовки и специальностям*

Владивосток
Издательство ВГУЭС
2013

УДК 50 (075.8)
ББК 20я73
С13

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук, профессор В.Э. Осуховский;
д-р биол. наук, профессор В.М. Колдаев;
д-р физ.-мат. наук, профессор, заслуженный деятель
науки Российской Федерации В.В. Юдин

Савченко, В.Н., Смагин, В.П.
С13 **КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНА-**
НИЯ : в 2 т. Т. 1: Протоестествознание, античное, механиче-
ское, физическое полевое, квантовое, космологическое. Тезау-
рус и персоналии (от А до К) [Текст] : учебное пособие /
В.Н. Савченко, В.П. Смагин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Владиво-
сток : Изд-во ВГУЭС, 2013. – 318 с.

ISBN 978-5-9736-0248-2

Цель данного пособия – сформировать у студентов социально-экономических и гуманитарных направлений и специальностей вузов современную естественнонаучную картину мира, ознакомить с научными методами, структурными уровнями организации материи, тенденциями в развитии естественнонаучного познания. Рассмотрены основные естественноисторические этапы генезиса, становления и развития науки, вопросы философии науки и естествознания, фундаментальные концепции, принципы и положения классического механического и термодинамического, неклассического полевого и квантового физического и постнеклассического эволюционно-синергетического естествознания. Исследована связь математики, главного инструмента естествознания, и отражаемой ею естественнонаучной реальности, а также роли и места информации в естественнонаучной картине мира.

Содержит тестовый материал для текущего и промежуточного контроля усвоения материала изучаемой дисциплины, а также тезаурус, или толковый словарь основных терминов современного естествознания. Помимо этого в учебном пособии содержатся краткие биографии наиболее выдающихся деятелей естествознания за всю историю его развития.

Для студентов гуманитарных специальностей всех форм обучения, может быть полезно преподавателям данной учебной дисциплины и широкому кругу лиц других специальностей, в том числе естественнонаучных и инженерно-технических, всем, интересующимся проблемами современного естествознания и его ролью в развитии науки, культуры и общества.

УДК 50 (075.8)
ББК 20я 73

ISBN 978-5-9736-0248-2

© Издательство Владивостокского
государственного университета
экономики и сервиса, 2013

© Савченко В.Н., Смагин В.П., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ или ЗАЧЕМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ГУМАНИТАРИЯМ	7
ВВЕДЕНИЕ	10
ЧАСТЬ I. ПРОТОЕСТЕСТВОЗНАНИЕ (МИФОЛОГИЧЕСКОЕ), АНТИЧНОЕ, СРЕДНЕВЕКОВОЕ И НАТУРФИЛОСОФИЯ	13
ГЛАВА 1. ПРОТОЕСТЕСТВОЗНАНИЕ (МИФОЛОГИЧЕСКОЕ)	14
1.1. Мифы, их роль и значение в становлении естествознания	14
1.2. Мифы и естествознание ближневосточных цивилизаций – Шумера, Вавилона, Ассирии и Египта	17
1.3. Мифы и естествознание Древнего Китая	21
1.4. Мифы и естествознание Древней Индии	23
1.5. Мифы и естествознание Древней Месоамерики – народа майя	25
ГЛАВА 2. АНТИЧНОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И НАТУРФИЛОСОФИЯ ЭЛЛАДЫ И ЗАПАДНОЙ РИМСКОЙ ИМПЕРИИ	27
2.1. Ионийская (милетская) школа учений о первоначалах	28
2.2. Пифагорейская школа и учение о числах	31
2.3. Элейская школа физиков-логиков	33
2.4. Школа атомистов	35
2.5. Аттическая (афинская) школа и учение Платона	36
2.6. Аттическая (афинская) школа и учения Аристотеля	38
2.7. Александрийская школа математиков, механиков и астрономов	43
2.8. Естествознание Западной Римской империи и геоцентрическая система мира Птолемея	45

ГЛАВА 3. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ И ВОЗРОЖДЕНИЯ. ЗАРОЖДЕНИЕ ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКОЙ НАУКИ.....	51
3.1. Арабский халифат.....	51
3.2. Средневековые Византия и Русь.....	53
3.3. Западноевропейское Средневековье.....	58
3.4. Эпоха западноевропейского Возрождения.....	62
ТЕСТЫ К ЧАСТИ I.....	66
ЧАСТЬ II. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ ОРГАНИЗОВАННОЙ ПРОСТОТЫ – ОТ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПАРАДИГМЫ НЬЮТОНА-ДЕКАРТА К СТАНОВЛЕНИЮ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ, ФИЗИКИ И КЛАССИЧЕСКОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ.....	73
ГЛАВА 4. КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И ФИЗИКИ.....	74
4.1. Концепции предклассического механического естествознания..	74
4.2. Ньютоновы постулаты классической механики и ньютоново-картезианская парадигма естествознания.....	80
4.3. Лагранжев и гамильтонов вариационные формализмы классической механики и физики – математическая концептуальная основа современной физической науки.....	82
ГЛАВА 5. КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБ ЭНЕРГИИ, ТЕПЛОТЕ, ЭНТРОПИИ И КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКЕ.....	86
5.1. Энергия, теплота, закон сохранения энергии и первое начало (принцип) термодинамики.....	86
5.2. Понятие качества энергии, энтропия, второе и третье начала (принципы) термодинамики.....	93
5.3. Принцип минимума производства энтропии.....	97
ГЛАВА 6. КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ФИЗИЧЕСКОМ ПОЛЕ. ЗАРОЖДЕНИЕ И СТАНОВЛЕНИЕ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПОЛЕВОЙ ПАРАДИГМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.....	101
6.1. От идеи передачи электромагнитного взаимодействия посредством физического поля к теории электромагнитного поля Максвелла.....	101

6.2. Постулаты специальной теории относительности – теории пространства-времени Эйнштейна и Минковского.....	102
6.3. Поле всемирной гравитации и принципы общей теории относительности – теории пространства, времени, материи, тяготения и движения Эйнштейна	105
ТЕСТЫ К ЧАСТИ II.....	116

ЧАСТЬ III. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ НЕОРГАНИЗОВАННОЙ СЛОЖНОСТИ – ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПОЛЕВОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ НОВОГО И НОВЕЙШЕГО ВРЕМЕНИ 127

ГЛАВА 7. КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ И КОСМОГОНИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ НЕКЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ	128
7.1. Вселенная как понятие и объект познания.....	128
7.2. Планеты, звёзды, галактики и их структуры во Вселенной.....	130
7.3. Начало научной космологии, фридмановские динамические космологические модели	132
7.4. Космогоническая гипотеза Лемэтра, гипотеза Гамова «горячей сингулярности» и Большой взрыв.....	137
7.5. Реликтовое излучение Гамова и парадоксы расширяющейся Вселенной.....	138
7.6. Космологический Горизонт и крупномасштабная ячеистая структура Вселенной.....	141
7.7. Ранние эпохи образования Вселенной.....	144
7.8. Альтернативные теории гравитации и космологии в современной науке	150
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 7	155

ГЛАВА 8. КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПЫ НЕКЛАССИЧЕСКОГО – КВАНТОВОГО И КВАНТОВО-ПОЛЕВОГО – ФИЗИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ	159
8.1. Концепции и принципы квантового естествознания	159
8.2. Квантово-полевой микромир сильного и слабого взаимодействий, принципы квантовой хромодинамики и систематики элементарных частиц	164
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 8	173

ГЛАВА 9. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КАТЕГОРИИ И ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО НЕКЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ	179
9.1. Концепции пространство и время	179
9.2. Принципы относительности движения – классический, релятивистский и квантовый к средствам наблюдения	182
9.3. Концепции корпускулярности, континуальности и корпускулярно-волнового дуализма свойств макро- и микрообъектов и явлений	184
9.4. Принципы симметрии и законы сохранения физических характеристик и свойств	186
9.5. Концепции физического вакуума	188
9.6. Фундаментальные принципы, понятия и положения физического естествознания.....	191
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 9	194
Часть IV. ТЕЗАУРУС и ПЕРСОНАЛИИ ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (от А до К).....	203
4.1. Тезаурус.....	204
4.2. Персоналии деятелей естествознания (от А до К).....	300
ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ	313

ПРЕДИСЛОВИЕ

или

ЗАЧЕМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ГУМАНИТАРИЯМ

Бытует расхожее, разделяемое многими мнение, что по познавательным способностям люди делятся на «физиков» и «лириков», или, как теперь принято различать, на левополушарников и правополушарников, людей с конкретным, аналитическим и образным мышлением. Крайности, безусловно, имеют место. Но чаще всего даже признанные гении были разносторонними людьми, например великие немецкие физики Эйнштейн и Планк – первый сносно играл на скрипке, второй прилично на рояле, блестящий русский химик Бородин, по совместительству композитор, автор всемирно известной оперы «Князь Игорь». Великий итальянский живописец, скульптор, архитектор, музыкант, певец Леонардо да Винчи оставил после себя работы в области математики, механики, ботаники, анатомии, инженерии. Великий немецкий поэт, драматург, философ и писатель Иоганн Вольфганг Гёте был также признанным естествоиспытателем в геологии, минералогии, метеорологии, морфологии, анатомии, физиологии и психологии зрения, эволюции живого.

В связи с этим предлагаемый учебный курс «Концепции современного естествознания», как по мнению авторов, так и по убеждению многих других профессоров, может способствовать претворению в университетском образовании своеобразной заповеди величайшего философа Иммануила Канта: *«Не мыслям надо учить, а мыслить»*.

Действительно, лидирующие и основополагающие смыслы в развитии цивилизации последние 400 лет определяет наука. Научный метод, рождённый естествознанием, последние 100 лет доминирует в духовном мире, проникая всюду, в том числе в науки о человеке и обществе, т.е. в гуманитарную сферу цивилизации. Обусловив известные достижения в техногенной области, научный метод, однако, способствовал отчуждению человека от природы, дегуманизации общества. Причины этих и других современных негативных проявлений глубоки, и решающая причина в том, что тысячелетия развивались две культуры, обладающие разными языками, критериями и ценностями. Одна из культур – культу-

ра естествознания с доминантой научного метода, включающая науки о природе, технику, другая – гуманитарная, включающая в себя искусство, литературу, науки об обществе и т.д.

Эти две культуры по-прежнему не столько дополняют друг друга, сколько противостоят, искусственно разделяя людей, как отмечалось, на «физиков» и «лириков». Оснований для противостояния было достаточно в разные исторические эпохи: наука страдала сначала от церковного догматизма и спекуляций, затем от вторжения вульгарной философии, особенно от воинствующего материализма, а гуманитарная культура – как от утилитарно-рассудочного механицизма, так и от позитивизма двух последних веков. Всё это – узкие прагматические установки, ориентация на жёсткое разграничение гуманитарных и естественных дисциплин – породило, в конечном итоге, мощнейший глобальный цивилизационный кризис второго тысячелетия.

Выход из кризиса в третьем тысячелетии видится в привнесении в сферу науки нравственных, этических и даже эстетических категорий, кстати, характерных для древних традиций Запада и особенно Востока, в опыте единения человека с природой и космосом. В сферу гуманитарной культуры следовало бы привнести обыкновение естественной науки не огульно отвергать, а переосмысливать ранее накопленные факты, пытаться объяснять законы гармонии на языке более универсальном и объективном, чем язык субъективно-эмоциональных переживаний. Возникает необходимость формирования целостного видения мира, синтеза естественных и гуманитарных наук.

В последней четверти XX века такой синтез начался на базе рассмотрения всё более сложных систем в физике, химии и биологии, приближающихся по сложности протекающих в них процессах к процессам в живых организмах и их сообществах. Особенно важно осознание современной наукой принципиальной неустранимости человека из эксперимента (согласно так называемому *квантовому принципу относительности к средствам наблюдения*), так что актуален действительно целостный подход: *человек и природа только вместе и никак иначе*.

Это направление науки об *организованной сложности* – среди них *синергетика* или *теория самоорганизации*, *теория организованных систем*, *теория автопоэзиса* и другие названия в указанном направлении науки – является, прежде всего, далеко идущим обобщением идей эволюционного учения, начавшего свой отсчёт с Ламарка. На этом пути возникает возможность (и уже в отдельных случаях она продемонстрирована наукой) универсальным образом рассматривать явления самоорганизации, становятся понятными: значение открытых систем, роль случайности и конструктивной роли хаоса, природа катастрофических революционных

изменений в системах, механизмы альтернативно-исторического её развития и многое другое. Примечательно, что некоторые из этих понятий, до недавнего времени бывшие исключительно в обиходе гуманитариев, теперь, проникнув в естественнонаучную сферу, приобретают обновлённое звучание. Начинает возникать единый механизм гуманитарной и естественной наук и культур. Наметилось понимание и встречное движение двух культур, возврат к единству на новом уровне осознания мира. Этот процесс надо сознательно развивать (и он развивается, взаимобогащая культуры) и начинать надо, прежде всего, в сфере образования. Диалектического единства культур необходимо добиваться потому, что ни одна из культур сама по себе не самодостаточна и, согласно знаменитым теоремам Курта Гёделя, на каком-то этапе ни одна из них не сможет развиваться без привлечения методов другой, поскольку в противном случае каждую из них ожидает вырождение.

Итак, смена парадигмы (образа научного мышления), возникшая в науке в конце недавно ушедшего XX столетия, переход от классической механической парадигмы к современной постнеклассической эволюционно-синергетической определяет потребности культуры человека во всем многообразии.

Основное назначение предлагаемой учебной дисциплины – содействовать получению широкого базового высшего образования, необходимости дать панораму наиболее универсальных принципов, методов и законов современного естествознания, продемонстрировать специфику рационального метода познания окружающего мира, сформировать целостный взгляд на мир, позволяющий дать ключ к пониманию механизмов потрясений в обществе, сформировать адекватный менталитет социума.

ВВЕДЕНИЕ

Естествознание как учебная дисциплина многогранно. Этому подтверждение – великое разнообразие учебников и учебных пособий, написанных и изданных в два последних десятилетия. Трудно найти две похожие книги. Предлагаемая книга также оригинальна.

Наша концептуально-теоретическая парадигма учебного пособия базируется на естественно-исторической ретроспективе появления, развития, становления и эволюции сменяющих друг друга типов рациональности (от лат. *ratio* – *рацио* – разум). Начало им положило *мифологическое, дологическое мышление* человека, породившее то знание, которое можно называть *протоестествознанием*, затем ставшее тем знанием, которое официально принято называть *натурфилософией*. А далее, во времени, начинается собственно наука, в которой по одной из классификаций, предложенной акад. Вячеславом Стёпиным, на смену натурфилософии пришли последовательно *классическое естествознание*, затем *неклассическое* и, наконец, *постнеклассическое естествознание* и соответствующие им *типы рациональности* – *классический, неклассический и постнеклассический*.

По другой классификации, предложенной У. Уивером, мыслящий человек в познании окружающего мира сначала столкнулся с проблемой *организованной простоты*, породившей *мир механики*, затем – с проблемой *неорганизованной сложности*, давшей нам *мир физических статистик и полевых форм* материи, а в недавнем XX веке – с проблемой *организованной сложности*, явившей нам пока неразрешимую проблему *происхождения и эволюции жизни*. Подобная классификация этапов науки несёт глубокое концептуально-историческое осмысление проблем науки не только по объяснению явлений и процессов природного и гуманитарного миров, но и по проблеме их взаимного обогащения своими фундаментальными принципами и идеями. Возникает проблема межкультурного философского диалога, своеобразного *кроссинга* или даже *кроссбридинга* (англ. *crossbreeding* – буквально *межпородное скрещивание*, которое в нашем контексте надо понимать, конечно иносказательно, как *межнаучное смешение*) естественных и гуманитарных наук.

В нашем пособии мы последовательно придерживаемся классификаций Уивера, представляя поэтапно развитие естествознания, и

Стёпина, освещая поэтапно эволюционное развитие научной рациональности.

Вряд ли можно оспорить вывод, что именно двухтысячелетнее развитие естествознания привело современную научную мысль к определённым итогам познания природных феноменов Вселенной и в настоящее время оказывает мощное влияние на эволюцию общественной мысли – обществознание.

Идея включения дисциплины в перечень основных общеобразовательных программ естественнонаучного цикла состоит в необходимости передачи гуманитариям элементов естественнонаучной грамотности, представлений об основополагающих принципах и концепциях естественных наук, складывающихся в единую картину мира.

В основе дисциплины лежит междисциплинарное, а с конца XX века трансдисциплинарно осознаваемое, динамическое описание явлений и законов природы на базе эволюционно-синергетической парадигмы, парадигмы самоорганизации, способных объединить и взаимовлиять на естественнонаучную и гуманитарную компоненты культуры.

Приведём основной перечень *дидактических единиц* дисциплины (*выделены курсивом*) и их понятийного наполнения – базисных категорий, способствующих формированию целостного фундаментального осмысления, усвоения и понимания предлагаемого учебного материала:

1. *Эволюция научного метода и естественнонаучной картины мира*: научный метод; естествознание и его роль в культуре; этика научных исследований и псевдонаука; формирование научных программ (математической, атомистической, континуальной); естественнонаучные картины мира (механическая, электромагнитная, квантово-полевая, эволюционно-синергетическая); развитие представлений о материи, движении, взаимодействии.

2. *Пространство, время, симметрия*: принципы симметрии и законы сохранения; эволюционные представления о пространстве и времени; специальная теория относительности; общая теория относительности.

3. *Структурные уровни и системная организация материи*: микро-, макро- и мегамиры; взаимосвязь структурных уровней организации материи; организация материи и процессы на физическом, химическом и биологическом её уровнях; молекулярные основы жизни.

4. *Порядок и беспорядок в природе*: механический детерминизм, хаотическое поведение динамических систем; динамические и статистические теории; корпускулярно-волновой дуализм и соотношение неопределённостей; принцип дополнительности, принципы возраста-

ния и минимума производства энтропии; закономерности самоорганизации.

5. *Эволюционное естествознание*: космология, космогония и геологическая эволюция; происхождение жизни; биологический эволюционизм; история жизни на Земле и методы исследования эволюции; генетика и эволюция.

6. *Биосфера и человек*: экосистемы; биосфера; человек в биосфере; глобальный экономический кризис.

Цели преподавания и изучения дисциплины, возникающие при этом *основные задачи* обычно излагаются в учебно-методических руководствах, поэтому мы не станем их указывать в нашем учебнике.

Хотим обратить внимание всех наших читателей на то, что все фрагменты текста, выделенные *курсивом*, содержат наиболее важный или наиболее значимый материал для полноценного качественного усвоения предлагаемого учебного курса. В нашем учебнике, как нам представляется, нет ничего занудного и назидательного, мы всего лишь хотим внятно объяснить, зачем нужно знать азы современного естествознания гуманитариям.

В учёбе всегда следует помнить слова выдающегося мыслителя Бенедикта Сенеки: «*Лучше выучить лишнее, чем ничего не выучить*».

**Часть I. ПРОТОЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
(МИФОЛОГИЧЕСКОЕ),
АНТИЧНОЕ, СРЕДНЕВЕКОВОЕ
И НАТУРФИЛОСОФИЯ**

**Глава 1
ПРОТОЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
(МИФОЛОГИЧЕСКОЕ)**

**Глава 2
АНТИЧНОЕ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
И НАТУРФИЛОСОФИЯ
ЭЛЛАДЫ И ЗАПАДНОЙ
РИМСКОЙ ИМПЕРИИ**

**Глава 3
ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
СРЕДНЕВЕКОВЬЯ
И ВОЗРОЖДЕНИЯ.
ЗАРОЖДЕНИЕ
ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКОЙ
НАУКИ**

Глава 1. ПРОТОЕСТЕСТВОЗНАНИЕ (МИФОЛОГИЧЕСКОЕ)

1.1. Мифы, их роль и значение в становлении естествознания

В первой главе курса речь идёт о *донаучном*, точнее *ненаучном*, *перводе развития естествознания*, который мы называем здесь как *протоестествознание* (допустимо также его наименование как *мифологическое естествознание*). Временные рамки протоестествознания простираются от древнейших времен (возможно, с 4 тыс. до н.э.) до средневековых – до XV века н.э. В этом протяжённости в пять с лишним тысячелетий периоде естествознание государств Средиземноморья (Шумер, Аккад, Вавилон, Ассирия, Египет, Эллада), Китая, Индии, Месоамерики и арабского Востока (наиболее древних цивилизаций) существовало в форме так называемой *натурфилософии* (лат. *nature* – *природа*), или философии природы, суть которой состояла в *умозрительном (теоретическом) истолковании единой, целостной природы*. Особо надо обратить внимание именно на понятие целостности природы, т.к. в Новое время (XVII–XIX вв.) и в Новейшее, в современную эпоху (XX–XXI вв.), целостность науки о природе была фактически утрачена и на новой основе начала возрождаться только в конце XX века.

В античной древности, у эллинов (греков), натурфилософия, оказавшая особенно мощное влияние на возникновение и развитие естествознания, фактически именовалась *физикой* или *физиологией* (но не в современном понимании этих наук), т.е. *учением о природе*. В понятие натурфилософии того времени входили астрономия, (ал)химия, биология, собственно философия, религия. Все вместе они составляли единую культуру. Характеризуя сущность натурфилософии, Ф. Энгельс писал, что «...она заменяла неизвестные еще ей действительные связи явлений идеальными, фантастическими связями и замещала недостающие факты вымыслами, пополняя действительные проблемы лишь в воображении». Предсказательная сила воззрений античных ученых очень мала и они не нуждались в лабораторном подтверждении. По большому счету, всё античное знание не удовлетворяет установленным и принятым в настоящее время критериям научности, так что его нельзя называть наукой, поскольку оно не достигло необходимой зрелости, а, скорее, правильно именовать не-наукой (об этом мы более подробно будем рассуждать в VI части курса), но его роль в становлении науки в последующие столетия (особенно в Новое время) оказалась решающей.

Естествознание, сформировавшееся в процессе переработки древней мифологии, является продуктом многовековой человеческой цивилизации (и частных цивилизаций, указанных ниже). Оно не только несёт в себе черты единства происхождения (генезиса) самого мира (Вселенной) и человека (независимо от того, где и на каком континенте человек жил и живёт, какой имел и имеет цвет кожи или к какой расе относится, на каком языке говорил и говорит), но и имеет определённые национальные и культурные корни и особенности.

Английский историк Арнольд Тойнби (1889–1975) выделял в человеческой истории 13 самостоятельных цивилизаций, русский социолог и философ Николай Данилевский (1822–1885) – 11, немецкий историк и философ Освальд Шпенглер (1880–1936) – всего 8 цивилизаций: вавилонскую, египетскую, народа майя, античную, индийскую, китайскую, арабскую, западную. Пренебрегая определённой научной строгостью, мы выделяем здесь только мифы и естествознание тех цивилизаций, которые сыграли наиболее выдающуюся роль в возникновении, становлении и развитии натурфилософии и современного естествознания.

Итак, попытки отыскать корни современного естествознания отправляют нас в глубины веков, к истокам знания – к древней мифологии. Современный австрийский (австро-английский) философ Карл Поппер (1902–1994), исследуя истоки философии науки, не раз сопоставлял *науку* и *миф*, видя миф в основе чуть ли не любой научной теории. Само рождение науки он представлял как *критику мифа*, порождающую новый миф, всё более и более *рациональный*. Таково было, например, рождение идеи о Солнечной системе, впервые возникшей у Анаксимандра в VI в. до н.э., предположившего, что Земля неподвижно висит (или парит) в пространстве. Однако и более древние мифы носили *космогонический* и *антропоморфный* характер: толковали единое происхождение *мира* и *жизни*, причём иногда настолько изопрённо, что некоторые их идеи едва начинают только сейчас проникать в современную науку (как говорят: «новое – хорошо забытое старое»). Такова, например, индийская идея циклического мироздания, в котором разные боги живут в разных временах. Какими бы несостоятельными ни были некоторые мифы, было бы неразумно выбирать из них только аналоги нашим идеям, отбрасывая остальные. Первоначально, как и любые сказочные повествования, миф воспринимался целиком в качестве истины, а потом, по прошествии времён, также целиком вставал в ряд классической литературы в качестве вымысла (вспомните, например, «Легенды и мифы Древней Греции» Н. Куна).

Мифы, безусловно, – не научные трактаты, основывающиеся на логике, а посему они полны ряда логических и семантических недостатков,

анализ, выявление, преодоление и искоренение которых способствовали развитию методов творческого, аналитического мышления. Создание мифологического образа (мифологема) как такового уже и есть первоначальное объяснение окружающего мира. Самое простое, но и, обратим специально ваше внимание, небезопасное, – придумывать мифологемам рациональное толкование. (Но следует знать и помнить всегда, что великий китайский мыслитель Конфуций говорит: «Изучение наук без размышления – бесполезно, размышление без изучения – опасно»). Поскольку любой миф полон противоречий, то ответ мифологов прост: миф отвечает на определённый вопрос и вне него равнодушен к противоречиям. Это *равнодушие мифа к противоречию* есть *главный его недостаток*, он не исправляется рациональным толкованием мифа, а его исключение искажало бы целостность повествуемого сюжета. В этом есть и положительное его качество, которое не разрушает миф.

Отметим присущие любому мифу недостатки. Во-первых, миф, по большому счёту, не несёт познавательной ценности, поэтому с ним нельзя спорить логически, ему можно противопоставлять только другой миф, как нечто также целостное. Для логики мифа характерно *petitio principii*, т.е. *подмена основания* (принципа), на котором «доказательство покоится на предрешённом основании или на молчаливом допущении, требующем ещё доказательства».

Во-вторых, столь же важно указать на *символичность* мифа как на недостаток. Миф оперирует символом, знаком как реальной сущностью, не отличает объект от его знака, не желая сопоставлять ни размеры, ни какие-либо другие характеристики объектов, ни соответствие следствия причине. Например, Геракл – символ несокрушимой силы, поэтому он может бороться с гигантом и победить, хотя сам не гигант, ничем не выделяется среди обычных людей. Так же произвольно меняются размеры в пещере циклопа Полифема: его овец Одиссей хочет взять на свой небольшой корабль, т.е. размеры их обычны, но затем воины прячутся у них в шерсти под брюхом, т.е. овцы вырастают до слоновьих размеров.

В-третьих, миф *не отличает происхождение от сущности, описывает историю вопроса вместо ответа на сам вопрос*, полагает родословную самым важным объектом повествования, более важным, чем наличные свойства (кстати, по этому признаку мифологичны как Книги Ветхого, так и Книги Нового Заветов, например, «Бытие», «Числа», «От Матфея святое благовествование» и др.).

В-четвёртых, миф *моделирует реальность вместо её анализа*: сходство путает с тождеством, любой конфликт трактует как смертную борьбу (гипертрофирует ситуацию).

В-пятых, *логику выявления признаков миф подменяет расчленением объекта* (например, Гефест разрубает голову Зевсу, чтобы тот родил мудрость – Афины).

В-шестых, миф *ставит выше мифическое (сакральное) время, чем текущее (профанное)*: всё важное для судеб мира миф помещает в прошлое, тем самым обеспечивая вторичную сакрализацию времени: сказанное давно умершими авторами рассматривается как нечто особо важное, как опровержение новых данных.

И, наконец, в-седьмых, миф *выражает безусловную (заранее предопределённую, предрешённую) систему ценностей*: враг героя заслуживает любой кары, он, можно сказать, генетически не может быть прав. Следует указать, что список недостатков мифов можно продолжать и продолжать, но уже отмеченного вполне достаточно, чтобы развивать на критике мифов новую логику и стиль мышления.

Поразительно не только то, что логика мифотворчества, «*дологическое мышление*», как его называл и познавал французский философ, этнограф и мифолог Люсьен Леви-Брюль (1857–1939), характерна для первобытного общества, но и то, что «*логическое и первобытное мышление сосуществуют во все времена*». Постигая логику научного мышления, следует всегда помнить, что *основные стереотипы мышления вечны и сосуществуют впараллель*, нисколько не меняясь в прогрессирующем обществе. Одним из таких стереотипов является уверенность в превосходстве западного рационального, формального (знакового) знания над восточным интуитивным, мистическим (целостным). Преодоление этого заблуждения, без всякого сомнения, будет способствовать новому подъёму науки.

1.2. Мифы и естествознание ближневосточных цивилизаций – Шумера, Вавилона, Ассирии и Египта

Шумерская и вавилоно-ассирийская цивилизации. Античные государства Передней (Западной) Азии и восточного побережья Средиземного моря (Шумер, Аккад, Вавилон(ия), Ассирия, Персия, Финикия – государства на территории нынешних Ирака, Ирана, Сирии, Ливана) наряду с Египтом в IV–I тыс. до н.э. явились колыбелью сначала *древнегреческой*, затем *арабской (ближневосточной и среднеазиатской)* и позднее *западной (западноевропейской)* культуры и науки, естествознания в том числе. Заселение же этих территорий относится к X–VI тыс. до н.э. Вавилоно-ассирийской цивилизации IV–I тыс. до н.э. на той же территории Южного Двуречья (между рр. Тигр и Ефрат) предшествовала *шумерская*, самая ранняя цивилизация на Земле. Некоторые историки считают Шумер местом *библейского Эдема*, рая на Земле. В Шумере, опережая египтян на 300 лет, в 3300 до н.э. возникает письменность – *клинопись*, первейший и

необходимейший элемент рождения и формирования культуры народа. На дошедших до нас десятках тысяч клинописных табличках имеются доказательства достижений в области обучения, образования, управления государством, права, строительства, медицины, металлургии, музыки, математики и естественных наук. Действительно, в четвёртом тысячелетии шумерский город Урук (существующий и поныне) был самый крупный и как город, и как культурный центр не только в Двуречьи (Месопотамии), но и во всём тогдашнем мире. Ранняя шумерская литература с её поэмами и легендами предвосхитила легенды и мифы Древней Греции, библейские истории Моисея и др. иудейских пророков. Как и в других цивилизациях, всё – от музыки, скульптуры, вооружения до болезней, урожая, вплоть до таланта, мудрости – в Шумере определялось и совершалось божественной силой. Четыре бога (Ан – создатель небес, Энлиль – создатель воздуха, Энки – создатель вод и Инанна – бог плодородия и войн) стояли на вершине иерархии богов. В их честь шумеры, возводя храмы на платформах, располагали жильё богов ближе к небу, ставя со временем один храм на другой, проявляя образцы высочайшего инженерного искусства. В этом они во многом сходятся с другими народами: древние египтяне строили *гигантские пирамиды* для своих царей (фараонов) – богов; индейцы Центральной и Северной Америки свои храмы *воздвигали на высоких холмах* из камней и земли; Моисей принёс Десять Заветов (Заповедей) с *горы Синай* (см. «Пятая книга Моисеева. Второзаконие»). Это примеры того, что стереотип «дологического мышления» не искореним в веках и действует в наше время.

Вавилоно-ассирийская культура возникает после падения Шумера под натиском западно-семитских кочевников к началу II тыс. до н.э. Последние были потомками народов, населявших северную Сахару до V тыс. до н.э., затем перешедших через Нил на Аравийский п-ов и позднее проникших в Двуречье и Сирийскую степь. Одна группа семитских племен (аккадцев) в Южном Двуречьи пришла в соприкосновение с шумерами и в конечном итоге подчинила их себе; с ними связана дальнейшая история Аккада, Вавилонии, Ассирии. Другая разделилась на две подгруппы, одна из которых проникла на территории Палестины, Сирии, Северной Месопотамии – это были амориты, ханаanei, затем финикийцы, евреи и арамеи. Вторая подгруппа южно-семитских народов, заселявшая тогда Аравийский п-ов, объединилась не позже начала I тыс. до н.э. под названием *арабы*. Выход арабов за пределы Аравийского п-ва в VII веке н.э. рассматривается как последствия и крупнейшая волна расселения семитов, приведшая к возникновению так называемой *арабской цивилизации*. Бурно развивающаяся хозяйственная практика требовала иметь способы определения площадей полей, объёмов зернохранилищ,

расчётов норм при копке каналов и искусственных водоёмов, в строительстве зданий и во многом другом. Всё вместе это вызвало совершенствование уже ранее созданной шумерами *шестидесятиричной* позиционной системы счёта, положившей начало составлению первых вычислительных таблиц: деления и умножения чисел, квадратов и кубов чисел и их корней. (Шестидесятиричная система счисления дошла и до нашего времени: именно этой системой пользуемся мы и сейчас, когда оперируем *градусами и часами, минутами и секундами*).

Вавилоняне уже тогда могли решать квадратные уравнения, знали «теорему Пифагора» и располагали методами нахождения всевозможных «пифагоровых» чисел (более чем за тысячу лет до Пифагора), были сведущи в планиметрии и стереометрии, черчении планов полей, местностей, зданий. В области химии им были известны рецепты изготовления бронзы, глазури, многокрасочных поливов на керамике, в металлургии с середины III тысячелетия – литьё,ковка, чеканка, изготовление золотой и серебряной проволоки, филигрань. В медицине проводимые хирургические операции включали ампутации, сращивание переломов, удаление бельма с глаза, их врачами составлялась анатомия человеческого тела, систематизировались болезни и соответствующие лекарства для их лечения. Велись астрономические и метеорологические наблюдения, были выделены планеты Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн, описаны созвездия, введён лунный календарь, а солнечный год состоял из 12 лунных месяцев, имевших 29 или 30 дней. Из-за того, что солнечный и лунный годы расходятся на 11 дней, время от времени для устранения этого несоответствия вводился дополнительный месяц. Вавилонские астрономы также установили некий особый промежуток времени – *сарос*, по истечении которого солнечные и лунные затмения повторяются в той же последовательности, что и раньше.

Космологические представления вавилонян основывались на мифах древних народов Месопотамии (Двуречья), согласно которым плоская земля лежит на поверхности мировых вод, окружающих её и выступающих наружу, на поверхность земли в виде колодезной и речной воды. Эти воды отделены от небесных «Плотиной небес» (вот как сказывается жизнь народа в условиях ирригационного земледелия, где жизнь зависит от *плотины*), на которой покоятся несколько твёрдых небосводов – небеса Солнца, Луны, планет и неподвижных звёзд.

В результате падения Ассирии в конце VII века до н.э., а затем и завоевания Вавилона державой Ахеменидов (539 до н.э.) и его вхождения в государство Селевкидов (в конце IV века до н.э.) вавилоно-ассирийская культура растворилась сначала в персидской, а позже и в *эллинистической культуре*.

Египетская цивилизация. Отсчёт цивилизации начинается в X тыс. до н.э. В нём присутствует продолжительный греко-римский период, когда Древний Египет становится частью эллинистического мира (332 г. до н.э. – 395 г. н.э.), затем короткий период византийского мира (с 395 г. н.э.), и, наконец, период арабского мира (с 642 г. н.э.). После же римского завоевания (Цезарем Августом в 30 г. до н.э.) начинается неотвратимый распад некогда одной из самых могущественных мировых цивилизаций. Исчезает практически всё и вся – тот древний египетский народ, его культура и даже его язык. Остались, однако, загадочные египетские письмена, возникшие в XXX веке до н.э. Их разгадка оказалась возможной благодаря счастливой находке Розеттского камня – стелы, случившейся во время египетской кампании Наполеона Бонапарта в 1798 г. На камне оказались высеченными три параллельных текста: два с египетскими иероглифическими традиционными и скорописными письменами и третий текст на греческом языке. Дешифровал египетские письмена молодой француз Ж.-Ф. Шампольон в 1821 г. (Кстати, древнеегипетские писцы писали иероглифы черной краской, а новый абзац всегда начинали красной краской – отсюда дошедшее до нас выражение «красная строка»).

Одно из величайших впечатляющих достижений египтян – древние пирамиды, о которых арабская пословица гласит: «Человек страшится времени, а время страшится пирамид». Тайны их возраста и технологии строительства не раскрыты до сих пор. Создание таких циклопических сооружений требовало основательных знаний о пространстве, времени, Вселенной, не говоря уже о владении строительными технологиями. Так, некоторые шотландские исследователи считают, что в формах пирамиды Хуфу (*Хеопса* в греческом написании) заложены божественные числа. Ими подсчитано, что если высоту пирамиды, выраженную в дюймах, помножить на десять в девятой степени (так соотносятся между собой высота пирамиды и сторона практически идеального квадрата в её основании), то получится расстояние от Земли до Солнца. И ещё один загадочный парадокс пирамиды – её периметр, исчисленный в шотландских «пирамидных» дюймах, равен числу 365,25 (число календарных дней в году), помноженному на 1000!

Однако как бы там ни было, уже с IV тыс. до н.э. древние египтяне овладеют выплавкой меди, с III тыс. – стекла, со II тыс. – бронзы, с середины II тыс. – железа, затем золота и серебра. Весьма компетентны были они в химии (многие считают, что само слово *khemeia* идёт от древнего названия Египта – *Kham*): помимо способов обработки металлов они знали золочение, окрашивание шёлка в разные цвета, выделку стекла, искусственное высиживание цыплят, добывание из растений лечебного

масла, приготовления опия, пива, тростникового сахара; умели дистиллировать жидкости и получать различные кислоты и щёлочи.

Ежегодные разливы Нила, начало которых совпадало с восхождением над горизонтом звезды Сириус, положили зарождению астрономии и календаря уже в IV тыс. до н.э. Для измерения времени использовались солнечные и водяные (клепсидры) часы. Появляются успехи в математике, в основном в арифметике, в счёте, вычислениях площадей прямоугольников, треугольников, круга, поверхностей и объёмов простой и усечённой пирамид. Возникают элементарные алгебраические представления, решаются уравнения с двумя неизвестными.

Сотворение мира и людей описано в ряде древнеегипетских мифов, главным персонажем которых является бог Солнца – *Ра*, вышедший и поднявшийся из бутона лотоса, явившегося в предвечном водном хаосе. Из уст *Ра* вышли первые боги, а из его слёз возникли первые люди. По представлениям египтян Земля – *Геб* – мужчина, а Небо – *Нут* – женщина. Первоначально *Геб* и *Нут* *составляют единое целое* и в союзе рождают Солнце – *Ра*, а затем возникают бессчётные звёзды и главные боги египетского пантеона – *Осирис*, *Исида*, *Нефтида*, *Сет*. Один из эпитетов *Нут* – «огромная масса звёзд». Ночью плывут эти звёзды по *Нут* до края неба. Они поднимаются и их видят (люди), днём они плывут внутри неё, не поднимаются и поэтому их люди не видят. Такой была своеобразная космология древних египтян.

1.3. Мифы и естествознание Древнего Китая

Очерк истории раннего естествознания будет неполным, если не упомянуть о догадках, мифах и космологии древних китайцев и индийцев. В древнем Китае мифология развивалась слабо. Китайцы оказались для этого слишком практичными людьми. Однако и древний Китай не избежал влияния мифологических воззрений. Так, общеизвестный миф о возникновении (космогонии) Вселенной записан в книге «Хуайнаньцзы», созданной во II в. до н.э. Он повествует о том, что в глубокой древности, когда ещё не было ни неба, ни земли, мир представлял собой мрачный, бесформенный хаос. Из этого мрака постепенно выделились два великих духа *Инь* и *Ян*, которые с огромным усилием начали упорядочивать мир. Впоследствии *Инь* и *Ян* разъединились и установилось восемь главных направлений в пространстве. Дух *Ян* стал управлять небом, дух *Инь* – землёй. Так был создан наш мир.

В другом мифе упорядочение хаоса и организация мироздания связываются с деятельностью сверхъестественного по способностям человека по имени *Паньгу*, зародившегося внутри космического яйца – естественного порождения хаоса. Оказавшись в первобытном мраке, *Паньгу* рас-

кальвает его на землю и небо и поднимает последнее над первой. Части мироздания возникают из частей умершего Паньгу: ветер и облака – из вздоха, гром – из голоса и т.д.

Древнекитайская натурфилософия связана с древними книгами, составившими знаменитое «Пятикнижие», среди которых «Книга истории», «Книга перемен», «Книга обряда». «Пятикнижие» даёт основу древнего мировоззрения образованного для этого времени китайца.

В «Книге истории» излагаются мифологические сказания о пяти началах мира: первое начало – вода, второе – огонь, третье – дерево, четвёртое – металл и пятое – земля. Постоянная природа воды – быть мокрой и течь вниз, огня – гореть и подниматься вверх, металла – подчиняться внешнему воздействию. В этой же книге описываются и пять явлений природы: дождь, солнечное сияние, жара, холод и ветер. От их своевременности и умеренности зависит благосостояние народа. Делаются попытки найти причины, вызывающие благоприятные и неблагоприятные явления природы.

В «Пятикнижии» продолжается развитие древнейших представлений о двух антагонистических и в то же время сотрудничающих силах – Ян и Инь. Вначале это олицетворения света и тьмы, освещённой и теневой сторон горы, тепла и холода, упорства и податливости, мужского и женского начал. Потом это состояние «ци» – своего рода прообраз первобытной материи. Называются шесть состояний «ци» – инь, ян, ветер, дождь, мрак, свет. Этот момент развит в «Книге перемен». Во всех этих исторических источниках предпринята первая в истории человечества попытка представить природные и человеческие явления в двоичной системе – в системе ян и инь.

Таким образом, важнейшим этапом развития логического мышления в Древнем Китае и вычленения философии и естествознания из мифологии, было возникновение на рубеже первого и второго тысячелетий космологических понятий «у син» (пяти первоэлементов), «ци» (воздух), «дао» (пути вещей, мира, человека), парных сил «инь» (тьма) и «ян» (свет). Одновременно шёл процесс переосмысления религиозно-мифологического содержания таких понятий, как «небо», «земля», «вселенная», «тьма вещей».

Древний Китай обогатил европейскую и мировую цивилизацию множеством важнейших открытий и изобретений. Во II в. до н.э. был составлен трактат «Математика в девяти книгах», подобный в чем-то «Началам» Евклида. В трактате содержатся правила действия с дробями, теорема Пифагора, применение подобия прямоугольных треугольников, решение систем линейных уравнений с 2 и 3 неизвестными, впервые в истории математики встречаются отрицательные числа и правила действия над ними. Между II и VI веками китайцы определили число «пи» с точностью до семи

верных значащих цифр (европейцы только в XVI веке). В середине XI века ими был изложен способ извлечения корней выше 2-й степени.

Исключительно велики достижения древних китайских астрономов. Уже в первом тысячелетии до н.э. они выделяли 118 созвездий (783 звезды), с 240 г. до н.э. безошибочно наблюдали все появления кометы Галлея, в I в. до н.э. установили период обращения Юпитера (Древесной звезды) в 11,92 земных года, в 104 г. до н.э. определили продолжительность года в 365,25 суток, в 27 г. до н.э. наблюдали солнечные пятна, в I веке нашей эры создали первый в мире небесный глобус, воспроизводивший движение небесных тел, в VIII веке высказали мысль об изменчивости расстояния между «неподвижными» звёздами. Изобрели также китайцы компас, прибор для измерения пройденного пути – своеобразный спидометр, сейсмокоп.

В истории развития древнекитайских философии и естествознания узловым пунктом познания человека и мира явилось учение о «дао», которое содержало гениальную догадку о саморазвитии, бесконечности и вечности мира, о наличии естественных и независимых от чей-либо воли закономерностей его развития.

Вместе с тем в силу ряда особенностей развития рабовладельческого и раннефеодального общества в Китае философское знание (в отличие от древнегреческого) обособилось от развития естествознания и обобщения его данных. Неудивительно, что онтологические проблемы, законы развития человеческого знания, мышления и общества занимали второстепенное место в учениях китайских мыслителей.

Вторая особенность древнекитайской натурфилософии заключается в том, что в ней практически не сложилось целостной логической системы взглядов, учения о законах и правилах человеческого мышления (что сделал Аристотель в Древней Греции).

Третья особенность – Китай с древности и до начала XX века, не вышел за пределы наивного материализма, стихийно-диалектических взглядов и синкретических концепций о природе и человеке.

1.4. Мифы и естествознание Древней Индии

Натурфилософия Древней Индии в значительной степени мифологизирована. В противоположность древнекитайской философии в ней нашли место самые разнообразные точки зрения на мироустройство. Так, в «Ведах», древнейшем литературном поэтико-мифологическом памятнике индийской культуры, содержится большое количество космологических систем (слово «веда» означает «знание», откуда, кстати, происходят русские слова «ведение», «ведать», «ведьма»).

В «Ригведе» (первом из сборников «Веды», веде гимнов) выражена направленность на анализ явлений природы. Особо часто в ней упоминаются

имена богов природных стихий, таких, как грозы (Индра), ветра (Ваю), воды (Варуна), огня (Агни), солнца (Сурья), зари (Ушас). Индра – бог громовержец – является воинственным предводителем всех остальных, менее воинственных, богов, воплощением силы, мужества и бесстрашия (в греческой мифологии это Зевс, в римской – Юпитер). Чаще всего Индра противостоит Вритре, страшному чудовищу, олицетворяющему всевозможные тёмные силы, преграждающему путь водам, несущим жизнь полям.

Божеством не только космического упорядочения, но также общественного выступает Варуна, наделённый могуществом, вторым после Индры. Варуна задаёт ритм в природных явлениях и ритуал в общественных, что передаётся одним понятием – *рита*. Благодаря рите происходит смена дня и ночи, вращается небесный свод, поэтому риту представляют «путём, по которому следует солнце». Противоположным этому понятию служит понятие *анрита* – хаос и темнота.

В «Ведах» разрабатывается космогоническая тема как разрешение вопроса о происхождении богов. Как и в китайской философии, мир рождается из соединения мужского и женского начал, но постепенно складываются представления о некоем абстрактном божестве, имеющем много разных имён, но сам же первобог никаких антропоморфных признаков не имеет. Одно из популярных имён – Пуруши, вселенский человек, отдельные органы которого после его гибели стали отдельными частями мира. Иногда он представлен как космический разум и неопределённая активность, либо как отвлечённая духовная субстанция (веды в течение веков многократно перерабатывались и дополнялись).

Начало построения мира весьма абстрактно, так как утверждается, что «в первом веке богов из не-сущего возникло сущее, затем возникло пространство мира», «Нечто Одно» или «Единое» пробуждается от желания, начинает делиться на противоположности: сущее и не-сущее, низ и верх, день и ночь, смерть и бессмертие. Затем первобог родил небо и землю, воздушное пространство между ними, первых трёх богов: Алити (бесконечность) из неба, Агни (огонь) из земли и Ваю (ветер) из воздушного пространства.

Другой план (сценарий) возникновения мира: из мысли, предшествующей миру, как основы центральной идеи о космическом абсолюте – Брахмане, абсолютной духовной субстанции начала и конца всех вещей и существ. Но и это не последний космический план. Так, мыслитель Уддалаки (VII век до н.э.), задавшись вопросом: «Как же ... могло это быть? Как из не-сущего родилось сущее?», – сам себе и отвечает: «Нет, вначале ... всё это было сущим, одним, без второго» и далее разворачивает причинно следующее развитие: огонь – источник воды, вода производит пищу (земля, твердь), из них возникают все виды живых существ и разум тоже.

Интересно отметить также в этих космогонических моделях (схемах) их последовательную или параллельную поэлементную организацию. Последовательная организация схемы предполагала либо последовательное возникновение и развитие элементов во времени, либо последовательное вхождение одних элементов в другие. Параллельная же организация заключалась в проведении нескольких параллельных рядов элементов из различных областей человеческого бытия или природных явлений, при этом либо выделялся какой-то один доминирующий ряд элементов, либо он не выделялся. Так в индийской философии совершенствовался метод, процедура проецирования одного ряда элементов, например, психофизического свойства, на другой ряд, относящийся к природным явлениям.

Подытоживая этот краткий очерк ведийского периода индийской мифологии, философии и естествознания, необходимо отметить не имеющий аналогов у других народов, крайний плюрализм мировоззрения Ригведы и других книг Веды, а именно: всё, что есть в этом мире – боги, люди, животные, растения, элементы, времена года, страны света, качества, части тела, духовные способности и прочее – всё и вся являются наделёнными жизнью субстанциями, которые связаны друг с другом, взаимно проникают друг в друга, а также могут превращаться из одного в иное другое.

1.5. Мифы и естествознание

Древней Месоамерики – народа майя

Исторически цивилизация майя известна на территории современных Мексики, Гондураса и Гватемалы с X в. до н.э. по XVI в. н.э., когда она исчезла как мировая культура, цивилизация под разрушительными ударами испанских завоевателей. Практически она стала известна европейцам с этого средневекового времени, со времён испанских завоеваний. До нас дошли только три научных литературных источника культуры майя, из которых трудно заключить об их научном уровне, но некоторые исследователи сходятся во мнении, что уровень этих знаний сопоставим с уровнем древних вавилонян и египтян.

Как и в большинстве древних религий (и мировоззрений) Востока, для майя характерны представления об имевших место ранее нескольких повторяющихся циклах сотворения и разрушения. Каждый из этих циклов имел продолжительность немногим менее 5200 лет, последний из которых начался в 3113 г. до н.э. и завершился в декабре 2012 года. Предполагалось, что он завершится Армагеддоном (гибелью) всего человечества, чего, естественно, не случилось.

Исключительную роль в культуре майя играл созданный ими необычный календарь. Календарный цикл продолжительностью в 52 года основывается на двух пермутационных циклах: 260-дневном и 365-днев-

ным «нечётким годом», названным так, поскольку реальная продолжительность солнечного года примерно на четверть суток длиннее. Последнее обстоятельство заставляет нас объявлять каждый четвёртый год високосным, с тем, чтобы не допустить рассогласования календаря и солнечного года. Этот момент полностью игнорируется в календаре майя, так как они внутри этого года выделяли 18 месяцев длиной по 20 дней каждый, к которым в конце года добавлялся ещё и наводящий страх период, состоящий из 5 несчастливых дней. Получалось так, что каждый из дней года имел соответствующую ему дату как по 260-дневному календарному циклу, так и по календарной системе «нечёткого года». Оба этих цикла совпадали один раз за 18 980 дней, т.е. за период времени, равняющийся 52 «нечётким годам». Этот период называется «календарным кругом», но он оказывается неудобен в тех случаях, когда для фиксации событий требуется ссылка на промежутки времени, превышающие по продолжительности 52 года. Майя изобрели для этих случаев календарь «длинного счёта», в основе которого лежит 360-дневный период.

Важный смысл они придавали согласованию лунного и солнечного календарей, и в 682 г. н.э. начали вести вычисления по формуле: 149 лунных месяцев = 4400 дней. Майя считали, что продолжительность лунного цикла составляет 2 953 020 дней, что практически совпадает с современной оценкой в 2 953 059 дней. Весьма точно они могли предсказывать лунные и солнечные затмения, укладывающиеся в цикле из 405 лунных месяцев.

Согласно космологическим воззрениям майя земля является плоской и имеет четырёхугольную форму, углами сориентированная по сторонам света, которые поддерживают четыре бога. Небеса и подземный мир многоярусны. В части астрономических наблюдений и расчётов движения планет можно с полной уверенностью утверждать, что они вели расчёты движения планеты Венера, чем превосходили греков эпохи Гомера. Синодический цикл Венеры считался у народа майя равным 584 дням, тогда как по современным расчётам он равняется 583,92 дня! Практически мало сомнений, что майя вели наблюдения за движениями Марса и Юпитера, и вполне разумно предположить, что у майя был свой зодиак.

Последнее, что необходимо отметить, – майя разработали позиционную или разрядную систему счисления, оперируя в ней всего лишь тремя символами, располагая их не горизонтально, как мы сейчас, а вертикально: *точкой*, обозначающей 1 (единицу), *чёрточкой*, обозначающей 5 (пять), и стилизованным изображением *раковины*, которое обозначало понятие 0 (нуля). Если мы сейчас пользуемся заимствованной у индусов десятичной системой счисления, то система майя была двадцатичной (двадцатиричной).

Глава 2

АНТИЧНОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ И НАТУРФИЛОСОФИЯ ЭЛЛАДЫ И ЗАПАДНОЙ РИМСКОЙ ИМПЕРИИ

Под названием Эллада (гр. – *Hellas*) понимается территория древнегреческих государств, занимавших юг Балканского п-ова, острова Эгейского моря, побережье Фракии, западную береговую полосу Малой Азии и распространивших своё влияние в период греческой колонизации (VIII–VI вв. до н.э.) на территории Южной Италии, восточной Сицилии, южной Франции, на северное побережье Африки, проливы и побережья Чёрного и Азовского морей. С 146 до н.э. Греция (Эллада) фактически оказалась под властью Рима, а с утверждением Западной Римской империи в 27 г. до н.э. была превращена в римскую провинцию Ахайя. С IV в. н.э. Греция составила государственное и культурное ядро Восточной Римской империи – *Византии*.

Основополагающим признаком (характеристикой) эллинистической, впрочем, как и китайской, и индийской, натурфилософии и естествознания был космоцентризм. Каждый учёный, мыслитель того времени являлся одновременно, или даже скорее, философом, мысля абстрактными и отвлечёнными от конкретных фактов категориями, стремился представить всё мироздание в целом. Это проявилось во всех космогонических идеях, прежде всего, в концепции самого космоса.

В древности у эллинов космос означал «порядок», «гармонию» (а противоположный ему термин «хаос» – «беспорядок») и первоначально применялся к обозначению воинского строя и государственного устройства. Но в VI–V вв. до н.э. появляется понимание космоса как Вселенной, как *места вселения человека*, доступного умозрительному осмыслению. Это означало, что образ космоса наделялся либо качествами, присущими живым существам (как огромного человекоподобного организма), либо социальными, общественными качествами. Космос являлся как бы макрочеловеком, а человек – микрокосмом. Это объединяло человека и космос в единое целое, упорядочивало и гармонизировало весь мир (природу, Вселенную). Человек как микрокосм единой Вселенной воплощает в себе все те силы и «стихии», которые образуют космос.

«Стихии» или «элементы» стали развитием следующего этапа античной натурфилософии. Учения о первоначалах (стихиях, первоэлементах) появляются в Древней Греции как самостоятельные сущности

благодаря укрепляющейся идеологии космоцентризма. Рождение и организация таких *первозлементов*, как *огонь, воздух, вода, земля*, как правило, происходят под действием божественных сил – родителей. Идея о первоэлементах в естествознании актуальна и сегодня и далеко не исчерпана.

2.1. Ионийская (милетская) школа учений о первоначалах

Первым из известных мировых философов был Фалес из Милета (625–547 до н.э.), он явился тем первым в истории мировой цивилизации человеком, которого по праву можно считать не только *отцом греческой философии* (так его называл Аристотель), но и *праотцом* греческой, западноевропейской и мировой *науки*. Сочинения Фалеса до нас не дошли, но широко цитировались в трудах более поздних древнегреческих мыслителей (Геродота, Ксенофана, Аристотеля), с его именем связывают многочисленные философские размышления и научные открытия в астрономии, математике, метеорологии и географии. Как *учёный* Фалес высказал первое фундаментальное, онтологическое предположение о главной составляющей материи, полагая, что *началом* или *первоначалом* (*стихией, первоэлементом*) всего существующего является *вода* или *влага* (высказал это вслед за Гомером в «Илиаде» и Гесиодом в «Теогонии», которые утверждали, что источником возникновения всего сущего являются титан *Океан* и нимфа *Тетфида*). Аристотель предполагал, что своё воззрение Фалес вывел из наблюдений: пища всех существ влажная, семя прорастает во влажной среде, умирающее всегда высыхает, вода – основа всякой жидкости, земля плавает на воде и т.д.



ФАЛЕС
(640/624 – 548/545 до н.э.)

Древнегреческий философ и математик из Милета (Малая Азия). Представитель ионической натурфилософии и основатель милетской (ионийской) школы, с которой начинается история европейской науки. Традиционно считается основоположником греческой философии (и науки) – он неизменно открывал список «семи мудрецов», заложивших основы греческой культуры и государственности.

Сочинения Фалеса не сохранились. Традиционно приписывают Фалесу два сочинения: «О солнцеворотах» и «О равноденствиях»; их содержание известно только в передаче более поздних авторов.

Фалес известен также как астроном (предсказал солнечное затмение 28 мая 585 г. до н.э., ввёл 360-дневный 12-месячный календарь), математик (впервые измерил высоту пирамиды по её тени), как создатель учения о душе, *созвучного современным представлениям об информационном поле*, сохраняющем все события прошлого и настоящего и содержащем события будущего.

В ту пору философов называли *физиками, физиологами* (гр. *phisis* – физис, фисис, иногда *фюсис* – природа); в античной медицинской практике понятие *природа* означало *органическое произрастание*, применявшееся к растениям, животным и человеку (сравните с современным словом *физиология*), пытавшихся познать сущность, субстанциональную основу природы. Позднее Аристотель следующим образом резюмировал понятие *природа*: «... природою в первом и основном смысле является сущность..., а именно сущность вещей, имеющих начало движения в самих себе, как таковых». Следует особо принять во внимание, что *phisis* происходит от греческого глагола, означающего *рождаю*. Кстати, в этимологии и семантике русского слова *природа*, лежит тот же глагол – *рождать*, и корень у этих слов один и тот же – *род*.

Ученик Фалеса Анаксимен (585–525 до н.э.) за *первоэлемент признавал воздух*. Сущностные различия воды, огня и земли он свёл к разреженности и уплотнению воздуха: разряжаясь, воздух становится огнём, сгущаясь, ветром, затем облаком, далее водой и, наконец, землёй и камнем. Земля, будучи плоской, парит, подобно листу, в воздухе. Солнце, Луна и звёзды тоже плоские и движутся по воздуху так быстро, что, разогревшись, начинают светиться.

Другой ученик Фалеса Анаксимандр (610–547 до н.э.) не признавал первоначалом какую-либо конкретную сущность, а таковой считал *нечто неопределённое*, которое он назвал *апейроном* (*беспредельное, бесконечное*), понимая под этим бесконечное «беспокойство» материальной субстанции, т.е. как движение чего-то того, что бесконечно в пространстве, материально по сути, неопределённо в ощущениях. Анаксимандр также явился зачинателем космологии, полагая, что Земля – центр Вселенной, которую опоясывают три огненных кольца – солнечное, лунное и звёздное. Земля, по его мнению, прибывает в мировом пространстве, ни на что не опираясь. Эта мысль Анаксимандра, возможно, самое значительное достижение ионийской (милетской) школы.

Учения об элементах придерживался также Гераклит из Эфеса (520–460 до н.э.). Деятельное начало он приписывал *огню*. Известно его высказывание: «Этот космос, один и тот же для всех, не создал никто из богов, никто из людей, но он всегда был, есть и будет вечно живой огонь, мерно возгорающийся, медленно угасающий». Говоря о Гераклите, сле-

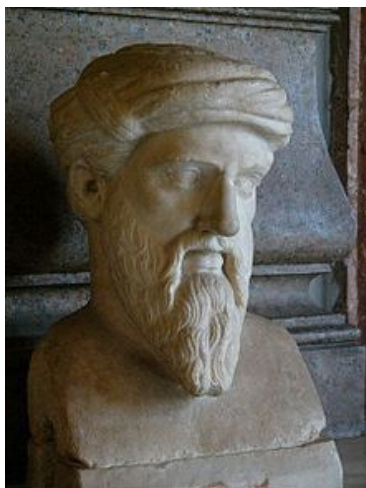
дует отметить его склонность к диалектическому видению мира. Так, Платон писал: «Согласно Гомеру, Гераклиту ... все вещи движутся, словно потоки. А из стремительного движения и взаимосмешения рождается всё, о чём мы говорим, что оно существует, но название это неправильно: ничто никогда не есть, но всегда становится». По Гераклиту, всё возникает в силу противоположностей вещей, и всё течет, подобно реке (самые знаменитые высказывания Гераклита: «*Всё течет, всё меняется*» и «*Нельзя дважды войти в одну и ту же реку*»). Космос рождается из огня и снова сгорает в нём. Диалектика изменчивости элемента огня, его пневма (огненная энергия) была затем популярна у многих философов, в том числе у Аристотеля два века спустя.

Завершение идеи милетской (ионийской) школы получили в трудах Эмпедокла (483–423 до н.э.) и Анаксагора (500–428 до н.э.). Если ионийцы, различая активное (движение) и пассивное (материю), не смогли их разграничить, то упомянутые выше философы сумели этого добиться. Так, Анаксагор за *активное начало* принял ум, а Эмпедокл – *любовь и вражду*. В качестве *пассивного начала* Анаксагор предложил *гомеомерию* или маленькие частицы, сходные с теми веществами, которые из них получают. Эмпедокл принял сразу все четыре стихии – огонь, воздух, воду и землю, которые, смешиваясь друг с другом, образуют всё богатство природы. В развиваемой им концепции были огрехи, противоречивость учения Эмпедокла проявлялась, например, в том, что, признавая существование движения, он вместе с тем отрицал наличие пустоты в космосе – все вещи могут лишь меняться местами, но не понятно тогда, как в заполненном сплошь пространстве может осуществляться движение. Но многое было воспринято положительно: ум или разум у Анаксагора сделался основным концептуальным понятием в философии Платона, а впоследствии и в философии, скорее теософии, Августина Блаженного (354–430), у которого благо христианского бога состояло не только в добре, но и в его разумности.

Любопытна космологическая концепция Анаксагора в изложении раннехристианского мыслителя Ипполита в книге «Опровержение всех ересей»: «Он считал ум как творящую причину, материю как становящуюся. Все вещи были вперемешку, а ум пришёл и упорядочил. Материальные начала, по его словам, бесконечны, а малость их тоже бесконечна. Все вещи были приведены в движение умом, и подобное сошлось с подобным. Часть из них под действием кругового движения получила постоянное место на небе: плотное, влажное, тёмное, холодное и всё тяжёлое сошлось в середину (когда они затвердели, из них возникла Земля), а то, что этому противоположное: горячее, светлое, сухое и лёгкое, устремилось вдаль эфира». Такова была картина становления космоса (мира, природы) по Анаксагору.

2.2. Пифагорейская школа и учение о числах

Пифагор (570–496 до н.э.) (Пифагор – это не имя, а *прозвище*, которое значит – *убеждающий речью*), античный эллинский философ и математик, современник Фалеса, был тем, кто впервые ввёл слова «философия» (фило – любовь, софия – мудрость) и «космос», а также был, по существу, первым математиком Древней Греции. Для большинства он известен по знаменитой «теореме Пифагора», выражающей метрику евклидова пространства (геометрии), т.е. устанавливающую правило вычисления расстояния между двумя точками на плоскости.



ПИФАГОР
(570 – 490 до н.э.)

Древнегреческий философ, математик и мистик, создатель религиозно-философской школы пифагорейцев. Пифагор проповедовал нравственное облагораживание невежественного народа, достигнуть которого возможно там, где власть принадлежит касте мудрых и знающих людей, которым народ повинуетя в чём-то безоговорочно, как дети родителям, а в остальном сознательно подчиняясь нравственному авторитету.

Ученики Пифагора образовали своего рода религиозный орден, или братство посвящённых, состоящий из касты отобранных единомышленников, буквально обожествляющих своего учителя – основателя ордена.

Сам Пифагор не оставил сочинений, и все сведения о нём и его учении основываются на трудах его последователей, не всегда беспристрастных.

В основе учения Пифагора и его учеников о Вселенной лежало число («Самое мудрое в мире – число», – говорил Пифагор). Космос у пифагорейцев символически выражался тетрактидой («четверицей») – суммой первых четырёх чисел: $1+2+3+4=10$, содержащей основные музыкальные интервалы – октаву (2:1), квинту (3:2) и кварту (4:3). Единица была основой числа и одновременно в качестве точки являлась образующей геометрических объектов: двойка символизировала линию, тройка – плоскость (треугольник), четвёрка – пространственный объём (пирамиду). Шар являлся самой прекрасной (совершенной) из пространственных фигур и круг из плоских. Красоту и сложность внешне однообразного натурального ряда чисел они пытались передать через симметрию геометрических фигур, тем самым рассматривали их алгебраические свойства, которыми сейчас занимается теория групп, созданная Э. Галуа в начале XIX века. Пифагорейцы называли свой способ анализа *арифметическим*.

Вот пример мощи его аналитического ума, взятый из книги Папюса, посвященной учению о тайном, сокровенном: «Одна музыкальная струна, – говорит Пифагор, – издаёт звуки такие же, как и другая струна двойной длины, если сила, её натягивающая, в четыре раза больше; так точно притяжение планеты превышает в четыре раза притяжение другой планеты, находящейся от неё на вдвое большем расстоянии. В общем, чтобы музыкальная струна звучала в унисон с более короткой струной того же рода, сила её натяжения должна быть увеличена пропорционально квадрату её длины. Таким образом, чтобы тяготение одной планеты было равно тяготению другой, более близкой к Солнцу, она должна быть увеличена пропорционально своего расстояния к Солнцу. Если предположить, что от Солнца к каждой планете проведены струны, то для достижения созвучия пришлось бы увеличить или уменьшить силу натяжения, сообразно силе притяжения каждой из них» (*курсив* везде наш. – Авт.). Поразительно, но, во-первых, Пифагор за 2000 лет (!) до Ньютона сформулировал основное положение (если вообще не полностью всё) закона всемирного тяготения – *квадратичная зависимость* (но не обратная, прямая зависимость) от расстояния и, во-вторых, Солнце у Пифагора занимает *центральное положение* среди всех небесных светил задолго до подобных мыслей у Аристарха Самосского и Коперника. Из исследованного музыкального сходства отношений Пифагор извлёк своё учение о «гармонии сфер», которого придерживались многие великие мыслители и учёные античности, в том числе Евдокс, Гиппарх, Аристотель и Птолемей. Нельзя также не упомянуть и того, что Пифагор *первым указал на шарообразность Земли*.

Главное то, что, по учению пифагорейцев, мир *прерывен (дискретен)*, в нём возможно движение, и началом мира, наряду с числом, была *пустота*. Именно в пустом пространстве они двигали точку, чтобы образовалась линия, затем двигали линию, чтобы образовалась плоскость. Точка, линия и плоскость, некие абстрактные (идеальные), телесные сущности выделялись на пустом пространственном фоне. Кстати, это всё несовместимо с воззрениями элейской школы логиков, которая не признавала ни пустоты, ни движения.

Аристотель впоследствии критиковал пифагорейцев за принятие в качестве начал (первозлементов) чистых математических сущностей, не принимал он также основополагающим конструктивный и умозрительный мир чисел и геометрических фигур. В единице, десятке, семёрке (а в Китае всегда была популярна пятёрка, в Индии – число 24, Зороастр верил в число 3 и т.д.) Аристотель не усматривал никакого конструктивного начала, поэтому боролся с пифагореизмом. Логика Аристотеля, тесно соприкасающаяся с диалектикой, софистикой и риторикой, по своей природе противостояла математике, которой поклонялись пифагорейцы.

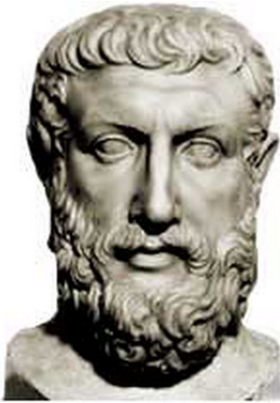
2.3. Элейская школа физиков-логиков

Родоначальником этой школы был Ксенофан из Элеи (580–485 до н.э.). Богом для него была вся Вселенная в целом, но не в чувственном её восприятии, а в формально-логическом осмыслении, т.е. Вселенная, возникающая из логических рассуждений, ставших основой качественного анализа естественных явлений. Ключом к пониманию Ксенофаном бытия (Бога, космоса, сущего, универсума) является *геометрическая сфера*, поверхность которой хотя и ограничена в пространстве, но, вместе с тем, и бесконечна. Действительно, все точки бесконечной плоскости могут быть спроецированы на сферу конечного радиуса. Предложенное Ксенофаном *соединение противоположностей* – конечного и бесконечного, а также соединение движения и покоя порождают парадоксальную ситуацию. Спекулируя на предельно широких понятиях сущего и не-сущего, т.е. бытия и ничто (небытия), Ксенофан порождает некоторую языковую форму, предтечу формальной логики. В качестве материального начала (первоэлементов) Ксенофан выбирает землю и воду. Близкие по смыслу и форме к этим мыслям были идеи Парменида (540–470 до н.э.). Он считал, что мир вечно существовал, никогда не возникал и никогда не исчезнет в будущем; он неподвижен, шарообразен и однороден; он есть одно целое. Он отождествлял сущее (Бога, бытие) и ум (разум, сознание), считая его недоступным для чувственного восприятия: *«Ибо мыслить – то же, что быть. Можно лишь то говорить и мыслить, что есть»*. Указанные тогда характеристики мира относятся, скорее, к мышлению, чем к реальному миру вещей. Декарт через 2 тыс. лет скажет: *«Я мыслю, следовательно, существую»*.

Парменид доказывал, что бытие не могло возникнуть ни из бытия (поскольку ему не предшествовало никакое другое бытие), ни из небытия (поскольку небытие – это ничто); значит бытие вечно и должно существовать всегда или оно никогда существовать не может. Он был уверен в том, что изменения невозможны, и относил видимые изменения за счёт иллюзорности наших чувств. Эта философия породила понятие неразрешимого вещества – носителя изменяющихся свойств, понятие, ставшее одним из основных понятий западной философии и науки. (Попытка примирения взглядов Гераклита и Парменида привела вскоре к понятию *атома*). Древнегреческий историк Плутарх (ок. 46 – ок. 127) про него сказал: *«Он сочинил и космогонию; и рассказал, как путём смешения элементов, светлого и тёмного, возникают все явления»*. Земля у Парменида никуда не движется, она находится в центре космоса и остаётся постоянно в равновесии вследствие равного расстояния от всех точек

периферии космоса, но иногда может колебаться (что, кстати, проявляется как землетрясение).

Аналогично Пармениду рассуждал и Мелисс Самосский (510–440 до н.э.), который говорит: «Если сущее есть, то оно вечно, поскольку из ничего не может возникнуть нечто».



ПАРМЕНИД
(ок. 540 или 520
до н.э. — ок. 450 до н.э.)

Древнегреческий философ и политический деятель. Свои взгляды выразил в поэме «О природе». Являлся главным представителем элейской школы. Он считается другом и учеником Ксенофана, а также учеником Анаксимандра.

Учение Парменида представляет собой первую попытку в древнегреческой философии изложить метафизическое понимание окружающего мира, природы. Занимался вопросами бытия и познания. Разделил истину и субъективное мнение.

Доказывал, что существует только вечное и неизменное Бытие, тождественное мысли. Отстаиваемая Парменидом картина мира имела своим источником недоверие к свидетельствам органов чувств.

Парменид и его школа первыми вскрыли противоречие между двумя картинами мира в сознании человека; одна из них – это та, которая получена посредством органов чувств, через наблюдение, другая – та, которая получена с помощью разума, логики, рационального мышления. Особо отчётливо это проявилось у Зенона (490–430 до н.э.), самого яркого представителя элейской школы. О его взглядах на физику явлений известно мало, поскольку он больше полагался на мышление, чем на чувственное восприятие.

Особую известность получили так называемые апории (затруднения) Зенона об отсутствии движения. Вот, например, апория «стрела». Всё, что находится в равном самому себе пространстве, покоится, так как движение может быть только откуда-то куда-то. Выпущенная из лука стрела в каждый момент времени находится в равном себе пространстве, следовательно, в эти моменты времени она покоится. Но тогда она покоится в течение всего времени, пока летит. Таким образом, движущаяся стрела на самом деле никуда не летит и всё время только покоится. Также абсурден бег Ахиллеса, пытающегося догнать и перегнать черепаху.

Выводы Зенона оказываются существующими вопреки нашим ощущениям, в них спекуляция идёт на физическом понятии движения, которое всегда происходит в пространстве и во времени. Дробя простран-

ство до бесконечности, Зенон забывает (так можно полагать) дробить до бесконечности и время. Упускаемые из вида соотношения между пространством и временем во всех этих случаях регулируются такой динамической величиной, как скорость, а возникающие от деления бесконечные суммы конечных величин оказываются на самом деле конечными, что впоследствии было доказано дифференциальным исчислением Ньютона-Лейбница. Несовершенство логического анализа Зенона опутало на два тысячелетия такие важнейшие характеристики движения, как скорость и ускорение.

2.4. Школа атомистов

В V–IV вв. до н.э. на смену концепции «стихий» как первоначал мира приходит новая концепция – *атомистика*. Согласно Аристотелю первые атомисты Левкипп (500–440 до н.э.) и Демокрит (460–370 до н.э.) утверждали, что «первичные элементы по числу бесконечны, по величине неделимы, из одного не возникает многое, из многого – одно, но всё рождается путём их сочетания и переплетения. В каком-то смысле эти философы также считают все вещи числами и состоящими из чисел, хотя они не говорят этого определённо». О сущности их учения через два столетия Аристотель выразился в «Метафизике» так: «Они признают элементами телесность и пустоту, называя одно из них сущим (бытием), другое не сущим (небытием)... Бытие нисколько не больше не существует, чем небытие, поскольку пустота не менее реальна, чем телесность. Материальной причиной вещей они называют и то и другое. Так же, как те, кто признаёт основную сущность единой, а все остальные выводит из её свойства, принимая разрежённое и плотное за причину свойств, так и Левкипп с Демокритом утверждают, что различия атомов являются причинами этих свойств. А этих различий они указывают три: форма, порядок и положение. Так как сущее, говорят они, различается очертанием, соприкосновением и поворотом; из них очертание есть форма, соприкосновение – порядок и поворот – положение. Действительно А отличается от N формой, AN и NA – порядком, N и Z – положением. А вот вопрос о движении, откуда оно и как сообщалось вещам, это они, подобно другим, легкомысленно обошли».

Атомы (неделимые) вечны и неизменны, ибо они «не могут испытывать те изменения, которые воспринимают люди», говорил древнеримский врач и философ Гален (ок. 129–216), изменчивость свойств, которые мы воспринимаем, проистекает от непрерывного движения атомов. Движение атомисты причисляли к первичным началам, таким, как пустота, множественность. Демокрит, отвергая возможность прямого познания через ощущения, утверждал, что только атомы и пустота действительно

истинны, всё остальное лишь наши представления. Бытие, по Демокриту, – это атомы, которые движутся в пустоте (небытии).

Атомисты, как и физики-логики (элеаты), разграничивали чувственный и умственный опыт. Демокрит, видимо, осознавал, что атомы – это, скорее, теоретические конструкции, чем реально существующие объекты. Если логики утверждали, что мир – это единое, сферической формы неизменное бытие, то атомисты, напротив, полагали, что мир – это множественное, любой формы изменяющееся бытие. Атомы сам Демокрит часто называл идеями. «Идея» по-гречески «то, что видно», но «видно» именно умственному взору (теоретически)!

То, что было упущено Левкиппом и Демокритом, именно причина движения, изменения в мире атомов, ввел в атомистику Эпикур (324–270 до н.э.). Он высказал мысль, что причиной изменения направления движения атомов могут быть внутренние свойства атомов. В противовес элейцам Эпикур учил, что *всё чувственное – истинное*, так как всякое ощущение исходит из *реально существующего*. Эпикуру также принадлежит принцип концептуального релятивизма: для объяснения одного и того же природного явления может существовать несколько теорий; любая теория верна, если она не противоречит чувственному опыту.

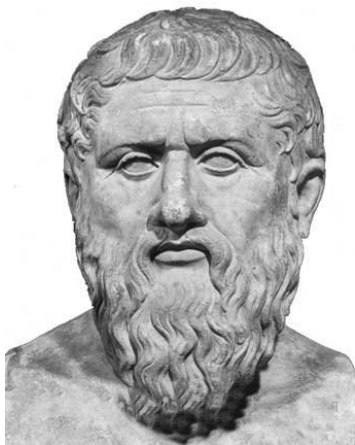
Заслуга античного атомизма в том, что он соединил в одной картине рациональные моменты двух противоположных учений – учений Гераклита и Парменида: мир вещей текуч, изменчив, а мир атомов, из которых состоят вещи, неизменен, вечен. *Концепция атомизма* – одна из самых эвристических, плодотворных и неисчерпаемых программ в истории естествознания и науки. Она сыграла основополагающую роль в развитии представлений о структуре материи и о её структурных уровнях. Атомизм и сейчас остается одним из краеугольных оснований естествознания, современной физической картины мира.

2.5. Аттическая (афинская) школа и учение Платона

Самый выдающийся мыслитель Древней Греции – Платон (427–347 до н.э.) принадлежал идейно разным историческим эпохам и в естествознании продолжил и завершил методологическую линию Пифагора. Он учился у Сократа, затем у Кратила, последователя Гераклита и Парменида, у пифагорейцев, соединил учения Гераклита, Пифагора и Сократа: о чувственно воспринимаемом он рассуждал по Гераклиту, об умопостигаемом – по Пифагору, а об общественном – по Сократу. Из прошлого не признавал Платон только *атомизма* Демокрита. Каждый из них, являясь представителем конструктивной и дискретной (фактически математической) картины сущностей мира, использовал принципиально

различные подходы: Демокрит, в основном, опирался на представления, взятые из материального мира физических тел, тогда как Платон пользовался понятиями, поставляемыми из мира идеальных сущностей и, в частности, математикой.

По Платону, мир чувственных вещей не есть мир истинно сущего; чувственные вещи возникают и погибают; в них нет ничего прочного и неизменного. Подлинная сущность чувственных вещей, их причины – бестелесные формы, постигаемы умом. Эти причины (формы, основы, первоначала) вещей Платон называет *видами* или гораздо реже *идеями* (по-русски «идея» – это мысль, сущность, понятие, образ, причина, модель, замысел, план). Платоновские идеи существуют не субъективно в нашем сознании, а объективно, т.е. они являются реальным бытием вещей, истинным их существованием, в то время как сами материальные вещи по настоящему не существуют (в точности, как сегодняшняя ситуация в мире элементарных частиц с кварками и глюонами, принципиально не наблюдаемыми микрообъектами, в силу так называемой концепции конфаймента (пленения)).



ПЛАТОН (Plato)
(428 или 427 до н. э. – 348
или 347 до н.э.)

Знаменитый философ, род. в Афинах между 430 и 427 гг. до Р. Хр. По некоторым, впрочем – сомнительным, свидетельствам его настоящее имя было Аристокл, а П. – только прозвание. Семейство его принадлежало к знатному и богатому роду: по отцу, Аристону, он считался потомком последнего афинского царя Кодра, а по матери, Периктионе, был в родстве с законодателем Солоном. Почти все сочинения Платона написаны в форме диалогов (беседу в большей части ведёт Сократ). Важнейшей частью философии Платона является учение о трёх основных онтологических субстанциях (триаде): «едином», «уме» и «душе»; к нему примыкает учение о «космосе». Основой всякого бытия является, по Платону, «единое», которое само по себе не имеет никаких признаков (ни начала, ни конца, ни частей, ни целостности, ни формы, ни содержания и т.д.), есть ничто; выше всякого бытия, выше всякого мышления, выше всякого ощущения; первоначало всего – всех идей, всех вещей, всей явлений, всех свойств (как всего хорошего с точки зрения человека, так и всего плохого).

Если мыслить категориями атомистов, то для них мир идей – это мир пустоты, т.е. небытие, ничто; согласно же учению Платона, именно материя есть абсолютное небытие, пустота, ничто, и, лишь соединяясь с

идеями, она проявляет себя в качестве таковой, так что *идея есть совершенное существование объекта (материи), его истинное бытие.*

Основываясь на вышеуказанных положениях, Платон нарисовал впечатляющую картину истинного мира – мира идей, представляющего собой иерархически упорядоченную структуру. Мир же вещей, в котором мы живём, возникает, подражая миру идей, из мёртвой, косной материи; создателем всего выступает Бог-демиург, само созидание подчинено математическим закономерностям, которые Платон однозначно установил, тем самым математизируя мир, что явилось собой великое провидение в естествознании в будущие века (века Нового и Новейшего времени).

В те же античные времена платоновская природа (физика) представляла собой набор умозрительных (читай – теоретических) рассуждений о связи строения вещества и космоса с геометрическими (другой математики не было) фигурами. Так, следуя положениям Пифагора, природным элементам сообщалась пространственная мера пяти правильных многогранников – тетраэдра (пирамида) для огня, гексаэдра (куба) для земли, октаэдра для воды, икосаэдра для воздуха и всему космосу – форма додекаэдра (эти пять платоновых тел позже сыграют решающую роль в творческих исканиях Иоганна Кеплера).

Итог естественнонаучного творчества Платона таков:

- природный мир есть упорядоченный космос и упорядоченный человеческий разум, что открывает возможность рационального анализа эмпирического мира;

- умозрительный анализ обнаруживает некий вневременной порядок во всём; сущность данного нам мира выражена в количественных отношениях действительности;

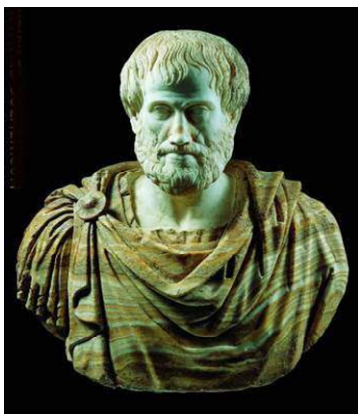
- познание сущности мира требует от человека созидательного развития его познавательных способностей, итогом познания становится духовное освобождение человека.

2.6. Аггическая (афинская) школа и учения Аристотеля

Величайшим учёным и философом античности был Аристотель (384–322 до н.э.), ученик Платона (во многом не соглашавшийся с ним), учитель и воспитатель Александра Македонского (356–323 до н.э.), что дало немецкому философу Карлу Марксу основание назвать его «Александром Македонским греческой философии», хотя Аристотель, как нетрудно догадаться, в сравнениях не нуждается. Творчество Аристотеля беспрецедентно велико и разнообразно, им были охвачены все доступные для его времени отрасли знания. Чтобы понять физику и космологию Аристотеля, необходимо познакомиться с его логикой (само слово

логика появилось впервые у Зенона (336–262 до н.э.) из Китиона, основателя стоицизма), под которой он понимал собственно *аналитику*, т.е. *теорию умозаключений*. Его аналитика есть основной метод познания, в котором прежде всего нужно уметь определить сущность предмета.

Аристотель рассматривал самые разнообразные способы доказательства. Если через определение можно раскрыть сущность простых вещей, то через умозаключение (вывод) осуществляется анализ сложных вещей, связывающих материю и форму. Характеристика указанного логического метода дается Аристотелем в терминах «субъект» (сущность) и «предикат» (свойства), в результате чего задача всякого доказательства сводится к выводу (умозаключению) того, что некоторый предикат принадлежит данному субъекту. Этот вывод (умозаключение) в логике Аристотеля называется *силлогизмом* (с гр. – *исчисление*). Определения и силлогизмы связаны категориями «род» (общее) и «вид» (частное). Так, например, при определении вещи род соответствует материи и возможности существования вещи, а вид – это её форма и действительность. По отношению к понятию силлогизма Аристотель указывал: «нельзя, следовательно, вести доказательство, переходя из одного рода в другой, как, например, нельзя геометрические положения доказать арифметическим способом».



АРИСТОТЕЛЬ
(384–322 до н.э.)

Величайший древнегреческий учёный и философ. В физических и биологических трактатах систематизировал весь известный естественнонаучный материал и, основываясь на своих философских взглядах, изложил свои, в основном ошибочные, представления о природе и движении. Первыми качествами материи считал пары противоположностей – тёплое–холодное, сухое–влажное, стихиями – воду, землю, воздух, огонь и эфир. Силу полагал главной причиной движения. Мир разделил на надлунный и подлунный, в центр мира поместил неподвижную Землю. Категорически не приемлил атомизм Демокрита и числовой пифагореизм. В акустике звук объяснял сотрясанием воздуха звучащим телом, эхо – отражением звука. Канонизация церковью учений Аристотеля затормозила развитие естественных наук почти на два тысячелетия.

Исследуя проблему доказательства (что будет исключительно важно для понимания всего последующего материала учебного пособия), Аристотель вводит три вида недоказуемых начал – аксиомы, предположения и постулаты. Аксиомы – это недоказуемые положения, распространяющиеся сразу на несколько родов наук. Например, указывает

Аристотель, аксиомой является положение: две равные величины остаются равными, если у них отнять равные части. Вообще, аксиомы формулируются в рамках философии; она (как род) охватывает частные науки (как виды); поэтому все аксиомы философии будут справедливы, например, для физики. Предположениями Аристотель называет положения (начала), которые сами по себе доказуемы, но в пределах данного рассуждения принимаются без доказательства. Предположения всегда оговариваются условиями. Если это условие не признаётся, то предположение переходит в разряд постулатов.

Совокупность аксиом, предположений, постулатов, определений, силлогизмов – всё это сфера, главным образом, умозрительной деятельности, *предмет дедуктивной науки*, которая разворачивается по направлению *от общего к частному*. Однако существует *обратный познавательный процесс от частного к общему*, что является *предметом индуктивной науки*. Под частным, или даже единичным, Аристотель понимал, прежде всего, чувственно воспринимаемое, то есть то, что поставляет нам физика (природа). Отсюда индукция позволяет навести мосты между опытным знанием и теоретическим. *Цель науки Аристотель видел в полном определении предмета, достигаемом только путём соединения дедукции и индукции*: 1) знание о каждом отдельном свойстве должно быть приобретено из опыта; 2) убеждение о том, что это свойство существенное, должно быть доказано умозаключением особой логической формы – категорическим силлогизмом.

Аристотелем были сформулированы *три закона логического мышления*: 1) *закон тождества*: каждая объективно истинная и логически правильная мысль или понятие о предмете должны быть определёнными и сохранять свою однозначность на протяжении всего рассуждения и вывода; 2) *закон противоречия*: не могут быть одновременно истинными два несовместимых высказывания – два противоположных утверждения или утверждение и отрицание – об одном и том же предмете в одном и том же отношении; одно из них будет обязательно ложным; 3) *закон исключённого третьего*: два противоречащих высказывания об одном и том же предмете, взятом в одно и то же время и в одном и том же отношении, не могут быть вместе истинными или ложными (или А, или не-А).

Четвёртый закон формальной логики – *закон достаточного основания* – был сформулирован много позднее великим немецким мыслителем Готфридом Лейбницем (1646–1716): всякая мысль, чтобы стать несомненной, должна быть обоснована другими мыслями, истинность которых доказана или самоочевидна. Но ещё раньше, в XIV веке английский философ Уильям (из Оккама) высказался так: «Ничто не должно приниматься без основания, если оно не известно или как самоочевидное, или по опыту».

Аристотель строит своё естествознание исключительно с помощью силлогизма, т.е. формально логического вывода, не опираясь на арифметико-геометрическое конструирование, характерное для Платона. Кстати, здесь Аристотель допускал ошибку, утверждая: «Математической точности нужно требовать не для всех предметов, а лишь для нематериальных» (сейчас мы знаем, что естествознание как наука существует в основном в математической форме). Достоверное знание он добывал в результате введения определения и дедуктивного доказательства, посылки знаний находятся путём индукции или наведения, а вот вероятностное знание – диалектическим путём. Диалектика у Аристотеля является предварительным методом познания действительности; она только подготавливает ум исследователя к познанию настоящей истины. Проведя формальный анализ понятия «начал» или «первых принципов», Аристотель в «Метафизике» выводит четыре причины бытия: 1) сущность или суть бытия вещи; форма или первообраз; например, для музыкальной октавы сущностью является отношение двух к одному, таким образом, сущность – это то, чем является вещь согласно своему основному определению, что остаётся от неё после абстрагирования от материи, т.е. формальная причина; 2) материя или субстрат вещи; это то содержимое вещи, из чего она возникает, т.е. материальная причина; 3) начало движения – это то, откуда берёт первое своё начало изменение или переход в состояние покоя, т.е. движущая, действующая причина; 4) конец движения, или цель; благо, т.е. то, ради чего совершается действие; целевая причина.

Хотя Аристотель, как видим, признавал материю и считал её некоторой сущностью, но пассивной (возможность стать чем-либо), всю же активность приписывал остальным трём причинам, причём сути бытия – форме – приписывал вечность и неизменность, а источником всякого движения у него был Бог – «перводвигатель» мира, высшая цель всех форм и образований. Всякая вещь есть единство материи и формы.

Космос Аристотеля геоцентрического происхождения: Земля, имеющая форму шара, пребывает в центре Вселенной; область Земли имеет в своей основе четыре элемента «стихии»: землю, воду, воздух и огонь; *область неба имеет пятый элемент – эфир, из которого состоят небесные тела.* Геоцентрическая модель космоса Аристотеля, далее переработанная и развитая Птолемеем, заняла господствующее положение в космологии не только поздней античности, но и вплоть до XVI века, до космологии Коперника.

Аристотель впервые рассмотрел вопрос о форме Земли и небесных тел на основании данных наблюдений. Так как во время лунных затмений тень, отбрасываемая Землёй на лунный диск, имеет всегда круглую

форму, он пришёл к заключению, что Земля и, по аналогии, другие небесные тела имеют шарообразную форму. Вместе с тем Аристотель признавал Землю как небесное тело, безусловно, центром Вселенной. Солнце и Луна в системе мира Аристотеля являются ближайшими к Земле небесными телами, планеты располагаются на больших (дальше) расстояниях. Вселенная ограничена сферой звезд, отстоящей от Земли в девять раз дальше, чем Солнце. При этом Вселенная представляется конечной, и все тела, расположенные внутри неё, неизбежно должны были тяготеть к Земле как к центральному телу.

В пользу утверждения о неподвижности Земли и о её центральном положении во Вселенной Аристотель, в частности, приводил следующее соображение. Если бы Земля перемещалась в пространстве, то наблюдатель, движущийся вместе с Землей, должен бы был наблюдать изменения положения звёзд на небесной сфере. Однако такие смещения никто не наблюдал, следовательно, Земля неподвижна (видимые перемещения звёзд (параллакс), обусловленные движением Земли вокруг Солнца, были обнаружены лишь в XVIII веке). Этот довод не только во времена Аристотеля, но и позднее, в продолжение почти 2000 лет был серьёзнейшим аргументом в пользу неподвижности Земли, так же как видимое суточное движение звёзд оставалось решающим доводом в пользу центрального положения Земли во Вселенной. Кстати, также *ошибочно Аристотель утверждал, что скорость падения тел зависит от их веса, и что движение тел возможно только под действием сил*. Оба эти утверждения были опровергнуты только в начале Нового Времени Галилеем и Ньютоном.

Ошибочно Аристотель *утверждал также отсутствие пустоты*, мотивируя это тем, что в ней (пустоте) движение тел продолжалось бы без изменений и вечно; тем самым Аристотель, сформулировав правильно тезис (мысль) о движении, прошёл мимо одного из величайших открытий в области естествознания – мимо вывода *принципа инерции или принципа относительности движения*, открытие которого принадлежит Галилею, первоначальная формулировка Ньютону, а ещё позднее – Пуанкаре и Эйнштейну.

Нельзя не упомянуть о заслугах Аристотеля в области биологии, центральным местом в которой было учение о биологической целесообразности, основанное на наблюдениях над целесообразным строением живых организмов. Образцы этой целесообразности Аристотель видел в таких фактах, как развитие органических структур из семени, различные проявления целесообразно действующего инстинкта животных, взаимная приспособленность их органов и т.д. В биологических работах Аристотеля, служивших долгое время основным источником сведений по зоологии, впервые в истории науки были даны описание многочислен-

ных видов животных и их классификация, которую он развил, группируя виды не только по сходству, но и по родству.

Вся аристотелева «лестница существ» (этот термин ввёл в употребление в XVIII веке швейцарский натуралист Бонне) существует одновременно, все формы живой природы, считал Аристотель, вечны и неизменны. Они могут исчезать вследствие катастроф и появляться вновь в других местах. Учению Аристотеля Дарвин придавал такое непреходящее значение, что говорил: *«Линней и Кювье были моими богами, но все они только дети по сравнению со старинной Аристотелем».*

Материей жизни, по Аристотелю, является тело живых организмов, формой – душа, которую он назвал «энтелехией». Трём родам живых существ (растения, животные, человек) Аристотель ставил в соответствие три души, или три части души: растительную, животную (ощущающую) и разумную.

2.7. Александрийская школа математиков, механиков и астрономов

Этап в истории стран Восточного Средиземноморья – со времен походов Александра Македонского (334–323 до н.э.) и до завоевания этих стран Римом, завершившийся в 30 гг. до н.э. подчинением Египта, получил название эллинизма. Этот же этап в культуре мировой цивилизации, характеризующийся взаимовлиянием греческой и местных, преимущественно восточных, культур, получил наименование этапа эллинистической культуры.

Крупнейшим научным центром эллинистического мира (а простирался он от современных восточных границ Китая и Индии до Египта) была столица эллинистического Египта Александрия с Александрийской библиотекой, музеем и обсерваторией. Значительного развития в этот период достигло в Александрии изготовление книг, чему способствовала монополия Египта на папирус. Большинство учёных в Александрии, Пергаме, Антиохии, на о. Родос были греками, так что греческий язык стал первым международным научным языком той эпохи.

Выдающихся успехов в эту эпоху достигли астрономия, физика, математика, механика, благодаря Евклиду (III век до н.э.), Эпикуру (324–270 до н.э.), Архимеду (287–212 до н.э.), Эратосфену (около 275–195 до н.э.), Аполлонию Пергскому (262–(?) до н.э.), Аристарху Самосскому (III век до н.э.), Гиппарху (около 180–190 – 125 до н.э.).

«Начала» Евклида, пожалуй, самое распространённое научное сочинение в мире, первоначально состоящее из 13 книг, позднее дополненное ещё двумя книгами, последняя из которых, 15-я, написана в VI в. н.э. Некоторые исследователи, возможно, считают, что в «Началах» нет

ничего нового, что не было бы известно предшественникам Евклида. Но к Евклиду можно смело отнести слова Блеза Паскаля: *«Пусть не говорят, что я не дал ничего нового; расположение предмета у меня новое»*. И, правда, новое расположение содержания в Евклидовых «Началах» до сегодняшнего дня поражает учёных своей целесообразностью. В своём произведении Евклид дал образец дедуктивного метода, правила и теоремы которого, если не учитывать мелких погрешностей, доказаны путём чисто логических умозаключений при помощи системы определений, постулатов и аксиом. О самом авторе «Начал» почти не сохранилось никаких сведений, даже дат рождения и смерти, разве только то, что он жил в эпоху царя Египта Птолемея I (323–283 до н.э.). Прокл (410–485) античный философ, приводит не очень достоверное, но весьма существенное для характеристики того времени сообщение, будто бы Евклид на вопрос фараона Птолемея: *«Нет ли проще пути к изучению геометрии, чем «Начала»?»* – гордо ответил, что в геометрии нет отдельной дороги для царей.

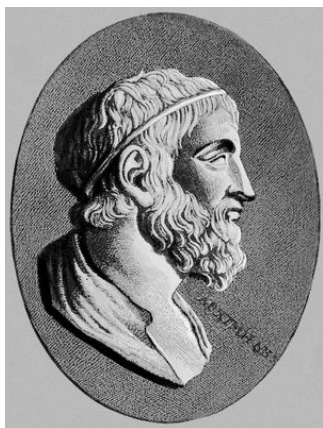
Важным достижением было определение размеров земного шара, выполненное Эратосфеном. По крайней мере, в историю науки Эратосфен вошел как учёный, впервые обосновавший правильный метод определения размеров Земли. Его суть такова. Эратосфен измерил в Александрии расстояние от Солнца до Зенита, оказавшееся в момент измерения равным $7^{\circ}52'$ (т.е. примерно $1/50$ окружности), а его помощник провёл такое же наблюдение в это же время в другом городе – Сиене, расположенном на том же меридиане, что и Александрия. В Сиене Солнце оказалось почти в зените. Приняв расстояние от Александрии до Сиены равным 5000 стадий, Эратосфен определил длину окружности Земного шара в 250000 стадий. Этот результат очень близок к современному, учитывая, что длина греческой стадии нам известна весьма приблизительно – составляет от 155 до 180 м.

В эту эпоху Аполлоний Пергский разрабатывает теорию равномерного кругового движения небесных тел вокруг неподвижной Земли, которая заменила систему вращающихся сфер Евдокса, усложненную Аристотелем.

К III в. до н.э. относится деятельность Аристарха Самосского – основоположника идеи движения Земли вокруг Солнца. В результате выполненных им определений расстояния от Земли до Солнца в единицах расстояния до Луны он установил, что диаметр Солнца в 6–7 раз превосходит диаметр Земли, а объём, следовательно, в 200–350 раз. Так Аристарх Самосский установил, что крупнейшим телом во Вселенной является Солнце, а потому Солнце расположено в центре Вселенной.

Аристарх также высказал мнение, что расстояния от Земли до звёзд чрезвычайно велики в сравнении с расстоянием от Земли до Солнца. Это

стало известно благодаря упоминанию о нём в труде «Исчисление песчинок» («Псаммит») великого математика и механика древности Архимеда.



АРХИМЕД
(287–212 до н.э.)

Древнегреческий математик, физик и инженер из Сиракуз. Сделал множество открытий в геометрии. Заложил основы механики, гидростатики, автор ряда важных изобретений.

Сведения о жизни Архимеда оставили нам Полибий, Тит Ливий, Цицерон, Плутарх, Витрувий и другие. Почти все они жили на много лет позже описываемых событий, и достоверность этих сведений оценить трудно.

Работы Архимеда относились почти ко всем областям математики того времени: ему принадлежат замечательные исследования по геометрии, арифметике, алгебре.

Архимед (ок. 287–212 гг. до н.э.) – механик и математик, автор ряда необыкновенно глубоких и оригинальных работ. Его математические работы состоят из расчетов площадей фигур, ограниченных кривыми, и объемов тел, ограниченных произвольными поверхностями – поэтому Архимеда можно по справедливости считать праотцом интегрального исчисления, возникшего 2000 лет спустя. Говорят, будто важнейшим своим открытием Архимед считал доказательство, что объёмы шара и описанного вокруг него цилиндра относятся между собой как 2:3. Архимед просил своих друзей поместить это доказательство на его могильной плите (спустя сто лет Цицерон нашел могилу Архимеда по шару, вписанному в цилиндр, изображённому на могильной плите). Архимед указал границы для числа π , указав, что оно меньше $3 \frac{1}{7}$, но больше $3 \frac{10}{71}$ и многое другое. Особо известны его закон плавучести тел, а также выражение: «*Дайте мне точку опоры, и я сдвину Землю*». Первый перевод трудов Архимеда был сделан в 1543 г. – в год выхода основополагающего труда Николая Коперника «Об обращении небесных сфер», совершившего революционный переворот в миропонимании.

2.8. Естествознание Западной Римской империи и геоцентрическая система мира Птолемея

Древний Рим возник первоначально как город Рим в 754–753 гг. до н.э., к середине III в. до н.э. подчинивший себе весь Апеннинский п-ов, в дальнейшем – средиземноморская держава (Римская империя), вклю-

чающая в себя западную и юго-восточные части Европы, Малую Азию, побережье Северной Африки, Сирию, Палестину. В западных областях (границах) Римская империя закончила своё существование в 476 г. н.э., тогда как в восточных границах, уже как *Византия*, просуществовала ещё около 1000 лет (о естествознании Византии см. п. 3.2).

Характерные черты римской науки, основные достижения которой приходится на первые века новой эры – изложение научных вопросов в форме поэм (Лукреций, Вергилий, Авиен, Марк Аврелий) и многотомных энциклопедий (Варрон, Герон Александрийский, Гален, Витрувий, Цельс, Плиний Старший, Сенека, Страбон). В этом разделе будут освещены только наиболее значительные произведения римских учёных.

Поэма Лукреция Кара «О природе вещей» – единственное полностью сохранившееся незавершённое автором (96–55 до н.э.) произведение, излагающее материалистическое философское учение Эпикура о возникновении мира и его развитии. Кратко изложим представления о пространстве, времени, материи и движении атомов.

Пространство и материя – два единственных начала мироздания. Пространство однородно, в нём нет центра Вселенной (*абсолютно современная точка зрения*); последняя бесконечна и не имеет границ. Бесконечна и материя. Пустое пространство имеет определённое место, если оно окружено материей, но и материя занимает определённое место, если оно ограничено пустотой – пустота и материя (заполненное пространство) сменяют друг друга. Время не является самостоятельным началом сущего, оно не существует отдельно от пространства и материи, *время само по себе, вне движения тел и покоя (почти эйнштейновское воззрение на пространство, время, материю)*.

Материя наделена свойством дискретности, её атомы не только различаются по форме и положению, как у Демокрита, но и весом, который (и в этом причина) заставляет их *падать* в мировом пространстве, но не по строго параллельным направлениям, а, согласно Эпикуру, испытывая спонтанные (неупорядоченные) отклонения в движении. О существовании спонтанных отклонений Лукреций судит по *наблюдаемой картине беспорядочного движения пылинок в солнечном луче*, а затем объясняет движение пылинок ударами менее крупных тел, последние движутся под влиянием ещё меньших тел, и такая иерархия продолжается вплоть до атомов (точная современная, по Эйнштейну, точка зрения на объяснение явления броуновского движения). Идея спонтанного отклонения была введена, чтобы избежать абсолютного фатализма («лучше следовать мифу о богах, чем быть рабом физиком», как выразился Эпикур), абсолютизации каких-либо научных положений, которые возникали в разные исторические эпохи, пока не привели окончательно к понятиям относительности.

Представляют также глубокий интерес высказанная Эпикуром и изложенная Лукрецием идея об *изотаксии* (одинаковой скорости элементарных движений) и связанный с ней вывод о *дискретности пространства-времени*, также идея о том, что «...атом будет иметь движение с быстротой мысли...», и др. как получившие, так и не получившие разрешение пока и в современной физике.

Система мира Птолемея. Важнейшим событием в космологии и естествознании в эпоху Древнего Рима было создание во II в. н.э. системы мира александрийским астрономом Клавдием Птолемеем (около 90–168). Эта система была изложена им в 13-томном труде, который назывался либо «Математическая система», либо «Великое построение», но дошедшем до европейцев в переводе с арабского под названием «*Альмагест*» (по-арабски – «*Величайшая*»).

Система мира Птолемея превосходно объясняла известные в то время неправильности в движениях Солнца, Луны и планет, оставаясь только математической схемой, описывающей видимые движения небесных тел, светил и позволяющей определять их положения на небе в будущие моменты. Затруднений в объяснении неравномерностей в движениях Солнца и Луны было много, хотя часть их объяснил Гиппарх (кстати, он же с большой точностью определил продолжительность тропического года, расстояние от Земли до Луны в 59–60 земных радиусов, размеры Луны, указал, что центр Земли не вполне совпадает с центром орбиты Солнца, так что расстояние между ними не всегда одинаково). Движение же планет оказалось настолько сложным, что было недоступно в теоретических изысканиях Гиппарха. Однако во время жизни Птолемея наблюдательных данных уже достаточно, чтобы исправить теорию движения Солнца и Луны. Приступая к грандиозной проблеме, Птолемей не отказался от сложившихся античных физических представлений о строении Вселенной, в частности о центральном положении Земли, хотя, как уже указывалось ранее, Аристарх Самосский в III в. до н.э. выдвинул идею о центральном положении Солнца во Вселенной.

Гипотеза о движении Земли вокруг Солнца напрямую связана с гипотезой об относительности движения. Аристарх это знал, утверждая, что Земля движется вокруг Солнца, в то время как непосредственное восприятие свидетельствует о движении Солнца вокруг Земли. Понимали это и поэты. Так, великий римский поэт Вергилий (I в. до н.э.) вложил в уста одного из своих героев в поэме «Энеида» знаменательную фразу (которую впоследствии цитировал Коперник): «В море из порта идём, и отходят и земли, и грады». То есть мысль об относительности движения висела в воздухе уже в глубокой древности.

Птолемей также допускал, что сложность видимых движений небесных тел и светил могла бы быть объяснена движением самой Земли. Существование движения Земли Птолемей опровергал аргументами физики своего времени: считалось, что при движении Земли всё находящееся на ней было бы «смыто» – сброшено с её поверхности, а предметы, расположенные над Землёй (облака, птицы), отставали бы от неё (здесь отражается пагубность чистого умозрения, не подтверждаемого опытом). Форму Земли Птолемей принял шарообразной, безоговорочно признавая в этом вопросе авторитет Аристотеля. При разработке математической теории движения он опирался на работы Аполлония Пергского, который ввёл понятия эксцентрика, эпицикла и деферента, придерживаясь гипотезы о равномерном движении небесных тел вокруг неподвижной Земли. Эксцентрик – это круг, центр которого не совпадает с положением наблюдателя, находящегося на Земле. Предполагая равномерное движение светила по эксцентрику, Аполлоний мог объяснить известные в его время неравномерности в движениях Солнца, Луны и планет. Эпицикл – это круг, центр которого движется по другому кругу – деференту. У Аполлония планеты движутся равномерно по эпициклу, а Земля находится в центре деферента.

Птолемей усложнил ситуацию, подробности которой мы здесь опускаем. Система Птолемея явилась исторически завершением греко-эллинистической, а вместе с тем и древнеримской космологии. Забытая в раннее средневековье (но просуществовавшая 1375 лет), она потом, как и односторонне толкуемая философия Аристотеля, была научной опорой схоластики позднего средневековья в её борьбе против возрождения творческих начал античной науки и против развития правильных представлений об устройстве Вселенной.

Клавдия Птолемея следует упомянуть и как великого астролога, оставившего после себя известное «Четырёхкнижие», настольную книгу астрологов многих последующих веков, и как географа, написавшего сочинение «География», в котором он обосновал методы научного картографирования и приложил к нему 27 карт, в совокупности изображавших все известные тогда части земного шара – от Канарских островов до Китая.

Достижения в *механике* тех лет были подытожены в трудах Герона Александрийского (*Механика*); в *математике* – в сочинении Диофанта «Арифметика», написанном предположительно в III в., дошедшем до нас в 6 т. из предполагаемых 13, и в «Математическом собрании» из 8 книг последнего из великих греческих и римских геометров Паппа Александрийского (III–IV век), в котором помимо математики излагаются вопросы астрономии и механики; в *географии* – в 17-томном сочинении Страбона

«География», в котором содержались исчерпывающие сведения обо всех известных тогда странах и народах; в области *ботаники* – Теофрастом, учеником и последователем Аристотеля; в области *анатомии, физиологии и медицины* – Герофилом из Халкедона, учеником Теофраста, и Эрасистратом (ок. 340 – ок. 250 до н.э.), о которых известно из трудов великого римского врача и естествоиспытателя *Галена* (129–201(?)).

Последним из древнеримских учёных и первым из схоластов раннего европейского средневековья принято считать *Северина Бозция* (ок. 480–524) (его называют «*последний римлянин и первый схоласт*»).

Упадок античной науки. В первые несколько веков нашей эры греческий и римский рабовладельческий строй, диктовавший запросы науке, естествознанию, начал приходить в упадок. Римская империя в V веке н.э. распалась под действием внешних и внутренних сил – восстаний рабов, бедноты, покорённых народов и нападений варварских племён. На смену пришёл феодализм, формирование которого было связано со значительными потрясениями во всех сферах *общественной жизни*, в том числе в сфере науки и культуры.

По существу, начал формироваться новый *тип сознания, новый тип культуры, новый тип иного мышления, духовного освоения мира человеком*. Изменились запросы общества, поменялись человеческие и духовные ценности. Новую основу общества составляло *монотеистическое религиозное сознание*, в котором на первом плане – не познание мира и получение нового знания, а переживание, прочувствование мира и *вера во всемогущество Бога*, в существо, которое создало мир и постоянно творит его своей волей и активностью. Вмешательство божественных, потусторонних сил может проявиться неожиданно во времени и пространстве (части света, мира), являя собой чудо, неподвластное, недоступное, непознаваемое человеком. Естествознание, а с ним и мировоззрение лишаются предмета познания, реальных целей и задач. В сознание на многие сотни лет восшествует иррационализм и мистицизм. С VI века в истории западноевропейской культуры начался период «тёмных веков» (об этом этапе рассказано в п. 3.4).

Резюме к главе 2

В целом именно достижения учёных Древней Греции сыграли огромную роль в становлении науки в Европе в эпоху Возрождения (Ренессанса). Можно считать, что благодаря Фалесу, Анаксимандру, Пифагору, Демокриту, Платону, Аристотелю, Архимеду, Евклиду, Аполлонию Пергскому, Герону, Птолемию и многим другим великим античным грекам, мы имеем в науке то, что имеем в современную эпоху.

Учения древнегреческих учёных в области естествознания заложили фундамент, на котором, начиная с эпохи Возрождения, была построена сначала классическая, а затем, уже в XX веке, современная наука и естествознание. Среди самых выдающихся достижений учений Древней Греции следует назвать теорию чисел Пифагора, геометрию Евклида и атомную гипотезу Демокрита, модели мира Пифагора, Анаксимандра, Евдокса, Аристарха Самосского, Гиппарха и Птолемея, математические достижения Платона, Аполлония Пергского, Архимеда, инженерные достижения Архимеда, Ктесибия и Герона Александрийских, логику Аристотеля, признание за математикой способности описать и объяснить этот мир.

Вопросы для обсуждения

1. Что характерно для натурфилософского понимания природы?
2. Укажите основные принципы атомистического учения древних греков.
3. Что представляет собой космологическая модель Вселенной Аристотеля?
4. Укажите основные идеи о первоэлементах или началах и их авторов.
5. Сформулируйте основные положения логики Аристотеля.
6. Когда появилось слово «физика» и что оно означало в древности и означает сейчас?
7. Дайте краткую характеристику физических и космологических представлений Аристотеля.
8. Каково значение геоцентрической системы мира, обоснованной Птолемеем?
9. Какое значение для естествознания сыграли апории Зенона?
10. В чём суть пифагорейской школы?
11. В чём проявляется сходство западной античной науки и древней юго-восточной азиатской (китайской и индийской), а также их различие, разведшее западную и восточную цивилизации на тысячелетия?
12. Существуют ли параллели некоторых взглядов в восточной естественнонаучной философии и в современном естествознании?

Глава 3. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ И ВОЗРОЖДЕНИЯ. ЗАРОЖДЕНИЕ ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКОЙ НАУКИ

3.1. Арабский халифат

В синтезе научных, философских и культурных тенденций Востока и Запада в Средневековье Ближний Восток (арабский, среднеазиатский), точнее, основанный пророком Мухаммадом Арабский халифат, первоначально был хранителем античных традиций. Запад же – котлом, где в великих переселениях и завоеваниях создавались современные цивилизации и нации и те центры образования и науки, которые усваивали, хранили и перерабатывали античное культурное и научное наследие, продвигая дальше (в пространстве и времени) всё более точное отображение мира.

Виднейшими представителями науки пятисотлетнего средневекового периода Арабского халифата явились *Джабир-ибн-Хайян (Гебер)* (721–815), *Мухаммед аль-Хорезми* (IX в.), *Абу ар-Рази* (865–925), *Абу-Наср Мухаммед аль-Фараби* (ок. 870 – ок. 950), *Ибн аль-Хайсам (Альхазен)* (ок. 965–1039), *Абу-ар-Рейхан Ибн Ахмед* (по прозвищу *аль-Бируни*) (973–1048), *Абу-Али Ибн Сина (Авиценна)* (980–1037), *Омар Хайям* (ок. 1048 – после 1122), *Ибн Рушид (Аверроэс или Комментатор)* (1126–1198), *Мухаммед Улугбек* (1394–1449).

Бурное развитие арабской математики оказалось возможным благодаря синтезу арабами греческой и индийской научных традиций – получает распространение *десятичная позиционная система счисления* с применением нуля, заимствованная из индийской математики; аль-Хорезми, аль-Бируни, Омар Хайям практически создают *алгебру* как самостоятельную математическую дисциплину (название *алгебра* идёт от арабского *аль-джебр*, что означало у Хорезми один из приёмов преобразования уравнений, который он вынес в заголовок одного из своих сочинений); те же Хорезми, Бируни, затем *Ибн Курра* (ок. 836–901) и *аль-Баттани* (858–929) превращают плоскую и сферическую геометрию из вспомогательного раздела астрономии в самостоятельную математическую отрасль. Алгебраический трактат Хорезми содержал классификацию квадратных уравнений и приёмы их решений, трактат Омара Хайяма – теорию и классификацию кубических уравнений, трактат Альхазена – квадратуры конических сечений и кубатуры тел, полученных от их вращения.

Прогресс естественнонаучных знаний был неразрывно связан с прогрессом философской мысли, и отмеченные нами мыслители не боя-

лись вступать в конфликт с господствующей религиозной системой. Так, в сочинении «О вечном движении небесной сферы» аль-Фараби защищал «еретическое» с точки зрения Корана учение о вечности мира (являясь последователем Аристотеля, Птолемея и Евклида), а аль-Бируни был глубоко убеждён в неизменности и всеобщности законов природы. «Действия природы, – писал он, – всегда одни и те же при одинаковых обстоятельствах» (предвосхищение принципа относительности классической и современной физики). Он упрекал тех, которые «приписывают божественной премудрости то, чего они не знают в науках физических», а также тех, кто привык «смешивать научные вопросы с религиозными предсказаниями». Например, попытка спастись от грозовой тучи путём заклинаний и магических средств, по его словам, – «жалкое убежище для тех, кто не понимает действительных причин явлений». Получить правильное представление о дождях, утверждал он, можно только «изучив положение гор, <то> как дуют ветры и <как> движутся тучи» (чем не современные положения метеорологии?). Бируни также был весьма образован в минералогии, приведённые им данные о минералах почти не отличаются от данных современных.

Современником Бируни был гениальный таджикский (по другим сведениям – персидский) энциклопедист ибн Сина (Авиценна), автор свыше 400 трудов по медицине (он был практикующим врачом, и это было главным его делом), физике, алхимии, музыке, математике, философии, психологии, астрономии, языкознанию и др. наукам. Особо известны его монументальные энциклопедические сочинения «Канон медицины» и «Книга исцеления», где, в частности, он исследовал вопросы движения, силы, пустого пространства, оптики. Так, объясняя явления света истечением материальных частиц, Авиценна считал скорость света очень большой, но конечной. Признавая наличие в мире божественной нематериальной субстанции, Авиценна в то же время утверждал вечность и неумираемость материи.

Уже упоминавшийся арабский астроном и математик аль-Баттани вывел более точные, чем у Птолемея, значения наклона эклиптики к экватору и величину прецессии, составил более точные таблицы движения Солнца и Луны. Он же установил, что эксцентрическое положение Земли внутри орбиты Солнца не совпадает с положением, указанным Птолемеем, но не отказался при этом ни от геоцентрических представлений, ни от неподвижности Земли. Бируни первым из учёных европейского и восточного средневековья пришёл к мысли о несоответствии системы мира Птолемея действительному устройству Вселенной, вполне определённо высказался об осевом вращении Земли и о движении Земли в пространстве, приписывал Солнцу центральное положение среди небесных светил. Необходимо также отметить его мнение о тяготении к Земле всех находящихся на ней тел,

которое он, по-видимому, позаимствовал у древнеиндийского мыслителя Брамины. Взгляды Бируни на Вселенную разделял великий поэт, математик и мыслитель Омар Хайям.

В астрономии необходимо также отметить самаркандских астрономов *аль-Каши*, *Али Кушчи*, работавших в XV веке под покровительством и при непосредственном участии правителя Самарканда *Мухаммеда Улугбека* (внука великого полководца, эмира Тимура (Тамерлана)). Составленные ими планетные таблицы и звёздный каталог благодаря своей точности приобрели широкую известность и потом неоднократно переиздавались в Европе.

Заслуживает внимания также арабская (ал)химия. Главное место в ней отводилось учению о металлах и их сплавах, их получению и трансмутации (превращению одних металлов в другие). Так, *Джабир-ибн-Хайян* (латинизированное имя – *Гебер*), будучи сторонником учения Аристотеля о стихиях, не во всём с ним соглашался и ввёл новые представления об особых элементах металлов – сере и ртути, рассматривая их символически: серу как принцип горючести и ртуть как принцип металличности (блеска). Соединяясь в недрах Земли под воздействием земной теплоты, сера и ртуть образуют все известные на то время металлы – квасцы, щёлочи, нашатырь, владел он также такой химической ремесленной техникой, как перегонка, возгонка, растворение, кристаллизация и др.

Абу ар-Рази, врач и алхимик, разделяя взгляды своего современника Гебера, развил его учение и дал первую классификацию природных (химических) веществ, разделив их на *землистые* или *земли* (минеральные), *растительные* и *животные*, превзошёл распространённую до сих пор систему «трёх царств природы». В *систематике органического мира* ему предшествовал только Аристотель бинарным делением – животных на кровяные и бескровные, растений – на высшие и низшие. Наиболее полно Абу ар-Рази была разработана классификация минералов.

Великий Авиценна, знаток химии, медицины, лекарств и многого другого, широко применял во врачебной практике разнообразные химические вещества и вместе с предшественниками создал основы рациональной фармации, но в противовес им категорически отрицал возможность трансмутации металлов.

3.2. Средневековые Византия и Русь

Византия. Так принято называть Восточную Римскую, или Византийскую, империю, возникшую в IV веке при распаде могущественной Римской империи и просуществовавшую до середины XV века. Название это идёт от завоёванной римским императором Константином I в 324–

330 гг. колонии Византий, на месте которой им был основан Константинополь, ныне Стамбул. Сами же византийцы называли себя римлянами или по-гречески *ромеями*, свою империю *Ромейской*. В IV–VI вв. государственный язык Византии был *латинский*, с VII века и до конца существования империи – *греческий* (как мы знаем, эти два языка были первыми международными научными языками, третьим стал *арабский*, как было показано в п. 3.1).

Византийцы тех времён – это этнические греки, сирийцы, армяне, грузины, евреи, фракийцы, готы, славяне, арабы, печенегы, половцы, а также будущие итальянцы, и некоторые другие народы. Все они испытали влияние греческой, римской и эллинистической культуры и науки, сохраняли её и по возможности развивали, руководствуясь в основном христианскими верованиями и традициями. Именно *традиция* (передача духовных ценностей от поколения к поколению) провозглашалась источником знания, а не опыт, ибо традиция (как тогда считалось) восходила к сущности, в то время как опыт знакомил с поверхностными явлениями земного мира. Эксперимент и научное наблюдение были крайне редкими. Для византийской науки того времени характерны два признака: во-первых, тяга к систематизации, которая шла от унаследованной от Аристотеля классификации, но при отсутствии аналитического рассмотрения явлений. Во-вторых, стремление к раскрытию «истинного» (мистического) смысла явлений, что было обусловлено возникшем в христианстве противопоставлением *божественного (скрытого) – земному, доступному непосредственному восприятию*. Всё познанное, открытое человеком, установленное, но не совпадающее с божественной истиной, объявлялось *ересью* (так же как и в будущую вскоре эпоху западноевропейского инквизиторского Средневековья).

Христианская морализация и отказ от познания истинной природы естественных явлений характеризуют такие известные произведения византийского Средневековья (оказавшие влияние и на естествознание западного Средневековья), как «Беседы на шестоднев» (т.е. проповеди о шести библейских «днях творения») *Василия Великого* (329–379), «Слово о правой вере» *Иоанна Дамаскина* (умер после 754), а также «Шестоднев» *Иоанна Экзарха болгарского* (X век), рано распространившийся среди русских книжников. Предоставляя античным учёным самим «низлагать друг друга» в спорах о природных явлениях, они предлагали благочестивый совет не касаться «рассуждений о сущности» и верить Моисею, что Бог сотворил небо и землю, рассматривать познание природного мира лишь как путь к познанию Бога. Всё же в этих произведениях в искажённой и подчас в неузнаваемой форме сохранялись обрывки античных знаний – представление о шарообразности Земли, учение о четырёх стихиях (пер-

воэлементах), к которым Иоанн Дамаскин добавлял небо как пятый первоэлемент Вселенной и др. Но в космологии преобладающими были взгляды монаха Козьмы Индикоплевса (VI в.), изложенные им в сочинении «Христианская топография» (обратите внимание – *христианская*): Земля рассматривается как прямоугольная доска(!), небо как шатёр над ней, движения светил совершаются даже не вокруг Земли, а вокруг высокой горы на краю её (проглядывает примитивизм).

В Византии тех времён сохранялись элементы древнегреческой и эллинистической культуры, в особенности известны были изобретения и труды механика и математика *Герона Александрийского*, идеи о зажигаемых зеркалах Архимеда. Исидором Милетским комментировались и дополнялись книги Архимеда и Евклида.

В условиях жёстких христианских традиций и ограничений, в условиях *прогрессирующей деградации мысли* наука не могла иметь сколь-нибудь значительных успехов. И всё же следует особо отметить следующий исторический факт. В VI в. н.э. александрийский комментатор Аристотеля *Иоанн Филопон* пришел к выводу, что *скорость падения тел не зависит от их тяжести* (за тысячу лет до Галилея), не отрицал он также существование пустоты и возможность движения в пустоте, как это высказал в своё время Аристотель. Кроме того, в Византии в VII веке был изобретён «греческий огонь» (самовозгорающаяся смесь нефти, селитры, серы и др.), использовавшийся в военном деле; в Византии существовало развитое производство красителей, цветной поливы, стекла и пр. В IX веке *Лев Математик впервые применил буквы в качестве алгебраических символов*, в XII веке предпринимается попытка ввести арабские цифры (позиционную систему счисления). В области географии необходимо отметить умение составлять географические карты. В области философии особо надо отметить теолога и неоплатоника *Прокла* (410–485), выдающегося знатока и комментатора Платона, Аристотеля и Евклида. Прокл поставил веру (в Бога) выше науки, объявляя метафизику единственно возможной наукой. Прокл смело утверждал, что познать природу души означает познать и всю Вселенную. Так, например, комментарий к диалогу Платона «Алквад I» выдержан примерно в таком духе: «...познай самого себя, чтобы узнать ту сущность, из которой ты произошёл. Познай заключённое в себе Божество, чтобы познать то Божественное Единое, лучом которого является твоя душа. Познай свой собственный разум для того, чтобы иметь доступ ко всем знаниям». Как известно, европейская наука не пошла по этому предрешенному мистическому, метафизическому пути (хотя он впервые в античности намечался Гераклитом), поэтому позже состоялась как главная, мировая наука, на долгие сотни лет игнорируя познания

самого человека, поставив его в положение безучастного стороннего наблюдателя.

Культура Византии, через распространяющееся христианство, оказала всестороннее влияние на развитие Киевской и Московской Руси, Болгарии, Армении, Грузии, Сербии и др. стран и народов, сохранила вместе с арабским миром античное наследие и передала его в Италию накануне Возрождения.

Русь. Поскольку Русь приобщалась к многовековой и высокой культуре Византии вместе с принятием христианства в 988 году, уместно, на наш взгляд, обрисовать естественнонаучные представления древних и средневековых русских. Следует также указать, что Русь с древних времён и в Средневековье развивалась по *западному типу*. Это основывается на следующих признаках: 1) *отделение ремесла от земледелия, появление металлообработки, гончарного, ювелирного дела*, которые относятся к VII–VIII вв.; 2) *развитие городов* (не уступающее, часто превосходящее западноевропейское); 3) *склонность к демократическим формам жизни и труда* (вече, княжеские дружины, думы); 4) *высокий уровень развития философской мысли, культуры* (религиозная, светская литература, разные «Слово...», свод законов «Русская правда»); 5) *появление государства*, некоторые другие факторы и, наконец, главный фактор – *принятие христианства*.

В появлении и становлении русского государства важное, если не сказать судьбоносное, значение могло сыграть, как это не покажется странным (это *наша гипотеза – авт.*), освоение славянами технологии *солеварения*, основанными в VIII–IX вв. в южном Приильменьи поселение *Руса* у слияния рек Полисть и Порусья (нынешний город Старая Русса), и сопутствующих ей и взаимосвязанных с ней *технологий льноводства и ткачества*. По версии историка Г. Анохина, благодаря возникшей Руссе, осваиваемых в ней новых для того времени технологий и зарождения новой культуры возникли и распространились слова *русь, рус, рось, варяг* – *солевар* (от глагола *варити*, т.е. *выпаривать соль*), *варежка* (надетая на руку варежка из толстой льняной ткани Заваряжья была необходима солевару для работы с раскалённой жаровней варницы, в которой выпаривалась соль), *Варяжское море* (озеро Ильмень). Предводителями на этой *заморской* (для новгородцев) умно организованной, богатой и процветающей земле были *русы-варяги Рюрик с братьями*, когда погрязшие в демократических распрях и междоусобицах *новгородцы* в 862 г. обратились к ним с просьбой править у них, по другую (северную) сторону Варяжского моря (сейчас это называется пригласить топ-менеджера). С этого момента и начинается зарождение и становление будущего русского государства. Город *Руса* впоследствии, конечно, уступил в развитии Новгороду, хотя ещё долго сохранял заданный темп и потенциал и даже ещё в XVI веке оста-

вался четвёртым по численности городом России (после Москвы, Пскова и Новгорода). Грамотность на Руси тех лет была достаточно широко распространена среди народа, о чём свидетельствуют берестяные грамоты и надписи на хозяйственных предметах (на пряслицах, бочках, сосудах), а также сведения о наличии школ (даже женских).

Древние славяне были людьми *ведической* (слово *веды* – однокоренное со словами *знать, ведать*) культуры и религии, родственной культурам и религиям ведического корня – верованиям Древних Индии, Ирана, Греции. К X веку и вплоть до XIII в. *мир* наши предки (до XI века всё ещё язычники, только после христиане) представляли себе как единый, одушевленный, живой космос, распространённый на четыре стороны света – в небе, на земле, в её недрах и под водой. Этот мир имеет *три яруса*: на верхнем и нижнем обитают боги, на среднем находятся земля и люди. С XIV века в русской культуре Земля признаётся шаром, хотя по-прежнему ставится в центр Вселенной. По своему положению Земля подобна «желчи» (желтку) яйца, где белок – воздух, а «черепка» (скорлупа) – небо. Архаическая философия древних народов, изложенная здесь, реконструируется по космогоническим мифам главных славянских священных книг, таких как «Русские Веды», «Песни птицы Гамаюн» и «Велесова книга».

Непрерывная борьба светлых и тёмных сил (вспомните китайских Инь и Ян) у русских (славян) особенно отчётливо проявляется в круговороте времен года. Его исходной точкой было наступление нового года – рождение нового солнца в конце декабря. Это празднование получило у славян греко-римское название – «коляда» (от лат. *calendae* – первого дня нового месяца). *Греческой* также была первоначально используемая на Руси письменность, но славяне пользовались и своей оригинальной системой письма – *узелковой*. Знаки её не записывались, а передавались с помощью узелков, завязанных на нитях, которые заматывались в книги – клубки. Народная память сохранила это и в языке и фольклоре; мы до сих пор завязываем «узелки на память», говорим о «красной нити», «нити повествования», «хитросплетении сюжета».

Данные о явлениях природы и астрономические представления того времени приводятся в одном из сборников Кирилло-Белозерского монастыря в статьях «О широте и долготе земли», «О земном устройении», «О расстоянии между небом и землёю», «Лунное течение» и др. В русских летописях также имеются сведения о лунных затмениях и северных сияниях, о кометах и болидах, о метеоритах и атмосферных явлениях, о вычислении пасхалий и таблицах пасхалий на период в 532 года.

Знания о физике у русских мастеровых вкраплены в метеорологию, металлургию, строительное дело. Известно было прямое восстановление

железной руды в металлическое железо, совершенной была найденная эмпирически форма широко используемых серпов, кос и топоров, обладающих очень высоким коэффициентом полезного действия. Разнообразные температурные режимы и великолепное знание свойств цветных металлов зафиксированы для древнерусского ювелирного дела при изготовлении браслетов, подвесок, перстней, использовании тончайшей проволоки, получавшейся путём волочения металла через фильеры – отверстия в камне.

Велики были познания славянских мастеров-ювелиров и металлургов в части химических свойств окисей олова, свинца, магнезии, минеральных добавок для окраски стекловидной массы – окислов железа, меди, кобальта, мышьяка. Производство порохов и зажигательных смесей относится к химии военного дела, к химии пищевых продуктов относится приготовление всевозможных напитков – хмеля, квасов, пива, вина, водок, медовух; для приготовления браг и водок использовались прообразы современных самогонных аппаратов – перегонные кубы, трубки (змеевики). С химией связано и изготовление моющих средств и косметики – румян, белил, духов, спиртовых и водных извлечений из растений, а также бальзамирующих мазей и масел. Значительными были также достижения в медицине, географии, математике, геологии, биологии.

Постепенно на Руси усваивается мировоззрение, согласно которому чувственно воспринимаемый мир не обладает истинной реальностью, он есть лишь отражение вечно существующего мира высших истин, приблизится к смыслу которых можно через божественное откровение с верой, посредством рационального созерцания, мистического прозрения (вот неполное следование западному образцу, сближающее русскую душу, русский менталитет с восточной мистикой).

3.3. Западноевропейское Средневековье

В эпоху первых столетий западного Средневековья (V–XI вв.), которую принято называть «*тёмной порой*», античное наследие постепенно забывалось (и в конечном итоге забылось), научные традиции античности утрачивались, поскольку стимулы к углублённому изучению природы и её закономерностей из-за всеобщего упадка западноевропейской цивилизации после крушения римского мирового владычества отсутствовали.

Основными передаточными звеньями между античной эпохой и западным Средневековьем явились труды римских христианских философов и писателей *Северина Бозция* (ок. 480–524), *Кассиодора* (ок. 487–578) и *Марциана Капеллы* (IV–V вв.). Указанные авторы сформировали деление

научного знания на семь дисциплин или «свободных искусств» и связали их с семью «столпами дома премудрости», упоминаемого в Библии. Эти семь «свободных искусств» обычно перечисляют в таком порядке: грамматика, риторика и диалектика, которые составляли начальное «трехпутье» или «тривий» (отсюда слово «тривиальный»); арифметика, геометрия, астрономия и музыка образовывали «квадривий». Науки всё более и более приобретают характер теологический, богословский (общеизвестно средневековое выражение «*философия – служанка богословия*»), изучение природы как таковой подменяется её символическим истолкованием в мистическом или морально-назидательном духе, как уже было отмечено выше, и в Византии (единые корни шли из эллинистического мира, из александрийской школы). Такие черты приобретает переведённая и прокомментированная аббатом Рабаном Мавром 20-томная энциклопедия Исидора Севильского (560–636), ставшая известной с 844 г. под двумя названиями: «Начала» и «Этимология». Она послужила основой для написания самим Рабаном Мавром энциклопедического сочинения «О вселенной», в котором, во-первых, книг становится не 20, а 22 – по числу книг Ветхого завета, во-вторых, сочинение уже не начинается с книги «О науках и искусствах», а с книги о Боге, «создателе нашем, главе и начале всех вещей» и т.д.

В основном, античное наследие сохранялось и развивалось в арабском мире (см. п. 3.1) и пришло в Европу после крестовых походов (1096–1270) на Ближний Восток (в Сирию, Палестину, Северную Африку), организованных западноевропейскими католиками под знаменем борьбы против «неверных» (мусульман), освобождения Гроба Господня и Святой Земли (Палестины). *Привнесение на территорию Европы остатков античной культуры и науки – главный непреходящий итог этих походов.* С этого времени становится возможной систематическая экспериментальная наука, благодаря бурно развивающейся промышленности, металлургии, химии, вооружению, медицине, использованию движущей силы воды, появлению новых инструментов, постепенному преодолению влияния церкви в вопросах объяснения природы мира.

Так, например, англичанин Аделяр Батский (время его деятельности 1116–1142 гг.), переведший в начале XII века «Начала» Евклида и другие математические труды арабских математиков, в своих «Естественно-научных вопросах» отмечает, что не следует прибегать к ссылке на божество и его волю там, где человеческий разум способен и обязан раскрывать подлинные причины природных явлений. Христианский теолог француз Тьерри Шартрский в первой половине того же века в начале своего «Шестоднева» прямо заявлял, что будет исследовать космологические вопросы «с точки зрения физики», исходя в основном из натурфи-

лософского диалога Платона «Тимей». Но платоновская «первичная материя» не была для них предельной, неосязаемой абстракцией, а конкретной, чувственно-осязаемой массой, неким первичным «хаосом», или смешением элементов, которое приводилось в гармонию хотя и сверхматериальным началом, но, во всяком случае, не христианским Богом. Философы французской шартрской школы неустанно повторяли, что *ничто не уничтожается, что изменчива и текуча лишь форма, в которой предстают вещи, что «никакая субстанция не гибнет»*. Элементы природы существуют постоянно, гибнут и возникают лишь их сочетания: всякая «природа» имеет «постоянное пребывание», уничтожаются лишь «произведения природы».

К XIII веку получают распространение такие изобретения, как очки, часы, компас, порох, но главным и неопенимым стало создание в XII–XIII вв. *первых университетов* в разных странах Европы: в Болонье (1158, Италия), Оксфорде (2-ая половина XII – нач. XIII вв.) и Кембридже (1209, Англия), Париже (1215, Франция, с XVII века распространённое название Сорбонна), затем в Падуе (1222, Италия) и Неаполе (1224, Италия) и др. В французских, итальянских, особенно английских университетах постепенно утвердились свободомыслие и гуманизм, демократическое самоуправление и свобода выбора руководства. Это предопределило развитие и становление западноевропейской и всей мировой культуры и науки вплоть до наших дней.

Особое место в естествознании тех лет занимают учёные Оксфорда Роберт Большоголовый (Гроссетест) (1175–1253) и его ученик Роджер Бэкон (ок. 1214–1292). Они настойчиво выдвигали на первый план познания значение *математики, опыта и наблюдения*, утверждая, что математика есть основа всех прочих наук, «врата и ключ» их. Так, Гроссетест в трактате «О свете или о начале форм» высказывает мысль о том, что изучение явлений начинается с опыта, посредством их анализа устанавливается некоторое общее положение, рассматриваемое как гипотеза, отправляясь от которой уже дедуктивно выводятся следствия, а после опытной проверки устанавливается их истинность или ложность. *Свет для него – некая тонкая материя, отождествляемая с формой, универсальная субстанция, обладающая внутренней способностью к саморазрастанию и самораспространению*. По его мнению, Бог вначале создаёт некий светящийся пункт, который, мгновенно расширяясь, рождает огромную сферу, где слиты воедино начала материи и формы (практически *современная инфляционная гипотеза раздувающейся вселенной из вакуума*). Весь мир для Гроссетеста оказывается результатом самовозрастающей светящейся массы, которая образует не только краски, но и звуки, не только растения, но и животных. Свет также связывает душу и тело, свет человеческого знания – ничтожно малая доля абсолютного божественного света.

Роджер Бэкон в «Письме о тайных делах искусства и природы и о ничтожестве магии» предвосхитил многие поздние открытия, полагая, что можно будет с невероятного расстояния читать мельчайшие буквы и пересчитывать пылинки и песчинки, допускал возможность построить машины, способные двигать самые большие корабли быстрее, чем целый отряд гребцов, не исключал возможность сделать аппарат, позволяющий летать по воздуху, подобно птицам. Бэкон в своих работах указывал *три способа познания: вера в авторитет, рассуждение и опыт*. Авторитет сам по себе совершенно недостаточен, если он не опирается на рассуждение. Но и рассуждение сможет достичь своей убедительности только тогда, когда оно опирается на опыт. Подводя итог, Бэкон даёт такую обобщающую формулировку своего эмпиризма: «*Опытная наука – владычица умозрительных наук*». Так, благодаря трудам передовых мыслителей начинает крепнуть отделение науки и философии (особенно натурфилософии) от теологии, подрываются устои *схоластики, учения христианского западного мира, основанного на христианских истинах, изложенных в догмах*.

Положительную роль в становлении науки сыграло средневековое учение о *двойственной истине* – возможность для одного и того же научного положения быть одновременно истинным или ложным, в зависимости от того, что лежит в его основе. Церковниками (теологами) делались попытки разрешить эту апорию утверждением, что *нечто может быть истинным с философской, но ложным с теологической точек зрения*. Под прикрытием именно этого учения было высказано много смелых мыслей, не согласующихся с догмами христианства.

Значительному прояснению формируемых новых и очищению старых античных научных понятий способствовал видный английский схоласт Уильям Оккам (ок. 1300–1349/50), резко выступавший против наводнения реального мира *гипостазированными сущностями*, т.е. боровшийся против наделения отвлечённых понятий, свойств, идей самостоятельным бытием, субстанциональными формами, скрытыми признаками и т.д. По Оккаму существуют слова, которые не соответствуют какой-либо реально (самостоятельно) существующей вещи, например термины «точка», «мгновение», «неделимое». Также *движение* не есть нечто, обладающее самостоятельной сущностью, реально существуют лишь *движущиеся тела*; *точка* не является *составной частью* линии, но представляет собой сокращённое обозначение того, что линия не простирается дальше и т.д. Общеизвестный лозунг Оккама гласит: «*множественность никогда не следует вводить без нужды*» или «*сущности не следует умножать без необходимости*» (принцип, получивший название «*бритва Оккама*»). Словом, не потому боролся Оккам со схоластическими «сущностями» и «формами», что их мно-

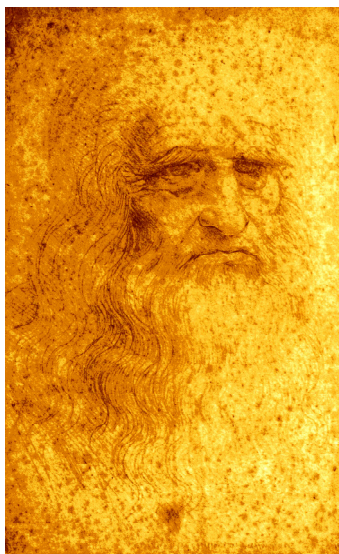
го, а потому, что им не соответствует никакая объективная реальность и они интерпретируются превратно, как некие самостоятельные сущности.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что в центре внимания креативной (творческой) деятельности мыслителей Средневековья были физика, механика, теплота, оптика, космология, география, геометрия, алгебра, метеорология, минерология, вопросы относительности и абсолютности движения, природы сил, наличия или отсутствия центра Вселенной и др. В конечном итоге, ими был заложен фундамент для возникновения и развития в эпоху Возрождения идей Николая Коперника и Джордано Бруно, небесной механики Иоганна Кеплера, методов аналитической геометрии (в том числе метода координат великого реформатора науки Средневековья Рене Декарта) и др.

3.4. Эпоха западноевропейского Возрождения

Расцвет науки в Древней Греции с VI века до н.э. до первых веков н.э. сменился закатом и долгим, тёмным застоём научной мысли почти полторы тысячи лет. В середине XV века в Европе начинается быстрый рост городов, появляется новый класс – буржуазия и начинается новый прогрессивный этап в развитии культуры, искусства и науки в целом и в естествознании, в частности. Этот период времени историки назвали в XIX столетии эпохой Возрождения. Среди великих людей этой эпохи одним из первых следует назвать Леонардо да Винчи (1452–1519). Интересно перечислить спектр его занятий, в которых он оставил след: музыкант и художник, астроном, механик, геолог, ботаник, инженер, математик, физиолог – это всё могло сконцентрироваться только у гениального Леонардо да Винчи. Особо ценил да Винчи математику и, как ни странно, относил её частично к экспериментальной науке. Сам он сконструировал ряд приборов для математических построений – пропорциональный циркуль, прибор для вычерчивания параболы, прибор для построения параболического зеркала. Отметим вопросы механики, которые интересовали Леонардо да Винчи: законы падения тел на поверхность Земли, влияние трения на движение тел, вопрос сложения сил, определение центра тяжести тел. Да Винчи знал, в частности, что тело, брошенное под углом к горизонту, летит по параболической траектории. Изучал да Винчи колебательное движение и был близок к современной трактовке резонанса. Занимался этот гениальный учёный и вопросом полёта человека в воздухе. Он построил модель планера и изобрёл парашют. Леонардо да Винчи независимо от Коперника приблизился к пониманию гелиоцентрической системы мира. В это время, начиная со II в. н.э., господствовала геоцентрическая картина мира Птолемея (менее совершен-

ная геоцентрическая система была разработана ещё Евдоксом и Аристотелем в IV–III вв. до н.э.)

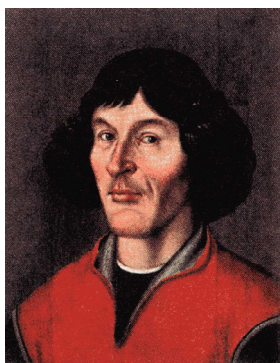


ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ
(15.04.1452–
02.05.1519)

Итальянский естествоиспытатель (Винчи, совр. Италия Кло-Люсе, близ Амбуаза, Франция), инженер, живописец, архитектор, скульптор, величайший мыслитель эпохи Возрождения. Исследовал свободное падение и движение тел, брошенных горизонтально; постиг природу инерции; законы отражения звука и бинокулярного зрения; механизмы трения; открыл существование сопротивления среды и подъемной силы; предсказал влияние Луны на морские приливы и отливы; придерживался практически современных представлений о формировании континентов; изобрел водолазный костюм; экспериментировал с летательными аппаратами, создал проекты вертолета и парашюта. Высказал мысль о невозможности вечного двигателя. При жизни не оставил систематического изложения 7000 страниц записных книжек и рукописей. На рисунке изображён единственный дошедший до нас портрет Леонардо в виде автопортрета в технике сангина (1514).

В эпоху Возрождения математические труды древних греков с энтузиазмом изучались в университетах Италии, в одном из которых великий поляк Николай Коперник (1473–1543) проникся верой в то, что явления природы можно описать с помощью гармоничного сочетания математических законов. Одна из основных черт гармонии – простота. Сложная теория эпициклов Птолемея, с точки зрения Коперника, не удовлетворяла требованиям гармонии. Известно, что ещё в Древней Греции Пифагор и Аристарх Самосский выдвинули идею об обращении Земли вокруг Солнца. Но эта идея не стала общепринятой, и в течение многих столетий господствовала поддерживаемая церковью система Птолемея, в которой Земля является центром Вселенной.

Николай Коперник предложил простое построение, качественно хорошо объяснявшее наблюдаемые астрономические закономерности. Земля в системе Коперника, как и другие планеты, обращается по окружности вокруг Солнца и вращается вокруг своей оси. Коперник дал подробное описание гелиоцентрической системы в сочинении «О вращении небесных сфер», которое было опубликовано в год смерти Коперника после более чем десяти лет написания.



КОПЕРНИК (Copernik, Copernicus) Николай (19.2.1473–24.5.1543)

Польский астроном, создатель гелиоцентрической системы мира. Родился в семье купца. После смерти отца (1483) воспитывался своим дядей Лукашем Ваченроде, епископом Вармийской епархии (Вармия – земля, простиравшаяся по берегам Вислы от г. Торунь до Балтийского моря). Учился в Краковском университете (1491–1495). В 24 года был избран каноником. Продолжил образование в итальянских университетах Болоньи, Падуи, Феррары, где, кроме астрономии, изучал медицину и право. Коперник одним из первых высказал мысль о всемирном тяготении.

Теория Коперника, как и следовало ожидать, встретила суровое осуждение церкви.

Была ещё чисто астрономическая проблема в теории Коперника. Предсказания положения планет гелиоцентрическая теория давала с малой точностью, с ошибкой до 10 градусов (предсказания искусственной теории эпициклов Птолемея были в то время гораздо точнее).

Решающее усовершенствование теории Коперника произошло только через 50 лет. Часть его принадлежит великому немецкому астроному и математику Иоганну Кеплеру (1571–1630). В 1600 году Иоганн Кеплер стал ассистентом знаменитого датского астронома-наблюдателя Тихо Браге (1546–1601), который произвёл основательный пересмотр астрономических данных с античных времен.



КЕПЛЕР (Kepler) Иоганн (27.12.1571, Вейль-дер-Штадт, Вюртемберг, – 15.11.1630, Регенсбург, Бавария)

Немецкий астроном, открывший законы движения планет, основатель современной теоретической астрономии. Родился в бедной протестантской семье. Рано потеряв отца, часть детства провёл слугой в трактире. У Кеплера Земля – рядовая планета, движение которой подчинено общим трём законам. Все орбиты небесных тел – эллипсы (движение по гиперболической траектории открыл позднее Ньютон), общим фокусом орбит является Солнце.

Кеплер вывел также «уравнение Кеплера», используемое в астрономии для определения положения небесных тел.

Получив в своё распоряжение данные многолетних наблюдений Тихо Браге (после смерти Тихо Браге в 1601 г. И. Кеплер стал его преем-

ником при дворе короля Чехии Рудольфа II), Кеплер смог уточнить гелиоцентрическую картину Коперника, сформулировав свои знаменитые законы движения планет вокруг Солнца:

1-й закон – все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которых движется Солнце;

2-й закон – радиус-вектор, проведённый от Солнца к планете, за равные промежутки времени описывает равные площади;

3-й закон – квадраты периодов T_1 обращения планет относятся как кубы больших полуосей эллиптических орбит a_i , по которым движутся планеты.

Этот закон выражается простым математическим соотношением:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

Именно законы Кеплера уже в Новое время для И. Ньютона можно считать одним из важнейших оснований в его открытии закона всемирного тяготения. В наши же дни гелиоцентрическую теорию и законы Кеплера мы воспринимаем как нечто бесспорное, нам трудно оценить по достоинству достижения Коперника и Кеплера. Коперник и Кеплер, будучи людьми глубоко религиозными, выбили у церкви один из краеугольных камней, двинув Землю и превратив её в рядовую планету. Природа, причина движения планет тем не менее оставалась неясной этим великим учёным. Например, сам Кеплер, стараясь найти разгадку этому феномену, полагал, что планеты по их орбитам движут ангелы.

Резюме к главе 3

Важнейшим моментом в подготовке научной революции XVI–XVII вв., приведшей к рождению нового естествознания, в эпоху Возрождения было изменение взглядов на положение Земли во Вселенной (точнее в солнечной системе) – переход от геоцентрической картины мира к гелиоцентрической, совершенный Николаем Коперником.

Законы движения планет, сформулированные Иоганном Кеплером, послужили Исааку Ньютону фундаментом для вывода закона всемирного тяготения.

ТЕСТЫ К ЧАСТИ I

1. Демокрит и Левкипп учили, что *атомы различаются между собой*:

а) положением, величиной, сочетанием; б) формой, порядком, положением; в) подвижностью, формой, порядком; г) величиной, порядком, сочетанием; д) формой, сочетанием.

2. Закон логики, сформулированный Лейбницем, в дополнение к трем законам логики Аристотеля, имеет *название* закона:

а) тождества; б) достаточного утверждения; в) амбивалентности; г) достаточного основания; д) достаточного подтверждения; е) непротиворечивости; ж) эквивалентности.

3. Аристотель *формулировал отсутствие пустоты*, полагая, что:

а) атомы занимают все области пространства; б) в таком случае движение тел было бы вечным и неизменным, чего нет в бытии; в) бытие не терпит пустоты; г) небытия нет; д) атомов, заполняющих пространство бытия, нет.

4. Что главное утверждало учение Клавдия Птолемея в многотомном трактате «Альмагест»?

а) космоцентризм; б) относительность небесных сфер; в) геоцентризм; г) пантеизм; д) гармонию небесных сфер; е) антропоморфизм космоса; ж) панкосмизм.

5. Аристотель полагал, что тела *под действием постоянной силы* движутся:

а) равномерно (с постоянной скоростью) и прямолинейно; б) равномерно по кругу; в) равноускоренно и прямолинейно; г) равноускоренно по кругу; д) не зависимо от тяжести того или иного тела – ускоренно.

6. Законы логики, сформулированные Аристотелем, называются:

а) тождества, исключенного третьего, достаточного обоснования; б) тождества, противоречия, исключенного третьего; в) достаточного основания, исключенного третьего, противоречия; г) тождества, включенного третьего, противоречия.

7. В какой античной греческой школе были впервые высказаны идеи о *первозлементах* (стихиях)?

а) аттической (афинской); б) пифагорейской; в) элейской (логиков); г) милетской (ионийской); д) атомистов; е) мигерейской.

8. Найдите *русский эквивалент* греческого слова «*теория*»:

а) озарение; б) умозаключение; в) умозрение; г) утверждение; д) доказательство; е) смысл.

9. Что *утверждают апории* (софизмы) Зенона Элейского?

а) отсутствие движения; б) возможность равномерного движения планет вокруг Земли; в) объясняют движение небесных сфер; г) бесконечную делимость времени.

10. Какой была *общая центральная идея* ведущих мыслителей античного естествознания?

а) существующий мир образован из воды; б) космоцентризм; в) геоцентризм; г) Земля покоится в эфире; д) мир существует вечно и неизменен; е) космос создан богами.

11. Что было *главным* в учении основателей *элейской школы* (школы элеатов)?

а) неразличимость картины мира в сознании с картиной мира чувств; б) подлинной в мире является картина чувств; в) бытие дано нам в абстрактно-философском осмыслении и познается только разумом; г) бытие и небытие существуют, трансформируясь (переходя) друг в друга.

12. Каким было *первоначальное значение* греческого слова «космос»?

а) структура; б) порядок; в) множество; г) бытие; д) звёздный путь; е) траектория.

13. Идея об абстрактном *апейроне*, как некоторой *беспредельной, неопределённой, бесконечной сущности*, появилась в античное время в:

а) аттической (афинской) школе; б) элейской школе; в) пифагорейской школе; г) милетской (ионийской) школе; д) школе Левкиппа и Демокрита; е) мигерейской школе.

14. Так называемые, с античных времен, *латоновы тела*, это:

а) шар, пирамида, куб, конус, цилиндр; б) тетраэдр, гексаэдр (куб), октаэдр, додекаэдр, икосаэдр; в) правильные невыпуклые многогранники; г) выпуклые параллелоэдры.

15. Какой *пятый первоэлемент* (стихию, сущность) надлунного мира к первым четырём первоэлементам подлунного мира милетской (ионийской) школы добавил Аристотель?

а) эфир; б) молнию; в) гром; г) свет; д) апейрон; е) стойхион.

16. К какой античной философской школе принадлежал Платон?

а) милетской (ионийской); б) элейской; в) атомистов; г) аттической (афинской); д) пифагорейской; е) сократовской; ж) мигерейской.

17. В античности доказательством *невозможности движения*, как такового, послужили:

а) диалоги Платона *Тимей* и *Федр*; б) апории Зенона Элейского; в) высказывания Зенона Китийского; г) рассуждения Фалеса о стойхионах (стихиях); д) эпихеремы Зенона Элейского.

18. Доказательствам против существования (наличия) *множественности мира*, высказанным философом античности Парменидом, были (была) посвящены (посвящена):

а) апории (софизмы) Зенона Элейского; б) утверждения Пифагора о дружественных числах; в) эпихеремы Зенона Элейского; г) «Диалоги» Платона; д) письма Эпикура о природе; е) поэма «О природе вещей» Лукреция Кара.

19. Учение основателей элейской школы Ксенофана и Парменида утверждало *два пути познания мира*:

а) экспериментальный и теоретический; б) философский и эвристический; в) мнения и истины; г) веры и разума; д) мистический и аксиологический; е) математический и разума.

20. Какой *по сущности* принято считать *античную физическую картину мира*:

а) механической; б) метафизической; в) прагматической; г) математической; д) рационалистической; е) мистической; ж) теологической.

21. *Десятичная система счисления* пришла к древним европейцам из древней (него):

а) Индии; б) Китая; в) Месоамерики; г) Египта; д) Сирии; е) Вавилона; ж) Месопотамии.

22. Для античной науки в основном была характерна система взглядов на устройство Вселенной:

а) геоцентрическая; б) гелиоцентрическая; в) эоцентрическая; г) антропоцентрическая.

23. Согласно геоцентрической модели устройства Вселенной, развитой Птолемеем Александрийским:

а) в центре Вселенной находится неподвижная Земля, вокруг которой обращаются Солнце и другие планеты; б) в центре Вселенной находится Солнце, вокруг которого вращаются Земля и другие планеты; в) Земля является «рядовой» планетой Вселенной; г) Вселенная бесконечна.

24. Согласно гелиоцентрической модели устройства Вселенной, предложенной Николаем Коперником:

а) Земля не является центром мироздания, она одна из планет, движущихся вокруг Солнца; б) в центре Вселенной находится неподвижная Земля, вокруг которой вращаются Солнце и другие планеты; в) в центре Вселенной находится Солнце; г) Солнце, Земля и другие планеты неподвижны.

25. Проблемы истины в Средневековье решались:
а) наукой; б) философией; в) теологией; г) искусством.
26. Концепция двойственной истины (признание права на существование естественного разума наряду с верой) характерна для:
а) Античности Древней Греции; б) Средневековья; в) Нового времени; г) Новейшего времени
27. Регресс и стагнация в науке характерны для:
а) Античности Древней Греции; б) Средневековья; в) Нового времени; г) Возрождения.
28. Анализ природы, расчленение её на части, выделение и изучение отдельных вещей и явлений (так называемая редукция) характерны для:
а) античной науки; б) средневековой науки; в) науки Нового Времени; г) современной науки.
29. Время формирования механической картины мира – это
а) конец XV в.; б) конец XVII – начало XVIII вв.; в) VI в. до н.э.; г) XVIII–XIX вв.; д) начало XX в.; е) X в.
30. Донаучный период естествознания длился в веках:
а) VII–XV в. н.э.; б) VII в. до н.э. – XV в. н.э.; в) IV–XIV до н.э.
31. Миф, как элемент человеческой культуры:
а) демонизирует реальность; б) по большому счёту, не несёт познавательной ценности; в) вводит в заблуждение современную науку; г) анализирует реальность.
32. Какой из цивилизаций впервые были выделены планеты Меркурий, Венера, Марс, Юпитер, Сатурн?
а) майя; б) вавилонской; в) греческой; г) египетской; д) шумерской; е) ацтеков.
33. Существенным различием огня и воды, по мнению Анаксимена, ученика Фалеса Милетского, было:
а) стремление огня вверх, воды – вниз; б) разреженность или уплотненность воздуха; в) различная температура вследствие хаотического движения молекул вещества; г) вода и огонь – первоэлементы Вселенной.
34. Было (была, были) положено в основу учения Пифагором о природе и определило основное направление науки на долгие века:
а) идея о гармонии; б) число; в) теорема Пифагора; г) октава, кварта, кварта; д) логика; е) правильные выпуклые многогранники (будущие платоновы тела).

35. Движение тел атомисты от Демокрита до Эпикура причисляли к:
а) побочным началам; б) первичным началам; в) вторичным началам; г) признакам наличия жизни.
36. Абсолютное небытие, по мнению Платона, это:
а) эйдос; б) материя; в) абсолютная пустота; г) абсолютный вакуум; д) абсолютный дух.
37. Четвёртый закон формальной логики формулируется так:
а) ничто не должно приниматься без оснований, если оно не является принципом или гипотезой; б) ничто не должно приниматься без оснований, если оно неизвестно или как самоочевидное, или по опыту; в) ничто не должно приниматься без оснований, если оно неизвестно, или как самоочевидное, или по простоте; г) ничто не должно приниматься без оснований, если оно не является парадигмой или постулатом.
38. Космос, согласно учению Аристотеля, имел:
а) антропоцентрическое начало; б) геоцентрическое происхождение; в) гелиоцентрическое происхождение; д) антропогенное происхождение.
39. Укажите элементы, являющиеся началами китайского восприятия мира:
а) камень; б) вода; в) огонь; г) дерево; д) эфир; е) ветер; ж) металл; з) земля; и) энергия «ци».
40. Синтезу научных традиций каких великих цивилизаций прошлого обязано бурное развитие математики?
а) ацтеков; б) греческой; в) шумерской; г) индийской; д) египетской; е) римской; ж) византийской.
41. Византийский мыслитель Иоанн Филопон в VI в. н.э. пришёл к логическому выводу, что Аристотель неправ в одном из вопросов, поскольку:
а) Луна является спутником Земли; б) скорость падения тел не зависит от их тяжести; в) поведение твёрдых тел в воде зависит от их плотности; г) постоянная сила порождает постоянную скорость.
42. Три способа познания истин природы утверждал великий философ Средневековья Фрэнсис Бэкон:
а) вера в авторитет; б) рассуждение; в) фальсификация, верификация; г) опыт.
43. Найдите правильную формулировку первого закона Кеплера:
а) все планеты наклонены в одну сторону по отношению к эклиптике; б) все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого

находится Солнце; в) все планеты движутся по окружностям вокруг Солнца как центра; г) за равные промежутки времени планеты описывают равные секториальные площади.

44. Утверждал, что время является самостоятельным началом сущего, а также то, что оно существует отдельно от пространства и материи:

а) Плиний Старший; б) Плиний Младший; в) Лукреций Кар; г) Вергилий; д) Эпикур.

45. Основными чертами античной натурфилософии были:

а) рассмотрение окружающего мира как единого целого; б) механистический подход к изучению природы; в) разделение явлений на отдельные части; г) изучение отдельных свойств и причин явлений.

46. Основными принципами атомистического учения Демокрита были утверждения:

а) атомы неподвижны; б) Вселенная состоит из атомов и пустоты, атомы вечны, находятся в постоянном движении; в) атомы одинаковы по величине и форме; г) Вселенная состоит из эфира, сгущения эфира образуют Солнце и планеты.

47. Мир земной и мир небесный подвластны одним и тем же законам – основа мировоззрения:

а) средневековой науки; б) науки эпохи Возрождения; в) античной науки; г) науки Нового времени; д) науки времен Византии.

48. Появление одной из главных книг Галилея – «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки» – знаменует собой переход от:

а) созерцания к анализу; б) цитатной науки к началам современного естествознания; в) античного естествознания к современной науке; г) наблюдения и факта к эксперименту.

49. В античности на многие века стартовали три основные научные программы:

а) теологизм; б) космоцентризм; в) аналитическая программа Аристотеля; г) антропоцентризм; д) атомизм Левкиппа–Демокрита; е) математическая программа Пифагора–Платона.

50. В Античности (и в Средневековье тоже) была безоговорочно принята... система строения мира:

а) геохронологическая; б) метафизическая; в) атомистическая; г) гелиоцентрическая; д) космоцентрическая; е) геоцентрическая.

51. В эпоху Средневековья учёные основывали свои представления на...

а) понимании природы как результата божественного творения (креационизме); б) гуманистическом мировоззрении; в) материалистической первооснове всех вещей; г) философских учениях, сводящих все формы материи к механическому движению; д) двойственной природе истины.

52. Впервые определил размеры Земного шара, обосновав свой метод:

а) Платон; б) Птолемей; в) Евклид; г) Аристотель; д) Аристарх; е) Эратосфен.

53. Выдающиеся учёные-естествоиспытатели эпохи Возрождения (следует выбрать несколько ответов):

а) Леонардо да Винчи; б) Николай Коперник; в) Роджер Бэкон; г) Томазо Кампанелла; д) Ауреол Теофраст Парацельс; е) Джеймс Уатт; ж) Джеймс Джоуль; з) Исаак Ньютон; и) Михайло Ломоносов; к) Френсис Бэкон.

54. Кто первым из ученых античности озадачился проблемой и исчислил количество «песчинок» (тел с наименьшими размерами) во Вселенной?

а) Пифагор; б) Аристарх; в) Гиппарх; г) Фалес; д) Архимед; е) Евдокс; ж) Птолемей.

55. Кто в раннем Средневековье первым из мыслителей путем логического анализа опроверг умозаключение Аристотеля о том, что *тела с большим весом падают быстрее*, чем тела с меньшим весом, и установил, что *все тела падают с одинаковой скоростью*?

а) Кузанский; б) Кеплер; в) Галилей; г) Филопон; д) Филолай; е) Гроссетест.

56. Автором античного многотомного научного трактата, дошедшего до нас под арабским названием «Альмагест», является:

а) ибн Сина (Авиценна); б) Архимед; в) Птолемей Александрийский; г) аль Бируни; д) Пифагор; е) Евклид.

**Часть II. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
ОРГАНИЗОВАННОЙ ПРОСТОТЫ –
ОТ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ
ПАРАДИГМЫ НЬЮТОНА-ДЕКАРТА
К СТАНОВЛЕНИЮ КЛАССИЧЕСКОЙ
МЕХАНИКИ, ФИЗИКИ И КЛАССИЧЕСКОЙ
РАЦИОНАЛЬНОСТИ**

**Глава 4
КОНЦЕПТУАЛЬНО-
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ
И ФИЗИКИ**

**Глава 5
КОНЦЕПТУАЛЬНО-
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
ОБ ЭНЕРГИИ, ТЕПЛОТЕ,
ЭНТРОПИИ И КЛАССИЧЕСКОЙ
ТЕРМОДИНАМИКЕ**

**Глава 6
КОНЦЕПТУАЛЬНО-
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ
О ФИЗИЧЕСКОМ ПОЛЕ.
ЗАРОЖДЕНИЕ И СТАНОВЛЕНИЕ
НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПОЛЕВОЙ
ПАРАДИГМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Глава 4. КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И ФИЗИКИ

4.1. Концепции предклассического механического естествознания

О физике как науке и её разделах. Как ясно из главы 2, естествознание выросло из античной натурфилософии, философии природы, рассматривающей её как *умозрительную целостность*. В недрах натурфилософии наряду с астрономией, наукой небес, зародилась и главная наука о природе – физика. Аристотель предвосхитил предмет физики в сочинении «Физика». «Физика, – писал он, – наука о природе и изучает преимущественно тела и величины, их свойства и виды движения и, кроме того, начало такого рода бытия». Это аристотелевское определение практически не расходится с современным определением физики как науки, изучающей простейшие и вместе с тем наиболее общие закономерности явлений природы, свойства и строение материи и законы её движения. Поэтому понятия, гипотезы, принципы и законы физики фундаментальны, являются основополагающими для всего естествознания. Физика относится к точным наукам и изучает количественные закономерности явлений. «Высшая задача физики состоит в открытии наиболее общих элементарных законов, из которых можно было бы логически вывести картину мира» – так писал Эйнштейн (мы, конечно, помним, что элементарные – это значит начальные, основные, фундаментальные).

В своей основе физика – экспериментальная наука: её законы базируются на фактах, установленных опытным путём, представляют собой количественные соотношения (как правило, достаточно простые) и формулируются на том или ином математическом языке. Различают экспериментальную физику – опыты, проводимые для обнаружения новых фактов и для проверки известных физических законов, и теоретическую физику, цель которой состоит в формулировке законов природы и в объяснении конкретных явлений на основе этих законов, а также в предсказании новых явлений. При изучении любого явления опыт и теория действуют в единстве, во взаимосвязи.

В соответствии с многообразием исследуемых физических объектов, уровней организации и форм движения физика подразделяется на ряд дисциплин (разделов), так или иначе связанных друг с другом. По изучаемым физическим объектам физика делится на физику элементарных частиц, физику ядра, физику атомов и молекул, газов и жидкостей, твёрдого

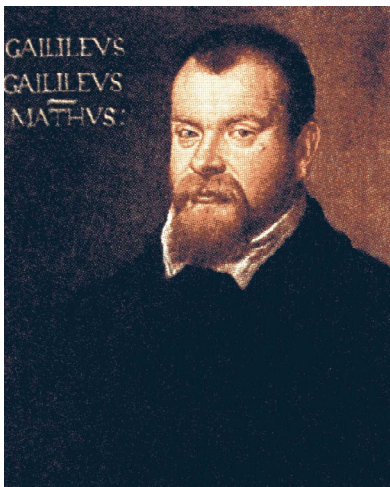
тела и плазмы. По критерию уровней организации материи – на физику микро-, макро- и мегамира. По критерию изучаемых процессов, явлений или форм движения (взаимодействия) различают: механические, электромагнитные, квантовые и гравитационные явления, тепловые или термодинамические процессы и соответствующие им области физики: механику, электродинамику, квантовую физику, теорию гравитации, термодинамику и статистическую физику. Указанные подразделения физики по отмеченным критериям частично перекрываются, вследствие глубокой внутренней взаимосвязи между объектами материального мира и процессами, в которых они участвуют. Современная физика содержит не такое уж большое количество фундаментальных теорий, охватывающих все разделы физики. Эти теории представляют собой квинтэссенцию (*наиболее существенное*; в буквальном смысле латинское слово *Quinta essentia* – *пятая сущность*, то есть добавление Аристотелем к четырём античным стихиям – *воздуху, воде, огню, земле* пятой стихии, *стихии небес – эфира*) знаний о характере физических процессов и явлений, приближённое, но наиболее полное отображение различных форм движения материи в природе.

В нашу задачу в этом курсе входит только сжатый очерк развития с XVI века сначала механических, затем физических концепций и освещение основных концептуальных понятий физических объектов, форм их движений и взаимодействий.

Очерк предклассической механики. С середины XV века Европа вступает в период революционных цивилизационных (от лат. *civilis* – гражданский) преобразований. Изменяется всё – экономические отношения, государственное устройство, культура, образовательная система и наука. В науке особо выделяется естествознание, развитию которого содействовали, как минимум, два обстоятельства. Во-первых, начавшаяся робко в Средневековье ломка основ религиозного мышления и рождение нового научного мышления получают мощную поддержку со стороны великих реформаторов естествознания, таких, как Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Теофраст Парацельс, Джордано Бруно, Фрэнсис Бэкон, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, Рене Декарт, Пьер Ферма, Блез Паскаль, Роберт Гук, благодаря которым наука превращается в самостоятельный фактор духовной и культурной жизни, в реальную основу нарождающегося нового мировоззрения. Во-вторых, наряду с наблюдением и мирозерцанием, характерным для науки античного и раннего средневекового периодов, в науку внедряется *эксперимент*, который становится в ней ведущим методом исследования, радикально расширяя сферу познаваемой реальности и усиливая познавательную мощь естествознания. Господствующим *методом мышления* становится *метафизика*, так что этот период развития естествознания можно называть метафизиче-

ским, который уступит место *диалектическому методу* только в XIX столетии. Наибольшие успехи достигаются в области *механики*, завершённой и систематизированной в своих основаниях к концу XVII века, в результате чего решающее значение приобретает формирующаяся *механическая картина мира*, ставшая на три столетия универсальной научной картиной мира. В её рамках осуществлялись познания не только физических и химических, но также биологических и антропологических явлений и событий. Идеалы механического естествознания становятся основой теории познания и методологии науки. Возникают философские учения о человеческой природе, обществе и государстве, выступающие в XVI–XVIII веках как *разделы общего учения о едином мировом механизме*.

Галилео Галилей (1564–1642), итальянский гений, родился в городе Пизе в знатной, но обедневшей семье. Кстати, бедность не дала ему возможность закончить Пизанский университет, в котором он изучал медицину, но тем не менее в 1589 г. он сумел получить в этом университете должность преподавателя математики (!), которую начал изучать самостоятельно с 1585 г. (До Галилея фактически самоучкой был Авиценна, после него – Майкл Фарадей). Несколькими годами позже, в 1592 г., он перешёл в Падуанский университет, где возглавил кафедру математики, которую годом раньше безуспешно пытался занять Джордано Бруно (как тесен мир!), и оставался на ней до 1610. Именно в эти годы он сделал большую часть своих научных открытий, но не в области математики, а в механике, физике и астрономии, которым придал математический характер.



ГАЛИЛЕЙ (Galilei) Галилео
(1564–1642)

Итальянский учёный, один из основателей точного естествознания. Боролся против схоластики, считал основой познания опыт. Заложил основы современной механики: выдвинул идею об относительности движения, установил законы инерции, свободного падения и движения тел по наклонной плоскости, сложения движений; открыл изохронность колебаний маятника; первым исследовал прочность балок. Построил телескоп с 32-кратным увеличением и открыл горы на Луне, 4 спутника Юпитера, фазы у Венеры, пятна на Солнце. Активно защищал гелиоцентрическую систему мира, за что был подвергнут суду инквизиции (1633), вынудившей его отречься от учения Н. Коперника.

Все основные открытия Галилея изложены в его двух главных книгах – «Диалог о двух главнейших системах мира – птолемеевой и коперниковой»

(1632) и «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению» (1638). Последняя книга была написана «узником инквизиции», тогда уже старым, больным и полуслепым человеком, окончательно потерявшим зрение в 1637 г. В этой книге, имеющей непреходящую ценность для науки, новыми и притом универсальными оказались не только сами вопросы, но и методологические принципы их решения, которые с тех пор закладываются в основу любого научного исследования.

Появление «Бесед» можно считать концом периода «цитатной науки», опиравшейся на авторитеты Аристотеля и других канонизированных церковью мыслителей, на цитаты и их толкование, и началом *современного естествознания*. Именно поэтому, говоря о величайших творцах физики, по праву называют имена: Аристотель – Галилей – Ньютон – Эйнштейн. «Беседы» разбиты на «Дни», каждый из которых посвящён специальному вопросу. Вот как начинается Галилей «День третий» (сравните с книгой «Бытие» Моисея, первой её главой!).

«Мы создаём совершенно новую науку, предмет которой является чрезвычайно старым. В природе нет ничего древнее движения, но именно относительно него философами написано весьма мало значительного. Поэтому я многократно изучал на опыте его особенности ... до сего времени либо неизвестные, либо недоказанные... Говорят, что естественное движение падающего тяжелого тела есть движение ускоренное. Однако в какой мере нарастает ускорение, до сих пор не было указано... Было замечено также, что бросаемые тела или снаряды описывают некоторую кривую линию, но того, что линия является параболой, никто не указал».

Далее Галилей, ни разу не употребив на 600 страницах книги математических формул (через два века подобное совершит Майкл Фарадей, излагая словами законы электромагнетизма), исследуя движение твёрдого тела, напишет: 1. «... Скорости, приобретаемые одним и тем же телом при движении по наклонным плоскостям, равны между собой, если высоты этих наклонных плоскостей одинаковы»; 2. «Если тело, выйдя из состояния покоя, падает равномерно ускоренно, то расстояния, проходимые им за определённые промежутки времени, относятся между собой, как квадраты времени». (Меж-



Пизанская башня

ду прочим, широко распространяемая легенда о том, что Галилей проводил свои эксперименты, бросая тела с Башни знаний в Пизе, не соответствует действительности, но она жива и будет жить ещё многие века). Для проверки своих доводов Галилей создаёт *расчётную модель* – предполагает, что у падающего тела скорость меняется либо пропорционально времени, либо пропорционально квадрату времени, т.е. феноменологически хочет понять – не *почему* тело падает, а *как* падает (вопрос *как* – главный вопрос естествознания). *Впервые в истории науки ставится эксперимент, который должен проверить расчётную модель.* Целенаправленный эксперимент есть то, что Галилей ввёл в качестве неотъемлемого элемента научного исследования. Последующие рассуждения привели его к открытию закона инерции, одного из главнейших законов природы, и того, что возможно движение в отсутствии действия каких-либо сил.

Важным и непреходящим является также то, что Галилей учил и научил, во-первых, *не доверять кажущимся очевидностям.* Во-вторых, он писал (как завещание): *«Философия написана в величайшей книге, которая постоянно открыта нашим глазам (я говорю о Вселенной); но нельзя её понять, не научившись прежде понимать её язык и различать знаки, которыми она написана. Написана же она языком математическим, и знаки её суть треугольники, круги и другие математические фигуры, без которых человеку невозможно понять ни одного содержащегося в ней слова».* Здесь – зерно метода математического естествознания.

Читая эту книгу, которая, по сути, была *энциклопедией физики* начала XVII века, можно только поражаться разносторонности интересов Галилея, его пытливости, его наблюдательности, обилию полученных результатов. Здесь излагается метод определения скорости света, объясняется явление резонанса, указывается на одинаковый период качаний паникадила в церкви, что положит начало основам теории колебаний и т.д. Он услышал в 1609 г. об изобретении в Голландии прибора, который позднее будет назван телескопом, и этого для него достаточно, чтобы из органной трубы и двух линз самому построить «зрительную трубу». Это позволило ему открыть горы на Луне, пятна на Солнце (хотя далеко не первым из людей, вспомните китайцев), фазы Венеры, спутники Юпитера.

Опровергая аргументы Птолемея и Аристотеля, высказанные ими против вращения Земли, путём разбора множества механических явлений, Галилей приходит к *открытиям закона инерции и механического принципа относительности.*

Эти конкретные и хорошо известные достижения Галилея затеняют другое, не менее важное, научное наследие Галилея – *научную методологию исследований природных явлений.* Галилей сумел практически реализовать *экспериментальный метод*, придав ему современные черты (создание модели

реального процесса, абстрагирование (отвлечение) от несущественных факторов, неоднократное повторение опыта и т.д.). Галилей возобновил *математический подход Архимеда* к исследованию явлений природы, провозгласив, что «книга природы написана на языке математики, её буквами служат треугольники, окружности и другие геометрические фигуры...».

Было бы несправедливо не вспомнить ещё об одном великом предшественнике И. Ньютона – выдающемся французском философе и математике Р. Декарте. Рене Декарт (1596–1650) был авторитетнейшим ученым для естествоиспытателей XVII века. Для Декарта весь физический мир представлял собой огромную машину, функционирующую по определенным, объективным законам, открыть которые человечество способно путем математических рассуждений. Декарт считал, что только математика обеспечивает надёжный путь к истине. Он заявлял, что «не приемлет и не надеется найти в физике каких-либо принципов, отличных от тех, которые существуют в Геометрии или абстрактной Математике, потому что они позволяют объяснить все явления природы и привести доказательства, не оставляющие сомнений». С точки зрения Декарта реальный мир подвластен математическому описанию. По его мнению, наиболее глубокими и надёжными свойствами материи являются форма, протяжённость в пространстве и движение в пространстве и времени.



ДЕКАРТ (Descartes) Рене
(латинизированное – Картезий;
Cartesius) (1596–1650)

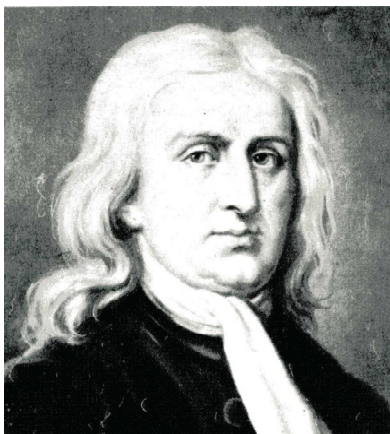
Французский философ, математик, физик и физиолог. С 1629 г. жил в Нидерландах. Заложил основы аналитической геометрии, дал понятия переменной величины и функции, ввёл многие алгебраические обозначения. Высказал закон сохранения количества движения, дал понятие импульса силы. Автор теории, объясняющей образование и движение небесных тел вихревым движением частиц материи (вихри Декарта). Ввёл представление о рефлексе (дуга Декарта).

Спустя 17 лет после смерти учёного его останки были перевезены из Стокгольма в Париж и захоронены в часовне аббатства Сен-Жермен де Пре.

Восхваляя математический метод в познании реального мира, Декарт удивительно мало написал работ по математике, а точнее, написал только одно небольшое, но великое, произведение – «Геометрию», в которой заложил основы аналитической геометрии, являющейся в настоящее время необходимым инструментом при математической формулировке многих физических задач.

4.2. Ньютонovy постулаты классической механики и ньютонoво-картезианская парадигма естествознания

Исаак Ньютон (1642–1727), величайший ученый всех времен и народов, английский физик, механик, астроном и математик в 1687 г. издал своё классическое произведение, главный труд своей жизни – «*Математические начала натуральной философии*». «Начала» – вершина научного творчества Ньютона, состоят из 3-х частей: *в первых двух речь идёт о движении тел, механике тел*, в которых формулируются, постулируются три знаменитых закона динамики Ньютона, а последняя часть сочинения посвящена системе мира (космологии), в которой обосновывается вывод и даны приложения знаменитейшего закона всемирного тяготения Ньютона.



НЬЮТОН (Newton) Исаак
(1643–1727)

Английский математик, механик, астроном и физик, создатель классической механики, член (1672) и президент (с 1703) Лондонского королевского общества. Фундаментальные труды «*Математические начала натуральной философии*» (1687) и «*Оптика*» (1704). Разработал (независимо от Г. Лейбница) дифференциальное и интегральное исчисления. Открыл дисперсию света, хроматическую aberrацию, исследовал интерференцию и дифракцию, развивал корпускулярную теорию света, высказал гипотезу, сочетающую корпускулярные и волновые представления. Построил зеркальный телескоп.

Начинать изучение надо с *фундаментальных физических определений и понятий*, положивших начало классического естествознания, поскольку здесь мы имеем общий образец, которому следовали ученые последующих поколений при построении теорий. Ньютон, прежде всего, *определяет свойства объекта*, который является предметом изучения – это некоторая *масса (тело)*, место и время, в которое объект изучается.

Приведём некоторые положения из «Начал» Исаака Ньютона:

«1. Количество материи (масса) есть мера таковой, устанавливаемая пропорционально плотности и объёму её.

2. Количество движения есть мера такового, устанавливаемая пропорционально скорости и массе.

3. Приложенная сила есть действие, производимое над телом, чтобы изменить его состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения.

Время, пространство, место и движение составляют понятия общеизвестные:

а) абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью;

б) абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остаётся всегда одинаковым и неподвижным;

в) место есть часть пространства, занимаемая телом, и по отношению к пространству бывает или абсолютным, или относительным;

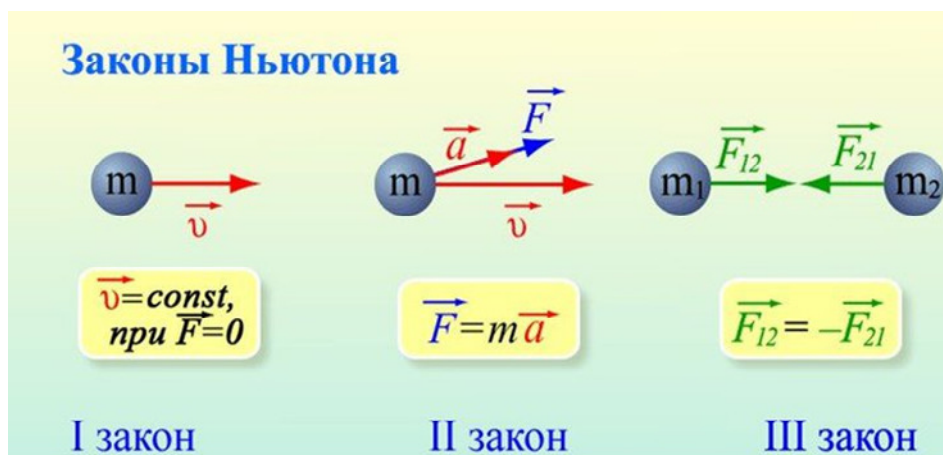
г) абсолютное движение есть перемещение тела из одного его абсолютного места в другое».

И далее постулированы три фундаментальных закона движения, носящие имя Ньютона:

«I. Всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

II. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе – взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны».



Четвёртым законом в «Началах» Ньютона стал закон всемирного тяготения. Анализируя законы Кеплера, Ньютон пришёл к заключению, что между небесными телами действует сила тяготения (притяжения), обратно пропорциональная квадрату расстояния между телами. Высказав предположение, что силы тяготения имеют всеобщий (всемирный)

характер и что эти силы пропорциональны произведению масс взаимодействующих тел, Ньютон установил закон, олицетворяющий первую теорию тяготения (гравитации): $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$. Ньютон доказал, что закон всемирного тяготения, вместе с первым и вторым законами динамики, достаточны для описания движения тел на поверхности и вблизи поверхности Земли. Законы движения и закон всемирного тяготения Ньютона принадлежат к числу фундаментальных физических принципов и, подобно аксиомам Евклида в геометрии, служат логической основой для получения других частных физических законов.

Ньютон вместе с немецким математиком Готфридом Лейбницем создали великолепную математическую теорию дифференциального и интегрального исчисления, лежащих в основании классического естествознания. Эта математическая теория стала одной из самых «используемых» всеми учёными, работающими не только в области естествознания, но и в технических и социально-экономических науках.

4.3. Лагранжев и гамильтонов вариационные формализмы классической механики и физики – математическая концептуальная основа современной физической науки

В XVIII–XIX веках знаменитыми математиками – русским швейцарского происхождения (проработавшим большую часть своей жизни в России) Леонардо Эйлером, французами Луи Лагранжем (1736–1813) (по рождению итальянцем) и Пьером Симоном Лапласом (1749–1827), а также ирландцем Уильямом Роаном Гамильтоном (1805–1865), механике Ньютона была придана изящная, математически строгая форма. Их принято называть лагранжева и гамильтонова форма (часто это характеризуют также словами лагранжев и гамильтонов формализм). Эти великие математики завершили построение здания под названием классическая механика. В основе этих формализмов лежат первоначально подмеченный Пьером Ферма принцип минимальности оптического пути света, далее принцип виртуальных (возможных) перемещений Мопертюи, которые Эйлер превратил в вариационный принцип действия для механического движения. Этот принцип был обобщён позднее Лагранжем, введшим специальную лагранжеву функцию, зависящую от координат и скорости тела, а ещё несколько позднее Гамильтоном, у которого новая гамильтонова функция зависит от координат и импульса. В каждом из этих формализмов были получены обобщения уравнения динамики Ньютона. Гамильтона-Якоби уравнение движения послужило прообразом для квантового уравнения движения атома Шрёдингера, постулированного им в 1926 г. (гл. 8).



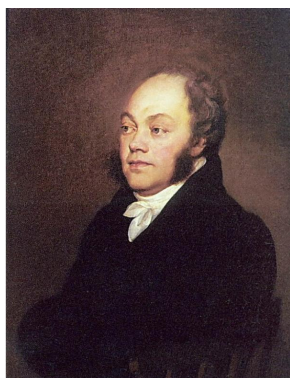
ЭЙЛЕР Леонард
(15.04.1707 – 18.09.1783)

Великий русский математик, механик и физик швейцарского происхождения (с 20 лет в России), автор 850 научных работ, заложил основы теории функций комплексного переменного, вариационного исчисления, теории специальных функций; вывел основное уравнение классической механики – уравнение Эйлера, установил закон сохранения момента количества движения (момента импульса), развил теорию моментов инерции; развил теорию магнетизма, основанную на вихрях.



ЛАГРАНЖ Жозеф Луи
(1736–1813)

Выдающийся французский математик, физик и астроном итальянского происхождения, ему принадлежит доказательство либрации Луны – обращение её к Земле всегда одним и тем же полушарием; разработал основы вариационного исчисления; ввёл функцию состояния – лагранжеву функцию и вывел основное уравнение классической механики – уравнение Лагранжа, чем обосновал так называемый лагранжев формализм, являющийся до сего времени одним из наиболее развитых и эффективных приёмов аналитического исследования динамических систем.



ЛАПЛАС Пьер Симон
(28.03.1749–5.03. 1827)

Выдающийся французский астроном, математик, физик и философ, сформулировал и обосновал небулярную гипотезу происхождения Солнечной системы; доказал её устойчивость, открыл причину ускорения в движении Луны, придал общий вид закону Био-Савара в электродинамике; внедрил в жизнь новую метрическую систему мер. Обосновал и ввел в науку понятие о причинно-следственных связях – понятие детерминизма, главной философской основы классического естествознания.

Теперь можно сформулировать основные положения механического формализма или механической картины мира, которые составляют также *основные принципы и закономерности классического механического естествознания*:

- мир состоит из *массивных (материальных) объектов конечных объёмов (размеров)*, видимые контуры которых являются их физическими границами;

- эти объекты движутся в *пустом трёхмерном евклидовом пространстве*, евклидовыми также являются линии (траектории) их движения – прямые, окружности, эллипсы, параболы, спирали и другие линии;

- *время* – четвёртая координата пространственно-временного континуума, *независимая от пространственных координат*;

- *три закона динамики Ньютона управляют движениями (траекториями) материальных (наделенных массой или массивных) объектов*, заполняющих пространственно-временной континуум;

- поле тяготения (гравитация) *распространяется в пространственно-временном континууме с бесконечной скоростью и никак не затрагивает течения времени*;

- *линейный характер ньютоновой динамики означает, что интенсивность следствия в мире механических явлений прямо пропорциональна интенсивности причины* (так называемый *лапласовский детерминизм*).

Указанные фундаментальные положения классического формализма могут быть дополнены следующими эвристическими (методологическими) выводами:

1) *природных возможностей человеческого разума вполне достаточно для того, чтобы понять (отразить) мир механических явлений в понятиях и теориях*;

2) *изучение мира механических явлений и процессов не оказывает существенного влияния на их течение*;

3) *теоретический расчёт движения реальных массивных объектов можно сделать сколь угодно точно, задавая экспериментальные так называемые начальные условия в какой-либо точке пространственно-временного континуума (начальные значения пространственных координат и скорости объекта в какой-либо его точке)*;

4) *уравнения динамики обратимы во времени*, т.е. для них безразлично, куда развивается процесс из настоящего времени – в будущее или прошлое;

5) *точный численный расчёт движений массивных объектов позволяет эффективно изменять и преобразовывать его по своему усмотрению*.

В совокупности перечисленные выше концептуальные положения и выводы именуется *ньютоново-картезианской (Картезий – латинизиро-*

ванное имя Декарта) *парадигмой*, являющейся методологической основой классического механического и физического естествознания. Вместе с *лапласовским детерминизмом* парадигма эта создала основу классического естествознания и всей классической науки, господствующих в мышлении людей с XVIII века, а во многих случаях и до сих пор, хотя время их уже давно прошло.

Ключевые слова классического механического этапа науки следующие: *абсолютное пространство, абсолютное время, лапласовский детерминизм, лагранжев формализм, гамильтонов формализм, объективность.*

Резюме к главе 4

Важнейшим моментом в подготовке научной революции XVI–XVII вв., приведшей к рождению нового естествознания, было изменение взглядов на состояние Земли во Вселенной – переход от геоцентрической картины мира к гелиоцентрической.

Законы движения планет, сформулированные И. Кеплером, послужили фундаментом для закона всемирного тяготения.

Закон инерции, сформулированный Галилео Галилеем, с одной стороны, положил конец физике Аристотеля, с другой – послужил толчком развития физической мысли в направлении, приведшем к специальной и общей теории относительности Эйнштейна в XX столетии.

Классическая механика дала чёткие ориентиры в понимании фундаментальных категорий – пространства, времени и движения материи.

Законы классической механики с большой точностью (но всё же приближенно) отражают истинные законы природы. До сих пор с помощью законов, сформулированных И. Ньютоном, производится, например, расчёт траекторий искусственных спутников Земли. Пределы применимости классических законов механики устанавливаются в другой теории, возникшей в XX веке, – в специальной теории относительности Эйнштейна.

Формирование классической физики, начатое в XVII веке работами Галилея, завершилось в XIX веке созданием Дж. Максвеллом теории электромагнитного поля, положившей начало в XX веке новому этапу в науке – неклассическому.

Невообразимо широк спектр использования этой теории в науке, технике, быту.

Глава 5. КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОБ ЭНЕРГИИ, ТЕПЛОТЕ, ЭНТРОПИИ И КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКЕ

5.1. Энергия, теплота, закон сохранения энергии и первое начало (принцип) термодинамики

Из всех физических терминов и понятий, пожалуй, самым известным является *энергия* (гр. *energia* – деятельность). Это слово прочно вошло в обиход всех людей и, естественно, употребляя его, большинство людей не знают, что «энергия» – одно из самых фундаментальных понятий в физике и, более того, с понятием «энергия» связаны свойства пространства-времени. Среди множества законов природы своей универсальностью выделяются законы сохранения, в частности, один из самых фундаментальных – именно *закон сохранения энергии*. Как установили учёные, *сохранение энергии* связано с симметрией, именуемой *однородностью времени*, что можно упрощённо и образно представить как неизменность темпа времени в разные моменты его течения.

Открытие закона сохранения энергии связывают с именами нескольких учёных и считают, что именно Р. Майер, Д. Джоуль, Г. Гельмгольц, Э. Ленц сформулировали закон сохранения и превращения энергии. Открытию закона сохранения и превращения энергии способствовали экспериментальные и теоретические работы в области тепловых процессов, физиологии и самой физики, что в конечном итоге привело к созданию науки, получившей название «термодинамика». Одной из таких великих работ является единственный научный труд французского физика и инженера Сади Карно (1796–1832) «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу». Работа Карно явилась началом термодинамики, предложенный им термодинамический способ решения задач используется и в современной физике. В ней Карно практически дал формулировку закона сохранения энергии, используя понятие *тепло*: «Тепло – не что иное, как движущая сила, вернее, движение, изменившее свой вид; это движение частиц тела... Движущая сила существует в природе в неизменном количестве; она, собственно говоря, никогда не создаётся и не уничтожается...». С этого момента времени понятия *тепло*, *теплота*, *тепловая энер-*

гия становятся предметом пристального внимания и изучения учёными многих специальностей – физиков, химиков, врачей и т.д.



МАЙЕР Юлиус Роберт
(25.11.1814–20.03.1878)

Немецкий врач, первым сформулировал закон сохранения и превращения энергии, теоретически вычислил механический эквивалент теплоты; отстаивая приоритет, подвергся нападкам и травле со стороны приверженцев Дж. Джоуля и Г. Гельмгольца, за которыми хотели сохранить первенство открытия этого закона, впал в глубокое нервное расстройство; авторство закона признано за ним в середине XIX века. Первым высказал мысль, что излучение Солнца приводит к уменьшению его массы.

Физиология того времени также отказывается от таинственных жизненных сил и пытается описать жизненные процессы естественным образом. В 1840 г. петербургский академик Герман Гесс формулирует положение о сохранении количества теплоты, выделяющейся при химических реакциях независимо от способов перехода, если только физическое состояние веществ не изменяется. Это положение означало, что химики уже практически подошли к открытию закона сохранения энергии.

К середине XIX века наука стояла на пороге открытия закона сохранения энергии. Английский физик Джеймс Джоуль (1818–1889) в 1841 г., а российский академик физик и электротехник Эмилий Ленц (1804–1865) в 1842 г., изучая тепловое действие электрического тока, открывают независимо друг от друга закон о количестве выделяющегося тепла, который получил впоследствии имя Джоуля-Ленца. Более того, хотя Ленц не сформулировал как таковой закон сохранения энергии, он неявно его использовал в своих исследованиях. В 1845 г. немецкий врач и учёный Роберт Майер (1814–1878) написал работу, в которой подробно исследовал различные виды сил (энергий): механическую силу, силу падения (потенциальная энергия?), теплоту, электричество, химическую силу. Он составил таблицу всех рассмотренных сил и описал 25 случаев перехода одной формы движения в другую, анализируя их на основе закона сохранения. Также Майер высказал фундаментальную гипотезу об основном источнике энергии на Земле – им он считал Солнце. С его точки зрения, любое растение является химической лабораторией, в которой происходит явление преобразования солнечной энергии в химическую. Гипотеза подтверди-

лась, явление стало известным как *фотосинтез*. Оно было успешно изучено в XX столетии русским учёным Климентием Тимирязевым.



ДЖОУЛЬ Джеймс Прескотт
(24.12.1818–11.10.1889)

Английский физик, один из первооткрывателей закона сохранения энергии. Установил закон выделения тепла в проводнике электрического тока (закон Джоуля-Ленца), вычислил механический эквивалент теплоты; совместно с У. Томсоном открыл явление охлаждения газа при протекании его через пористую перегородку (эффект Джоуля-Томсона); теплоту рассматривал как движение частиц (молекул), открыл явление магнитного насыщения ферромагнетиков и магнитострикцию.

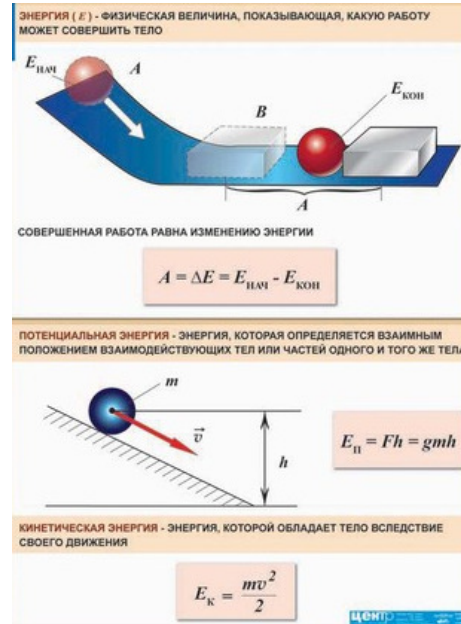
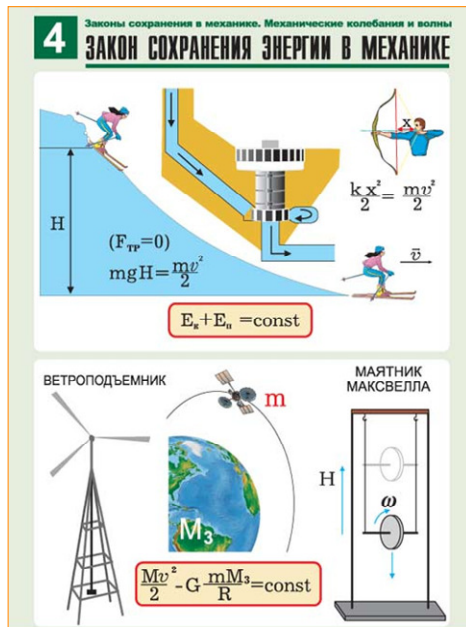


ЛЕНЦ Эмилий Христианович
(24.02.1804–10.02. 1865)

Русский физик, установил правило определения направления электродвижущей силы индукции (закон Ленца) и независимо от Дж. Джоуля закон теплового действия электрического тока (закон Джоуля-Ленца). Совместно с Б.С. Якоби впервые разработал методы расчёта электромагнитов в электрических машинах, открыл обратимость электрических машин; в кругосветном путешествии осуществил важные геофизические исследования.

В 1851 г. Майер пишет работу «Замечания о механическом эквиваленте теплоты», в которой, в частности, защищает свой приоритет перед Джоулем в открытии закона сохранения и превращения энергии. Дело в том, что Джоуль параллельно с Р. Майером и выдающимся немецким учёным-энциклопедистом Германом Гельмгольцем работал над законом сохранения энергии в экспериментальном плане. Многочисленные опыты Джоуля показали, что *механическая энергия превращается в теплоту*, и определил *механический эквивалент теплоты*. Из работ Джоуля следовало, что *теплота не является веществом или химическим элементом* (как об этом думал, например, Лавуазье), она состоит в движении частиц. И в этом месте повествования об энергии поставим простой, даже примитивный вопрос: что это такое – энергия? Такого же простого ответа дать невозможно. Энергия существует во всевозможных формах. Есть энергия, связанная с движением (кинетическая энергия); энергия, связанная с гравитационным взаи-

модействием (энергия тяготения); тепловая, электрическая и световая энергии; энергия упругости в пружинах, химическая энергия, ядерная энергия и, наконец, энергия, которой обладает частица (всякое тело) в силу своего существования – эта энергия пропорциональна массе и рассчитывается по знаменитой формуле Эйнштейна $E = mc^2$ (формула возникла в механике специальной теории относительности Эйнштейна).



Итак, существует много видов энергии, и учёные выяснили достаточное количество информации об их взаимосвязи. Например, сейчас мы знаем, что тепловая энергия тела это есть, по сути, кинетическая энергия хаотического движения частиц в теле. Упругая и химическая энергии имеют одинаковое происхождение – электромагнитное взаимодействие между атомами и молекулами. Очевидно, с каждым из четырёх видов фундаментальных взаимодействий (гравитационным, электромагнитным, слабым и сильным) можно связать соответствующую энергию, но, вероятно, энергетические соотношения являются даже более универсальными, чем взаимодействия. Эйнштейн считал, что гравитация порождается энергией в силу того, что энергия эквивалентна массе, а масса ответственна за гравитацию. Более того, *сильное* (оно же *ядерное*) *взаимодействие* имеет обменный характер, и опосредованно, через массы виртуальных частиц, энергия «*проникает*» и в сильное взаимодействие. Поразительно другое, мы знаем множество разных видов энергии, очевидно, многого ещё не знаем, но абсолютно уверены в том, что эта величина (энергия) при различных процессах и превращениях в точности сохраняется.

Сравним закон сохранения энергии с законом сохранения электрического заряда. Закон сохранения заряда – наиболее простой и наиболее понятный закон сохранения. Дело в том, что в природе существует минимально возможный (дискретный, квантованный, если угодно) заряд, численно он равен заряду электрона. Поэтому, если в некоторой системе до взаимодействия был известен численно суммарный заряд (т.е. число этих минимальных электронных «квантов» заряда), то в процессе взаимодействия сохранение заряда системы просто означает неизменность числа этих «квантов». Для энергии таких «квантов» не существует, но тем не менее мы уверены, что во всех мыслимых и немыслимых процессах энергия сохраняется.

Интересный пример использования закона сохранения энергии, даже правильной будет сказать, пример мощи закона сохранения энергии демонстрирует реакция распада нейтрона на протон, электрон и нейтрино. Сначала думали, что нейтрон превращается в протон и электрон. Но когда измерили энергию всех частиц, оказалось, что энергия протона и электрона меньше энергии нейтрона. Даже Нильс Бор засомневался тогда в точном выполнении закона сохранения энергии и предположил, что он выполняется только в среднем, статистически. Но оказалось правильным другое объяснение. Энергии не совпадают потому, что при реакциях возникает ещё какая-то частица (позднее она была названа великим итальянским физиком Энрико Ферми *нейтрино*), которая и уносит с собой часть энергии. Предположение это высказал австрийский физик Вольфганг Паули и тем самым «спас» закон сохранения энергии.

Вот что говорил о законе сохранения энергии выдающийся американский физик Ричард Фейнман: «Сохранение энергии несколько более сложный вопрос: хотя и здесь у нас есть число, которое не меняется со временем, число это *не соответствует никакому определённому предмету...*».

В самом начале этого параграфа мы сказали, что закон сохранения энергии связан с однородностью времени. Рассмотрим подробнее связь законов сохранения с симметрией пространства-времени. Простейший пример симметрии пространства – симметрия относительно параллельного переноса, сдвига, трансляции. Интересное свойство природы заключается в том, что какое-либо явление, протекающее в определённой точке пространства, будет происходить точно так же в другой точке пространства, куда мы переместим все атрибуты параллельным сдвигом. В частности, из неизменности физических законов при параллельных сдвигах в пространстве следует *закон сохранения импульса* системы.

Закон сохранения энергии следует из неизменности физических законов при *параллельных сдвигах во времени* (общее математическое доказательство существования ряда законов сохранения в механике было дано в 1918 г. выдающейся немкой Эмми Нётер). Опыт, проведённый сто

лет назад, и сейчас при абсолютно точном повторении условий тогдашнего опыта должен был бы дать абсолютно одинаковый результат, в этом и заключается симметричность физических законов относительно временных сдвигов. Но нужно помнить, что и сто лет, и тысяча лет – это малая доля времени на фоне космологического времени, отсчитываемого от так называемого *Большого взрыва* (от момента возникновения Вселенной, гл. 7). Может быть, симметрия относительно временных сдвигов нарушилась бы, если сдвиги эти были бы большими (например, была бы возможность сравнить идентичные опыты с интервалом времени в 1 млрд лет, но тогда и человека-то ещё не было), или если бы эти сдвиги наблюдались вблизи Большого взрыва. Оба варианта не осуществимы для проверки, поэтому говорить о нарушениях закона сохранения энергии в связи с неоднородностью времени мы пока не можем. Итак, всеобщим законом природы является закон *сохранения энергии*. Его называют ещё *первым началом* или *принципом термодинамики*. Этот закон подтверждён бесчисленными наблюдениями и опытами как напрямую, так и через разнообразные его следствия.



НЁТЕР Эмми
(1882–1935)

Выдающийся немецкий математик, сформулировала фундаментальную теорему классической теоретической механики (физики), суть которой состоит в связи законов сохранения системы с симметрией пространства и времени: из однородности времени следует закон сохранения энергии, из однородности пространства – закон сохранения импульса, из изотропии пространства – закон сохранения момента импульса; создала теорию алгебраических инвариантов, изменившую принципы аналитической геометрии. Её талант высоко оценили Эйнштейн, Гильберт, Клейн, Вейль.

Виды энергии многообразны. В механике мы знаем два вида энергии – *кинетическую* и *потенциальную*. Кинетическая – это энергия *движения*, тогда как потенциальная – энергия *положения*. В более широком смысле потенциальной называют и энергию *состояния* какой-либо физической системы. Например, физическая смесь водорода и кислорода обладает потенциальной *химической* энергией (когда они образуют в результате реакции *новое химическое соединение* – воду), в сжатой пружине содержится потенциальная *упругая* энергия и т.д.

Для дальнейшего рассмотрения возможностей образования структур из природных элементов (элементарных частиц, атомов, молекул, планет, звёзд, галактик и т.д.) будет существенно понятие об *энергии связи*

в какой-либо механической или физической системе. Ею называют величину, на которую, например, уменьшится энергия системы *Земля + метеорит* после падения метеорита (Тунгусского, Сихотэ-Алинского, а теперь ещё и Челябинского) из-за выделившегося тепла, механического разрушения горных пород, зданий, строений, тела самого метеорита и т.д. С энергией связи мы сталкиваемся постоянно, изучая природу тел. Так, в недрах Солнца, как полагает современная астрофизика и физика термоядерного синтеза, осуществляется (если говорить упрощённо) слияние ядер атомов водорода с образованием ядер гелия и выделением огромной *энергии связи* в виде кинетической энергии продуктов термоядерной реакции, которая рассеивается в окружающей среде в виде тепла и излучения. В автомобильном двигателе водород и углерод бензина связываются с кислородом – выделяется и превращается в тепло опять *энергия связи* (в данном случае – химической).

Чем прочнее связь, тем больше выделяется энергии при её образовании и тем больше потребуются её затратить, чтобы эту связь снова разорвать. Образование любых *структур всегда* связано с выделением, рассеянием, расхождением энергии связи, то есть всегда связано с *диссипацией* (рассеянием) и общим понижением *качества* энергии.

Кстати, прежде чем образоваться углерод-кислородным и водород-кислородным связям при сжигании топлива, должны быть разорваны связи между углеродными и водородными атомами в углеводородах бензина, а также между атомами кислорода в его молекуле, на что нужно *затрачивать* энергию. Но межатомные углеродные и водородные связи в молекулах топлива и связи в молекуле кислорода намного слабее кислородных связей в продуктах сгорания, и затраты гораздо меньше выигрыша. Энергия, затрачиваемая на разрыв связей в компонентах горючей смеси (и на сближение освободившихся атомов с атомами кислорода), называется *энергией активации* и черпается из теплового движения молекул. Поджигание смеси искрой – это сообщение молекулам необходимой первоначальной энергии активации. Дальше горение поддерживается уже за счёт тепла, выделяемого в его процессе. Если бы не необходимость в энергии активации, вещества, способные связываться с выделением энергии (например, органика в земной кислородной атмосфере), вообще не могли бы существовать в соседстве друг с другом.

В урановых ядерных реакторах, с помощью которых уже сейчас производят примерно 15% электроэнергии в мире, *источником энергии* служит *деление* ядер урана. Но тем не менее *выделяется* опять-таки *энергия связи*: во фрагментах разделившегося ядра урана нуклоны связаны прочнее, чем в исходном ядре, разница энергий связи и переходит в кинетическую энергию продуктов деления, а затем в тепло.

Водород – основной и самый распространённый элемент Вселенной, и синтез гелия из него – основной, первичный, источник энергии для всех наблюдаемых нами процессов в звёздах. Все наши земные горючие ископаемые и кислород атмосферы – это продукт воздействия на Землю энергии Солнца, которая обусловлена синтезом гелия из водорода. *Излучение Солнца разрывает химические связи* и запускает сложные цепочки реакций, которые приводят к накоплению потенциальной химической энергии их продуцируемых соединений.

5.2. Понятие качества энергии, энтропия, второе и третье начала (принципы) термодинамики

В приведённых выше примерах во всех реакциях, высвобождающих энергию связи, эта энергия переходит в конечном итоге в теплоту (и отчасти в излучение – в ту его часть, которая уходит в космическое пространство, где она тоже имеет шанс превратиться в тепло). Так что же такое теплота? Теплота – это, по существу, тоже кинетическая энергия, но это энергия неупорядоченного, хаотического движения частиц (например молекул газа). Из наблюдений известно, что переход всех видов энергии в тепло – это наиболее распространённый процесс в природе и технике. Так, например, трение присутствует везде, и оно превращает упорядоченное движение тел в хаотическое движение составляющих их молекул, нагревая трущиеся поверхности. При работе любых электрических машин, при передаче электрической энергии по проводам, часть её всегда превращается в тепло.

Переход механической, химической или иной энергии в тепло *необратим*. Любой из этих видов энергии рано или поздно самопроизвольно и полностью переходит в тепло. Хаотическое же движение молекул уже нельзя даже с помощью специальных ухищрений полностью преобразовать в какую-либо полезную, связанную с упорядоченным движением работу, такую, как, например, подъём груза на некоторую высоту. *Качество энергии понижается в результате перехода её в тепло*.

Из приведённых рассуждений может быть дано определение понятию «полезная работа». В термодинамическом смысле *полезной* следует называть такую произведённую над некоторой системой работу, результатом которой является *увеличение порядка* в этой системе.

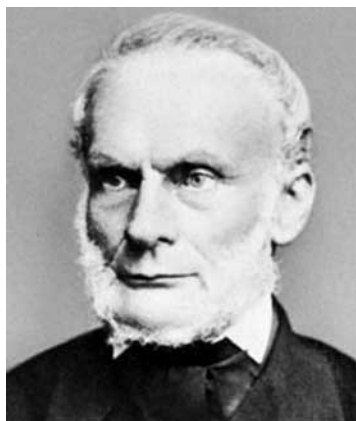
Тепло образуется в большинстве процессов неравномерно, окружающие нас тела нагреты по-разному. Количественная мера степени нагретости тела, которая пропорциональна средней величине кинетической энергии составляющих его молекул, называется *температурой*. Из определения ясно, что эта температура (которую называют ещё *термодинамической температурой* и измеряют во внесистемных единицах – граду-

сах Кельвина) не может быть отрицательной и её минимальное значение – нуль. В классическом же приближении (в рамках которого мы видим всё настоящее рассмотрение, пренебрегая квантовыми эффектами, сущность и природу которых мы будем излагать далее и которые весьма важны при очень низких температурах) она соответствует нулевой кинетической энергии беспорядочного движения молекул и в реальных процессах последовательными приближениями достигнута быть не может.

При контакте тел с разной температурой происходит переток тепла от горячего тела к холодному до полного выравнивания температур. При этом, хотя полный запас энергии сохраняется, качество её понижается. Известно, ещё со времен Карно, что, имея горячий нагреватель и холодильник, можно построить такую машину, которая позволит часть избыточной (по сравнению с холодильником) тепловой энергии нагревателя перевести в полезную работу, причём эта часть тем меньше, чем меньше разность температур. После выравнивания температур этого сделать уже нельзя. Качество энергии становится ниже. Различие температур разных тел – это тоже элемент упорядоченности, выравнивание температур эту упорядоченность уничтожает.

Переход потенциальной и кинетической энергии упорядоченного движения или расположения в тепло, а затем выравнивание температур – это переход системы из состояния *менее вероятного* в состояние *более вероятное*. Такие процессы протекают самопроизвольно при отсутствии внешних воздействий на систему. Вот эту *направленность всех самопроизвольно протекающих процессов в сторону увеличения вероятности состояния системы и понижения качества энергии (их необратимость)* и называют иногда *вторым началом* термодинамики. Второе начало термодинамики в различных формулировках было дано ещё до появления понятия *энтропии*, о котором будет сказано ниже. Формулировки второго начала (для краткости опускаем «термодинамики» здесь и в дальнейшем, как это принято в физической литературе) относились первоначально к *изолированным* системам.

Так, немецкий физик, один из основателей термодинамики Рудольф Клаузиус (1822–1888) утверждал, что *«теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более тёплому»*. Его английский коллега Уильям Томсон (барон Кельвин) сформулировал принцип Карно и дал такое толкование второго начала: *невозможно существование такой тепловой машины, которая производила бы путём охлаждения моря или земли механическую работу в любом количестве, вплоть до исчерпания теплоты суши и моря.* (Дополнительные уточнения второго начала термодинамики сделаем после введения понятия *энтропия*).



КЛАУЗИУС Рудольф Юлиус
(2.01.1822–24.08.1888)

Немецкий физик-теоретик, один из создателей термодинамики и кинетической теории газов; сформулировал принцип эквивалентности теплоты и работы, разработал идеальный термодинамический цикл паровой машины (цикл Ранкина-Клаузиуса); сформулировал второе начало термодинамики; ввёл понятие энтропии, распространил его на Вселенную и пришёл к ошибочному выводу о тепловой смерти Вселенной, опровергнутому впоследствии Л. Больцманом.

Кроме указанных исследований, Клаузиус известен также работами по упругости тел, оптике и динамическому электричеству.

Кроме этих двух наиболее важных начал, определяющих протекание всех процессов в нашем мире, иногда называют еще два начала. Их можно назвать условно вспомогательными: *нулевое*, которое, по существу, представляет собой определение понятия температуры, и *третье* (или теорема Нернста), которое постулирует равенство нулю *энтропии* при температуре абсолютного нуля.

Обратные процессы, переводящие систему из более вероятного состояния в менее вероятное, самопроизвольно протекать не могут, они возможны только при специальном образом организованном *подводе энергии* из какого-либо внешнего источника. С такими процессами человек познакомился и начал их изучать с изобретением паровой машины – первой машины для преобразования хаотического движения в организованное – тепла в работу. Как уже упоминалось, Карно доказал, что такое преобразование не может быть полным – часть тепловой энергии обязательно должна быть диссипирована, рассеяна (отдана холодильнику). Отсюда следует такой вариант формулировки второго начала термодинамики, предложенный Кельвиным: *Невозможен процесс, единственный результат которого состоял бы в поглощении теплоты от нагревателя и полного преобразования этой теплоты в работу.*

Второе начало термодинамики позволяет разделить все процессы на *естественные* – переход работы в тепло, самопроизвольный переток тепла от горячего тела к холодному, сюда можно добавить и такой необратимый процесс, как перемешивание разнородных веществ, и *противоестественные*.

Далее мы рассмотрим достаточно сложные в естествознании понятия *энтропии, энтальпии, негэнтропии, свободной энергии*, характеризующие тепловые или термодинамические процессы, процессы обмена энергией, веществом в больших природных системах, отнеся вопросы энерге-

тики в живых системах в раздел о концепциях и принципах биологического естествознания. Знание таких понятий и процессов необходимо для понимания явлений химического и биологического типов, характеризующихся практически на всех стадиях своего развития самоорганизацией и эволюцией. В некоторых случаях мы будем употреблять для иллюстрации формулы, которые нет необходимости запоминать.

Понятие *энтропии* (от гр. *en* – в, внутри + *trope* – поворот, превращение) как *меры внутренней неупорядоченности системы* было введено Р. Клаузиусом следующим образом: $\Delta S = \Delta Q/T$, где приращение энтропии системы ΔS связано с увеличением количества тепла ΔQ , получаемого системой, а сам переход системы из одного состояния в другое происходит обратимым образом, T – температура системы.

Любой самопроизвольно протекающий в замкнутой изолированной системе процесс должен увеличивать эту величину. Рассмотрим, например, как будет меняться эта величина при выравнивании температур в неравномерно нагретом теле. При этом процессе некоторое количество тепла перейдет от горячей части к холодной – одна часть теряет (рассеивает), а другая приобретает одно и то же количество тепла. Энергия системы не изменится, но горячая часть системы потеряет тепло при большей температуре T_1 , чем холодная при температуре T_2 её приобретет, значит, потеря энтропии горячей частью будет меньше, чем её увеличение в холодной – энтропия всей системы возрастет: $\Delta Q/T_2 - \Delta Q/T_1 > 0$.

Энтропия кажется весьма загадочной и непривычной характеристикой состояния термодинамической системы, но на самом деле это несколько иная характеристика, чем энергия, и столь же полноправная. Если *энергия* – это мера некоторой *потенциальной* возможности системы совершить полезную работу, то есть совершить *упорядоченное действие*, то *энтропия* – это *мера качества энергии*, то есть мера *реальной* способности системы произвести работу без привлечения внешнего воздействия. *Энтропия возрастает при рассеянии энергии, возрастании неупорядоченности (беспорядка) системы или, другими словами, при возрастании хаоса.*

Статистическое определение энтропии было дано впервые австрийским физиком *Людвигом Больцманом* (1844–1906). Он связал энтропию системы с вероятностью макроскопического состояния системы W : $S = k \ln W$, где k – так называемая постоянная Больцмана, равная отношению универсальной газовой постоянной R к числу Авогадро N_A . Величина W представляет собой *число способов*, которыми можно осуществить (создать, организовать) данную систему, и *эта величина определяет вероятность* реального её осуществления (организации). Любая упорядоченность, возникающая в системе, ограничивает число её возможных конфигураций, уменьшает вероятность её существования в таком виде и

энтропию. Перемешивание, пространственное выравнивание концентраций, увеличивает число вариантов взаиморасположений конкретных молекул, обеспечивающих данную конфигурацию, а увеличение температуры или выравнивание её увеличивает число вариантов распределения энергии между частицами системы (молекулами), обеспечивающих данную среднюю энергию.



БОЛЬЦМАН Людвиг
(20.02.1844 – 5.09.1906)

Великий австрийский физик-теоретик, один из основоположников классической статистической физики; вывел закон распределения газовых молекул по скоростям (статистика Больцмана), высказал эргодическую гипотезу; вывел основное кинетическое уравнение газов; связал энтропию физической системы с вероятностью её состояния, доказал статистический характер второго начала термодинамики, заложил основы термодинамики необратимых процессов; открыл закон теплового излучения (закон Стефана-Больцмана) и вывел существование давления света.

Обратимся теперь к понятиям *замкнутых систем* (которые могут обмениваться с окружающей средой энергией, но не веществом) и *открытых систем* (могут обмениваться и энергией и веществом), чтобы завершить формулирование ещё некоторых понятий термодинамики.

Для *замкнутых систем*, находящихся при постоянных *температуре* и *объёме*, закон возрастания энтропии переходит в закон уменьшения свободной энергии F Гельмгольца, которая определяется по формуле $F = E - TS$, где E – полная энергия.

В случае постоянных *температур* и *давления*, закон возрастания энтропии переходит в закон убывания свободной энергии Гиббса Φ : $\Phi = H - TS$, где H – так называемая *энтальпия* (от гр. *enthalpo* – *нагреваю*), функция независимых переменных – давления и энтропии, однозначно определяющая состояние физической системы, называется также *термодинамическим потенциалом*.

5.3. Принцип минимума производства энтропии

Для *открытых систем* обычно переходят к локальной формулировке второго начала термодинамики. Тогда общее изменение энтропии открытой системы ΔS представляют в виде суммы двух слагаемых: $\Delta S = \Delta S_i + \Delta S_e$, где ΔS_i – изменение энтропии, обусловленное *внутренними* (internal) процессами в системе; ΔS_e – изменение энтропии системы, обусловленное *внешними* (external) причинами – контактом со средой.

Скорость изменения энтропии, отнесенная к единице объема системы, называется *производством энтропии* σ . Локальная формулировка второго начала утверждает, что *производство энтропии всегда положительно*. На более сильном утверждении о минимуме производства энтропии, Илья Пригожин основал теорию диссипативных структур, одну из современных теорий самоорганизации наряду с синергетикой, теорией катастроф, автопоэзиса, теорией сложности и др.



ПРИГОЖИН Илья Романович
(25.01.1917–28.05. 2003)

Великий бельгийский физик русского происхождения, один из создателей термодинамики необратимых и неравновесных процессов; разработал теорию диссипативных структур, ввёл понятия производства энтропии и потока энтропии; доказал, что в стационарных состояниях при фиксированных внешних условиях скорость производства энтропии в термодинамической системе минимальна (теорема Пригожина) и производство энтропии для необратимых процессов в открытых системах стремится к минимуму (критерий Пригожина) – принцип минимума производства энтропии; удостоен Нобелевской премии за 1977 г.

Эрвин Шрёдингер, один из основателей квантовой механики и квантового естествознания, занявшийся впоследствии проблемой жизни, установил, что *живые организмы отдают энтропию внешней среде, тем самым поддерживают свой гомеостаз за счёт поглощения отрицательной энтропии – негэнтропии*, как её назвал французский физик Леон Бриллиуэн.

Второе начало термодинамики в трактовке Р. Клаузиуса после введения им понятия энтропии формулируется так: *необратимые процессы в изолированных системах всегда идут с возрастанием энтропии*. Такая формулировка сообщает о том, что *все самопроизвольно протекающие процессы в замкнутой (изолированной) системе ведут к увеличению беспорядка, к хаотизации и к снижению качества энергии, т.е. ведут к разрушению всех структур и затуханию всех процессов* (которые тоже можно трактовать как «структуры», но не в пространстве, а во времени).

Поскольку Вселенную в целом мы должны рассматривать как изолированную систему (по отношению к ней нет никакой «внешней среды»), то наш мир должен непрерывно деградировать. Наблюдения говорят, что так и происходит: основные источники высокотемпературной (достаточно высокого качества) тепловой энергии непрерывно её рассеивают и в конце концов остывают, то есть выравнивают свою температуру с температурой межгалактической среды (которая равна в настоящее время приблизительно

но 2,73 К). Если бы Вселенная существовала вечно, она давно уже была бы мёртвой. Однако она жива и даже более того, мы видим, что сложность её всё увеличивается, во всяком случае на нашей планете Земля.

В своё время Клаузиус высказал идею о неизбежной *тепловой смерти Вселенной*, чем весьма шокировал своих современников. А раз у Вселенной неизбежен *конец*, значит, должно было быть и *начало*. Против этого восстали материалисты, ибо они не могли представить себе начало иначе, как в виде акта божественного творения, причём творения Вселенной сразу такой, какая она есть сейчас, точнее, даже более сложной, дифференцированной (*ведь по Клаузиусу всё может только выравниваться и упрощаться*). Поэтому они говорили уклончиво: второе начало термодинамики, конечно, верно в нашей части Вселенной, где температуры выравниваются, а энергия рассеивается, но, очевидно, во всей *бесконечной Вселенной* это не так.

Сейчас мы знаем, что *начало нашего мира, Вселенной*, по-видимому, действительно было достаточно загадочное, но вполне материалистическое (см. далее). Пресловутая *сингулярность*, которая, расширяясь, превратилась в нашу Вселенную, могла быть просто некоторой квантовой флуктуацией находившегося в особом состоянии вакуума (о физическом вакууме будет рассказано ниже), подобной зародышу парового пузырька в перегретой жидкости. Раздуваясь, вакуум, *горячий пузырёк*, породил всё, что мы видим и изучаем. Как же он всё это породил? Все результаты современного изучения Вселенной говорят, что на начальных стадиях развития она представляла собой однородную совершенно бесструктурную, сверхплотную очень горячую *равновесную* смесь элементарных частиц и фотонов, непрерывно превращающихся друг в друга. Как же появились (и продолжают появляться) структуры – атомы и молекулы, галактики и звёзды, а потом планеты и мы с вами? Этот вопрос долго ставил в тупик учёных, и только в двадцатом веке ответ на него стал проясняться, хотя далеко не всё ясно и сейчас, в XXI веке.

Понятие энтропии, как указывалось, используется также в *проблеме жизни*, в которой оперируют её отрицательными величинами, так называемой *негэнтропией*. Используется это понятие и в *теории информации*, в которой она характеризует меру неопределённости ситуации (случайной величины) с конечным или с чётным числом исходов (например, опыт, до проведения которого результат в точности неизвестен). В данном пособии такое понятие энтропии, связанное с информацией, нами использоваться не будет.

Резюме к главе 5

Энергия – физическая характеристика, введённая когда-то учёными, определяет потенциальную возможность системы совершить механическую работу. Это понятие оказалось, наверное, одним из самых важных

потому, что все процессы как в живой, так и неживой природе невозможно описать без него. Без энергии просто невозможно существование жизни. Вопрос, связанный с механизмами использования и добычи энергии, относится к *энергетике*. В процессе жизнедеятельности, в том числе и при решении энергетических проблем, человечество столкнулось с вопросами несовместимости человеческих потребностей и природных возможностей. Это *экологическая проблема!*

Формулировка понятия энтропии и второго начала термодинамики в середине XIX века привела к двум проблемам, вошедшим в число центральных для всей науки и нерешённых в полном объёме до сих пор.

Первая проблема, практически незатронутая в этом пункте, – это проблема обратимости во времени уравнений механики, вступающей в противоречие для неравновесных систем с временной необратимостью происходящих в них процессов.

Вторая проблема связана с противоречием между вторым началом и прогрессивной эволюцией в сторону упорядочения, усложнения.

Эта проблема искусственна и возникла из-за непонимания природы энтропии во всей её глубине. Оказалось, что энтропия не может служить мерой сложности и что эволюция в сторону усложнения вообще не противоречит эволюции в сторону возрастания энтропии. Полуторавское обсуждение этой проблемы способствовало более глубокому осмыслению понятия энтропия.

И последнее, обсуждение этой проблемы в своё время стимулировало создание синергетики, поднявшей теорию самоорганизации на новый уровень.

Вопросы для обсуждения

Энергия – важнейшая физическая характеристика.

Виды энергии – механическая, тепловая, электромагнитная гравитационная, ядерная.

Закон сохранения энергии и однородность времени.

Проблемы энергетики.

Существующие в настоящее время источники энергии.

Химическая энергия сгорания топлива (газ, нефть, уголь).

Механическая энергия воды и ветра (гидроэлектростанции и ветровые электростанции).

Солнечная энергия излучения (солнечные батареи).

Ядерная энергия (АЭС).

В будущем: термоядерная энергия синтеза («горячий» и «холодный» ядерный синтез).

Проблемы экологии, связанные с энергетикой.

Глава 6. КОНЦЕПТУАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ О ФИЗИЧЕСКОМ ПОЛЕ. ЗАРОЖДЕНИЕ И СТАНОВЛЕНИЕ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ПОЛЕВОЙ ПАРАДИГМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

6.1. От идеи передачи электромагнитного взаимодействия посредством физического поля к теории электромагнитного поля Максвелла

Создание классической физики, начатое и осуществленное Галилеем и Ньютоном в XVII-XVIII веках, получило логическое завершение только в конце XIX века. Параллельно с развитием механики, в XVIII веке разрабатываются представления о теплоте и электромагнетизме. Так, один из разделов теплоты – термометрия – получил развитие в начале XVIII века благодаря работам Реомюра, Цельсия, Фаренгейта. Наибольшее распространение получила система (шкала) измерения температур по *Цельсию*, отправными реперами в которой послужили температуры замерзания и парообразования воды, принятые Цельсием за 0 и 100 градусов.

В области электромагнетизма в XVIII веке французом *Шарлем Кулоном* (1736–1806) был открыт знаменитый закон взаимодействия точечных электрических зарядов – закон Кулона: $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$, где $q_1 q_2$ – электрические заряды, r – расстояние между зарядами, k – коэффициент пропорциональности, определяемый выбором единиц измерения зарядов и расстояния. Экспериментальные исследования *Гальвани* (1737–1798) и *Вольта* (1745–1827) показали тесную связь электрических, химических (и даже биологических) явлений. Об отношении электричества и магнетизма не было известно до открытия *Эрстеда* (1777–1851) в 1820 г., когда он случайно в ходе лекционного демонстрационного эксперимента, обнаружил влияние, оказываемое электрическим током, пропускаемым по проволоке, на компас, оказавшийся вблизи проволоки. С 1820 г. интенсивной разработкой первой теории электромагнетизма – электродинамики – занимался французский учёный *Ампер* (1775–1836). Теория Ампера была создана по образу, подобию и духу «Начал» Ньютона, что позволило англичанину *Джеймсу Максвеллу* назвать французского учёного «Ньютоном электричества». Созданная Ампером электродинамика, основанная на представлении о мгновенной передаче электромагнитных взаимодействий

(т.е. с бесконечной скоростью), должна быть отнесена к динамическим теориям типа *теорий дальнего действия*.

Однако последовательную, принятую и сегодня теорию электромагнитных явлений удалось построить лишь самому Максвеллу, который отказался от представления о дальнем действии и взял за основу в электромагнетизме идею о поле, выдвинутую впервые великим физиком-экспериментатором Майклом Фарадеем (1791–1867), благодаря своим опытам доказавшим также тождественность различных видов электричества. Установленные им законы электролиза доказывали выдающийся факт природы – дискретность электрического заряда. Начиная с 30-х годов XIX столетия у Фарадея под влиянием проводимых им экспериментов формируется идея о передаче электромагнитных взаимодействий посредством поля. По мнению А.Эйнштейна, идея поля была самым важным открытием не только в физике, но во всей классической науке со времен Ньютона.

Учёным, который осознал глубину и оригинальность представлений Фарадея о поле на примере электромагнитного поля, стал именно Джеймс Максвелл (1831–1867). В 1865 г. Максвелл опубликовал свою основополагающую работу «Динамическая теория электромагнитного поля», в которой он вывел математические уравнения теории поля – уравнения Максвелла. Одним из самых поразительных выводов электромагнитной теории Максвелла было указание на возможность распространения электромагнитных волн со скоростью света. Вывод Максвелла о том, что свет – это электромагнитные волны, по праву считается вершиной его исследований в области электромагнетизма. Электромагнитная теория волн и поля позволяет наилучшим образом объяснить все явления, связанные со светом. Создание теории электромагнитного поля знаменовало, с одной стороны, завершение классического периода становления физики, с другой – начало нового этапа физического естествознания, которое получило название неклассического естествознания.

6.2. Постулаты специальной теории относительности – теории пространства-времени Эйнштейна и Минковского

Есть одно замечательное явление в природе, которое сопровождает человека практически непрерывно, да и, вероятно, обуславливает существование самого человека – это *свет*. Важное место в проблеме света занимает вопрос о возможном пределе скорости его распространения. Авиценна, например, полагал, что эта скорость хотя и весьма велика, но ограничена. Первую известную, но безуспешную попытку измерения скорости света сделал ещё Галилей. Первое же успешное измерение скорости распространения света было проведено датским астрономом Оле Рёмером в 1676 г., использовавшим для этого экспериментальный факт

запаздывания затмений спутников Юпитера, которое он объяснял конечностью скорости распространения света. В XIX веке многие физики развивали *теорию эфира* с целью объяснения природы распространения света в пространстве. Одновременно с этим проводились эксперименты по всё более точному определению скорости света. В 1881 г. американский физик *Альберт Майкельсон* (1852–1931) вместе с помощником Морли, используя сконструированный ими интерферометр, определили скорость света с точностью до восьмого знака (т.е. с точностью до нескольких м/с при полной величине скорости около 300 тыс. км/с). У Майкельсона была определённая цель – обнаружить «эфирный ветер», следствием которого было бы различие в скорости света в разных направлениях по отношению к скорости движения Земли по орбите. Результат оказался *отрицательным*, под таким названием он известен в науке.



МАЙКЕЛЬСОН (Michelson)
Альберт Абрахам (1852–1931)

Американский физик, иностранный член-корреспондент (1924) и почётный член АН СССР (1926). Автор точных оптических приборов (интерферометр Майкельсона, эшелон Майкельсона) и экспериментов по определению скорости света (в т.ч. опыт Майкельсона), спектральных измерений (в т.ч. длины метра в длинах волн красной спектральной линии кадмия) и др. Эти работы явились экспериментальным обоснованием специальной теории относительности. В своём опыте применил изобретённый им интерферометр, с помощью которого в 1892 – 1893 провёл измерения спектральных линий различных элементов. Построил спектральный прибор сверхвысокой разрешающей силы. Нобелевская премия (1907).

Из опытов Майкельсона следовало, что для света не выполняется принцип сложения скоростей классической механики, скорость света не зависит от скорости движения источника света. Например, согласно классической механике, скорость света от звезды, измеряемая по ходу движения Земли, должна быть 300 030 км/с, но всегда почему-то получается равной 300 000 км/с. Разрешить на первый взгляд неразрешимую проблему смог в 1905 г. тогда начинающий, а впоследствии великий немецкий физик *Альберт Эйнштейн*, создавший для этого специальную теорию относительности (СТО). На основе СТО появилась и так называемая *релятивистская механика*, заменившая классическую механику для исключительно боль-

ших скоростей тел. В основу новой теории движения, пространства и времени Эйнштейном были положены два постулата:

1. *Релятивистский принцип относительности: в любых инерциальных системах все физические процессы – механические, оптические, электрические и другие – протекают одинаково, или в формулировке советского физика Владимира Фока: явления природы не зависят от неускоренного движения.*

2. *Принцип постоянства скорости света: скорость света в вакууме не зависит от скоростей движения источника и приемника, она одинакова во всех направлениях, во всех инерциальных системах отсчёта.* Иногда этот принцип интерпретируют как принцип существования предельной скорости распространения (например, так сформулировал это утверждение В. Фок).



Альберт ЭЙНШТЕЙН (14 марта 1879, Ульм, Вюртемберг, Германия – 18 апреля 1955, Принстон, Нью-Джерси, США)

Физик-теоретик, один из основателей современной теоретической физики, лауреат Нобелевской премии по физике 1921 года, общественный деятель-гуманист. Жил в Германии (1879–1893, 1914–1933), Швейцарии (1893–1914) и США (1933–1955). Почётный доктор около 20 ведущих университетов мира, член многих Академий наук, в том числе иностранный почётный член АН СССР. Эйнштейну принадлежит решающая роль в популяризации и введении в научный оборот новых физических концепций и теорий. В первую очередь это относится к пересмотру понимания физической сущности пространства и времени и к построению новой теории гравитации взамен ньютоновской. Эйнштейн также заложил основы квантовой теории. Эти концепции, многократно подтверждённые экспериментами, образуют фундамент современной физики.

Позднее, в физической теории релятивистских движений Эйнштейна появилась идея немецкого математика Германа Минковского о том, что весь наш мир представляет собой *четырёхмерный пространственно-временной континуум* (сплошное четырёхмерное пространство-время). Эта идея Минковского до сих пор вызывает споры, поскольку многие физики и философы полагают, что нельзя объединять столь различающиеся по своей природе сущности, как пространство и время. Но с чисто научных позиций эти положения никем пока не опровергнуты. Более того, Эйнштейн развил её (хотя и не сразу принял), полагая, что *Вселенная есть четырёхмерное пространство-время, неразрывно связанное с материей*, но это случилось несколько позднее, почти пятнадцать лет спустя,

и новая теория Эйнштейна носит другое название – *общая теория относительности (ОТО)*, она же *теория тяготения Эйнштейна*, и положения этой теории будут рассмотрены подробно в ряде последующих пунктов.

Ценность и фундаментальность специальной теории относительности заключается в неограниченно глубоком влиянии СТО как на физическое мировоззрение, так и на мировоззрение общечеловеческое, гуманитарное. В дальнейшем приведённые в соответствии со специальной теорией относительности физические теории стали называться *релятивистскими*. Например, есть *классическая механика* движущихся и покоящихся тел и есть *релятивистская механика* этих же тел, *нерелятивистская* и *релятивистская* квантовая механика и т.д.

6.3. Поле всемирной гравитации и принципы общей теории относительности – теории пространства, времени, материи, тяготения и движения Эйнштейна

О движении планет и тяготении тел. Одно из важнейших физических взаимодействий – *тяготение* (оно же *гравитация*) оказывается напрямую связано с тайнами «звёздного неба», которые пылкий человеческий ум хотел разгадать с древних времен. «Небеса» – Вселенная, её устройство, её мироздание, космос – вот постоянная забота творческого человека. Вспомним первые модели мира (см. ч. I) и одного из выдающихся древнегреческих мыслителей Гераклита Эфесского, который ещё в V в. до н.э. провидчески полагал: «Мир, единый из всего, не создан никем из богов и никем из людей, а был, есть и будет вечно живым огнём, закономерно воспламеняющимся и закономерно угасающим...», к подтверждению чего мы пришли только в XX веке. Но прежде немного истории вопроса.

Первую математическую систему (теорию) строения мира – Вселенной, объясняющую движение планет (звёзды казались неподвижными), как уже упоминалось в гл. 2, создал греческий астроном, математик и философ Евдокс Книдский (400–347 до н.э.). Уместно также напомнить, что представление о равномерном круговом движении небесных тел (планет), самом *совершенном*, как тогда считалось, поддерживали величайшие мыслители античности Платон и Аристотель. Немного меньше двух тысяч лет, со II в. н.э., в античной и средневековой науке просуществовала геоцентрическая модель мира Птолемея, основанная на идеях Евдокса, Каллипа, Платона, Аристотеля, Эратосфена, Аполлония Пергского и Гиппарха. Но два ключевых концептуальных положения этой модели – Евдокса, что *Земля занимает центральное положение среди известных небесных тел*, и Аристотеля, что *тела свободно падают тем быстрее, чем больше их вес* (о том, что причина этому явлению *тяготение* никто тогда не знал, не говорил и не думал), были ошибочными, поскольку не осно-

вывались на опыте. Первое положение основывалось *на предубеждении* об исключительном положении Земли в мироздании, тогда как второе – *на убеждении* в непререкаемую правоту Аристотеля. Каждое из этих положений казалось незыблемым, но по прошествии многих веков они были всё-таки опровергнуты, что лишний раз подтверждает необходимость опоры на опыт и тезис современного философа науки Карла Поппера о прогрессе науки в результате исключения фальшивых гипотез. В *ошибочности идеи Аристотеля о характере падения тел* первым аргументированно стал сомневаться грек Иоанн Филопон из Александрии в VI веке, позднее – англичанин Томас Брадвардин (ок. 1290–1349) из Оксфорда, француз Жан Буридан (ок. 1300–1360). Окончательно эту идею опроверг Галилей, осуществив первый в истории науки эксперимент, наблюдая падение различных тел с Пизанской башни и движение скатывающихся тележек с наклонной плоскости.

Геоцентрическая птолемеява картина мироздания была опровергнута лишь Николаем Коперником в XVI в. В книге «Об обращениях небесных сфер», которую он писал всю жизнь и завершил в год смерти (1543), была изложена *новая система мира*, в дальнейшем получившая название *коперниковой* или *гелиоцентрической*. Солнце («центральный огонь» в пифагорейской и др. естественноприродных идеологиях и мифах) в этой модели заняло центральное положение среди известных планет. Законы движения планет были установлены несколько позднее, в начале XVII в. Иоганном Кеплером на основе обработки крупных массивов эмпирических наблюдений астрономов за предшествующие века, среди которых особое место занимали астрономические наблюдения датского астронома Тихо де Браге за планетой Марс. Природа движения планет, да и всех других небесных тел, состояла в *тяготении* всех масс друг к другу, как это впервые показал Ньютон.

Ньютонов постулат тяготения утверждал прямую пропорциональность тяготеющим массам и обратную пропорциональность расстоянию между ними. Закону этому самим Ньютоном была придана *всемирная общность*, в результате чего он получил название *закона всемирного тяготения*. Это один из самых известных людям *всемирных законов природы* (такую же беспрецедентную известность имеет закон взаимодействующих электрических зарядов Шарля Кулона). Так в естествознание впервые проникло *представление о взаимодействии, порождающем силу*, – *представление о тяготении*. Это взаимодействие давно принято называть *гравитационным*, и, как мы знаем сейчас, оно наислабейшее из всех известных на сегодня взаимодействий (кроме уже указанного электромагнитного, есть ещё так называемые *сильное* и *слабое* взаимодействия). Но, с другой стороны, оно имеет неограниченный радиус действия и, как ока-

залось, по природе своей самое сложное из всех известных взаимодействий.

Ньютоновское тяготение поистине *универсально* (от лат. *universum* – «мир как целое», «всё сущее», Вселенная и *universalis* – общий, всеобщий). Оно положило конец взглядам древних греков и идеям Средневековья о принципиальном отличии законов природы на Земле и на небе. Но непонятой и непонятной оставалась *природа* самого *тяготения*, действующего через пустоту. Это отчётливо понимал и сам Ньютон. В связи с этим почти всегда цитируют часть следующего отрывка из письма Ньютона от 25 февраля 1693 г. д-ру Бентли: «Непостижимо, – писал Ньютон, – чтобы неодушевлённая, грубая материя могла без посредства чего-либо нематериального действовать и влиять на другую материю без взаимного соприкосновения, как это должно бы происходить, если бы тяготение в смысле Эпикура было существенным и врожденным в материи. *Предполагать, что тяготение является существенным, неразрывным и врождённым свойством материи, так что тело может действовать на другое на любом расстоянии в пустом пространстве, без посредства чего-либо передавая действие и силу, – это, по-моему, такой абсурд, который немислим ни для кого, умеющего достаточно разбираться в философских предметах. Тяготение должно вызываться деятелем, постоянно действующим по определенным законам. Является ли, однако, этот деятель материальным или нематериальным, решать это я представил моим читателям*».

В этом состояло своим современникам и состоит своеобразное завещание Ньютона нам, его потомкам. Пока мы эту задачу в полной мере не решили, но определённые достижения благодаря великим математикам Николаю Лобачевскому (1793–1860), Бернхарду Риману (1826–1886) и физика Альберту Эйнштейну в этом направлении имеем.

О неевклидовых геометриях Лобачевского и Римана. Во все предыдущие века математики и физики углублённо размышляли над проблемой геометрии физического пространства и связи его с природой физических явлений. На протяжении более чем двух тысяч лет в науке, прежде всего в математике, господствовала геометрия Евклида и одновременно она же – первая теория физического пространства. Но одна из аксиом геометрии Евклида – *аксиома о параллельных прямых*, она же *V (пятый) постулат Евклида* – беспокоила многих математиков своей сложностью формулировки. Формулировки этой аксиомы могут быть или были таковы: 1) *существует одна и только одна прямая a , проходящая через данную точку A , лежащую вне заданной прямой a в плоскости, задаваемой этой точкой A и заданной прямой a , которая не пересекает эту прямую a* ; 2) *через точку A вне прямой a в плоскости, проходящей через A и a , можно провести лишь одну прямую, не пересекающую a .*



**ЛОБАЧЕВСКИЙ Николай
Иванович (1.12.1792–24.02.1856)**

Российский математик, создатель неевклидовой геометрии (геометрии Лобачевского). Ректор Казанского университета (1827–46). Открытие Лобачевского (1826, опубликованное в 1829–30), не получившее признания современников, совершило переворот в представлении о природе пространства, в основе которого более 2 тыс. лет лежало учение Евклида, и оказало огромное влияние на развитие математического мышления. Труды по алгебре, математическому анализу, теории вероятностей, механике, физике и астрономии. Лобачевский получил ряд ценных результатов и в других разделах математики: в алгебре он разработал, независимо от Ж. Денделена, метод приближённого решения уравнений, в математическом анализе получил ряд тонких теорем о тригонометрических рядах, уточнил понятие непрерывной функции, дал признак сходимости рядов и др.

Начиная с античных времен, многие математики делали тщетные попытки доказать или опровергнуть аксиому о параллельных. Наиболее выдающимся среди математиков, размышлявшим над этой проблемой, был Карл Фридрих Гаусс (1777–1855). В 1813 Гаусс разрабатывал свой вариант неевклидовой геометрии, но так и не опубликовал ни одной работы, связанной с разрешением этой проблемы, хотя, как отмечают историки математики, ответ он знал, но парадоксальностью этого ответа боялся подорвать свой авторитет великого математика. Слава создателя неевклидовой геометрии принадлежит великому русскому математику Николаю Лобачевскому. Венгерский математик Янош Больяи (1802–1860) разработал свои идеи по неевклидовой геометрии независимо от Лобачевского и несколько позднее.

Гаусс, Лобачевский и Больяи первыми поняли (но ранее всех всё же Лобачевский, в 1826 г.), что аксиома Евклида о параллельных не может быть доказана на основе остальных аксиом евклидовой геометрии (так называемых аксиом сочетания, порядка, движения и непрерывности, как их позднее сформулировал великий немецкий математик Давид Гильберт (1862–1943)). Сущность содержания работ и размышлений этих математиков можно пояснить на примере геометрии Лобачевского.

Отвергнув аксиому Евклида о параллельных прямых, Лобачевский ввел свою аксиому параллельности, в которой допустил, что через точку, лежащую вне заданной прямой, можно провести не одну, а, по крайней мере, две

(в принципе бесконечное количество) прямых, не пересекающих данную прямую. Бесконечное множество прямых линий, проходящих через эту точку, ограничено двумя прямыми, которые и считаются параллельными данной прямой. На основе этого допущения Лобачевский построил неевклидову геометрию, в которой много необычных, с точки зрения приверженцев геометрии Евклида, выводов. Так, например, математики Ф. Клейн и А. Пуанкаре показали, что за плоскость Лобачевского может быть принята внутренность круга, а за пространство – внутренность шара. Прямыми, согласно Пуанкаре, в этих моделях считаются дуги окружностей, перпендикулярные окружности данного круга. Модель Пуанкаре замечательна тем, что в ней углы Лобачевского изображаются обычными углами. Аналитическое определение геометрии Лобачевского состоит в том, что она есть геометрия пространства *постоянной отрицательной кривизны* (типа поверхности седла, устанавливаемого на круп лошади), в частности, сумма углов треугольника в геометрии Лобачевского всегда меньше 180° и стремится к 180° с уменьшением площади треугольника (т.е. сумма углов треугольника в геометрии Лобачевского пропорциональна площади треугольника). В этой геометрии нет подобных и неконгруэнтных (неравных) треугольников; треугольники равны, если их углы равны и т.д.

Одно из важнейших следствий неевклидовой геометрии Лобачевского состоит в том, что она способна описывать свойства физического пространства ничуть не в меньшей, если не в большей мере и, возможно, даже более точно, чем евклидова геометрия (много позднее в теории тяготения было показано, что если считать распределение масс во Вселенной равномерным, то пространство имеет геометрию Лобачевского). Необходимость и достаточность евклидовой геометрии как геометрии физического пространства ниоткуда не следует и никем никогда не была доказана; истинность той или иной геометрии может быть установлена только опытным путём (это ясно понимал сам Лобачевский, стремясь найти эмпирические основания своей геометрии).

Проблема выбора геометрии, наиболее соответствующей реальному физическому пространству, исследовалась в дальнейшем, уже после Лобачевского, самым великим из учеников Гаусса, Бернхардом Риманом. Риман первым поставил вопрос: что нам достоверно известно о пространстве? Одна из целей Римана состояла в доказательстве того, что аксиомы Евклида являются эмпирическими, а не очевидными истинами. Риман избрал аналитический подход, поскольку геометрические доказательства не свободны от чувственного опыта, «здравого смысла», способного привести к ошибочным заключениям.

Риман в результате продолжительных поисков адекватного описания свойств физического пространства пришёл к мысли, что описание

пространства должно быть локальным (от лат. *lokalis* – *местный*), ибо свойства пространства могут изменяться от точки к точке (от *места* к *месту*). Квадрат расстояния ds между двумя бесконечно близкими точками в пространстве (в котором введена система координат x_1, x_2, x_3) может быть представлен в виде некоторой двойной суммы по индексам i и k :

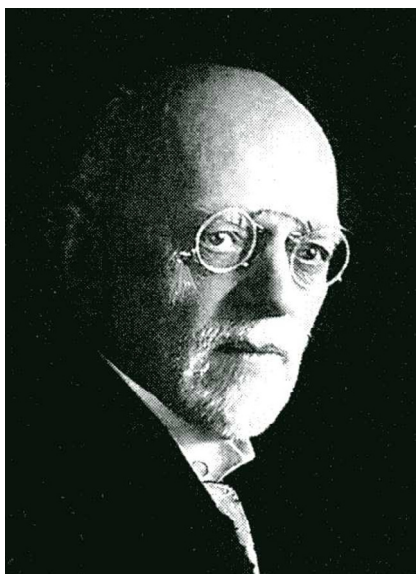
$$ds^2 = \sum_{i,k=1}^3 g_{ik} dx_i dx_k = g_{11} dx_1^2 + g_{12} dx_1 dx_2 + \dots + g_{33} dx_3^2,$$

где g_{ik} – так называемый метрический тензор, по сути, это некоторая квадратная таблица, её называют *матрица*, состоящая в данном случае из $9 = 3 \times 3$ компонент (элементов), каждый из которых есть определённая функция пространственных координат x_1, x_2, x_3 .

Таким образом, компоненты метрического тензора характеризуют *локальные (местные) свойства* пространства. В принципе, вышеприведённая формула есть ничто иное, как *обобщение* на трёхмерный случай известной всем *теоремы Пифагора*, справедливой в своей знакомой форме в евклидовой геометрии в виде: $ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2$. В этом частном случае компоненты матрицы метрического тензора равны 0 и 1. Единицы расположены на диагонали матрицы (число этих компонент равно 3, по числу измерения пространства), нули расположены вне диагонали (их 6). В предложенной римановой геометрии, являющейся в простейшем случае двумерной геометрией сферы в трёхмерном евклидовом пространстве с отождествлёнными диаметрально противоположными точками (*полюсами*), *прямыми* являются большие круги сферы, так что *любые две прямые пересекаются*, плоскость не разделяет пространства, само пространство имеет *положительную постоянную кривизну* (у Лобачевского – постоянную отрицательную) и т.д.

Риман высказал *гениальное предположение*, что *свойства физического пространства должны зависеть от происходящих в нём физических явлений*. В дальнейшем эту идею Римана поддержал ирландский математик Уильям Клиффорд (1845–1879). Клиффорд высказал частное предположение, что гравитационные эффекты, возможно, обусловлены *кривизной пространства*. Гипотезы Римана и Клиффорда дождалось своего часа только в XX веке с появлением общей теории относительности Эйнштейна. Что же предопределило, в конечном итоге, необходимость в разработке новой теории пространства и тяготения?

Принцип эквивалентности тяготеющей и инертной масс Эйнштейна. 10 лет упорной работы (с 1905 по 1915 гг.) понадобилось Эйнштейну, чтобы появилось одно из самых выдающихся научных творений человечества – *общая теория относительности (ОТО) или теория тяготения Эйнштейна, которая связала тяготение и массу (как физические явления) с геометрией пространства и времени, обусловила их совместное сосуществование.*



**ГИЛЬБЕРТ (Хильберт) (Hilbert)
Давид (1862–1943)**

Немецкий математик, иностранный член-корреспондент РАН (1922) и иностранный почётный член АН СССР (1934). Для творчества Гильберта характерна убежденность в единстве математической науки, в единстве математики и естествознания. Труды Гильберта оказали большое влияние на развитие многих разделов математики (теория инвариантов, теория алгебраических чисел, основания математики, математическая логика, вариационное исчисление, дифференциальные и интегральные уравнения, теория чисел, математическая физика). Построенная Гильбертом теория интегральных уравнений с симметричным ядром составила одну из основ современного функционального анализа и особенно спектральной теории линейных операторов.

Краеугольный камень теории был заложен в 1907 г., когда Эйнштейн сформулировал *принцип эквивалентности инертной и тяготеющей масс*. Принцип этот есть дальнейшее современное развитие утверждения Галилея (ничто в науке не делается без предшественников!) о том, что в гравитационном поле все тела независимо от их массы приобретают одинаковые ускорения (но не так, как полагал об этом Аристотель, о чём мы писали выше). В первом *мысленном эксперименте* Эйнштейн обратил внимание, что наблюдатель, находящийся в закрытой (без окон) кабине, не в состоянии отличить влияние тяготения от эффектов ускоренного движения. В неподвижной кабине на Земле и в ней же, движущейся в свободном космическом пространстве, например в ракете, с ускорением, равным земному ускорению падения, все предметы совершенно одинаково ускоряются по направлению к полу кабины. Значит, эффекты гравитации и ускоренного движения неразличимы. Почему? С чем связывать природу такой неразличимости, тождественности?

Представим (это *второй мысленный эксперимент* Эйнштейна), что мы находимся теперь в закрытом (снова без окон) лифте. Если трос лифта вдруг оборвётся, то сам лифт и все предметы в нём, и наблюдатель в том числе, начнут свободно и с одинаковым ускорением падать под действием поля тяготения Земли. Наблюдатель не будет в этом случае чувствовать давления на пол лифта, т.е. не будет чувствовать своего веса, *испытывая ощущение невесомости* (сейчас это состояние невесомости испытывают все космонавты в международной космической станции). Никакие

эксперименты, проводимые в лифте, не позволят наблюдателю определить, падает ли он вместе с лифтом или свободно парит в космическом пространстве, вдали от поля тяготения Земли (здесь мы имеем дело с обобщением принципа относительности на ускоренные системы). Из этого эксперимента Эйнштейн установил *эквивалентность тяготения ускоренно движущимся системам отсчёта* – эффекты тяготения можно создавать или устранять, выбирая подходящие системы отсчёта. В таком падающем лифте справедливы законы механики, а это значит, что ускоренные тела представляют собой *локальные инерциальные системы отсчёта* (локальным считается ограниченный в размерах лифт, как и его ограниченное местоположение в пространстве). Тем самым Эйнштейн распространил концепцию инерциальной системы на все свободно падающие системы отсчёта и отказался от их отождествления с абсолютным ньютоновым пространством (вот здесь-то и понадобились пространства неевклидовых геометрий). Кроме того, Эйнштейн уточнил концепцию локальной системы и принципа эквивалентности, полагая, что они справедливы только в достаточно малых областях пространства, где *силу тяжести можно считать постоянной* (как это имеет место вблизи поверхности Земли). *Следствия принципа эквивалентности радикальны: возникают отклонения лучей света и красное смещение.* Итак, возможны поразительные наблюдаемые следствия мысленных экспериментов Эйнштейна, составляющие концептуальные основы современных представлений о пространстве, времени и тяготении.

Действительно, *если эффекты тяготения и ускоренного движения неразличимы, то лучи света должны отклоняться гравитационным полем, а свет, испускаемый тяготеющей массой (звездой), должен испытывать так называемое красное смещение, свет же, падающий на тяготеющую массу, будет испытывать фиолетовое смещение.* Снова вернёмся в падающий лифт. Поскольку в нём действует невесомость, т.е. нет проявления сил, то любое движение, согласно принципу Галилея, сохраняет в нём своё состояние, например, полёт горизонтально брошенного поперёк падения тела совершается горизонтально (прямолинейно). Это же справедливо и по отношению к лучу света. Однако наблюдается другая траектория полёта луча, *искривленная*, как у снаряда, выпущенного из пушки, если смотреть на это извне. Действительно, любой объект с точки зрения внешнего наблюдателя, участвует сразу в двух движениях: в горизонтальном и вертикальном, что ведёт, как впервые ещё установил Галилей, к параболической траектории. Каким бы ни было малым отклонение светового луча из-за колоссальной скорости его распространения, принципиально оно должно быть *и причина тому – принцип эквивалентности.* Таким образом, лучи света, проходя вблизи массивных тел (звёзд, Солнца), должны отклоняться от первоначального направления распространения.

Теперь с позиций принципа эквивалентности рассмотрим доплеровский эффект для светового луча, испущенного из области с мощным гравитационным полем (например испущенного звездой). Пусть в падающем лифте свет был испущен вверх. Тогда внешний наблюдатель, смотрящий вслед удаляющемуся лифту (фактически вслед удаляющемуся источнику света), будет регистрировать как бы *растяжение волны, её удлинение*, т.е. *сдвиг в сторону красной части спектра, что называется красным смещением*. И, напротив, если направить луч в падающем лифте вниз и смотреть навстречу лучу, то частота принятого луча света возрастёт (волна сожмётся, как пружина под действием сжимающей её продольной силы) и *свет испытает для наблюдателя фиолетовое смещение*.

Тяготение как следствие искривлённого пространства-времени.
Общая теория относительности. Согласно общей теории относительности свойства пространства-времени обусловлены находящейся в ней материей, что *проявляется в наличии кривизны пространства-времени*. Чем больше массы тел, тем более искривлено пространство вокруг. Наверное, один из самых интересных и до сих пор дискутируемых выводов ОТО заключается *именно в том, что не существует каких-то особых сил тяготения, над природой которых безуспешно размышлял великий Ньютон, поскольку тяготение определяется искривлением пространства-времени*. Тела в искривлённом пространстве-времени движутся свободно, по так называемым *геодезическим линиям*, линиям наикратчайшего расстояния между точками пространства. Американский физик Арчибальд Уилер дал такую меткую характеристику ОТО: *«Вещество говорит пространству, как тому искривляться, а пространство говорит веществу, как тому двигаться»*.

Сформулируем широко известный ряд основных выводов ОТО:

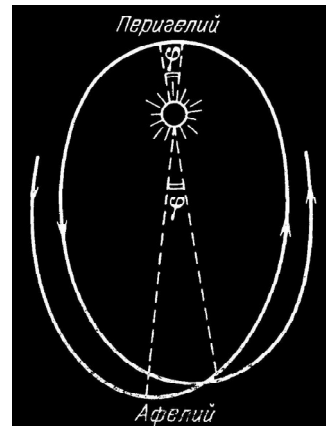
1. Свойства пространства-времени зависят от материи.
2. Лучи света должны представлять собой в общем случае не прямые линии, а кривые. Искривление лучей света должно быть сильнее вблизи тел с большей массой.
3. Частота света, испущенного неким источником (звездой), должна изменяться от точки к точке в пространстве. В частности, линии солнечного спектра под действием гравитационного поля Солнца должны смещаться *в сторону красного света*, по сравнению со спектрами соответствующих химических элементов на Земле.

Проверка общей теории относительности. Уже в 1919 г. наблюдения солнечного затмения в Египте подтвердили правильность второго вывода ОТО. «Судьба оказала мне милость, позволив дожить до этого дня», – написал Эйнштейн Макс Планку.

Ещё один важный вывод ОТО заключался в том, что орбитами планет солнечной системы являются не эллипсы (согласно 1-му закону Кеп-

лера), а более сложные кривые, получаемые наложением двух движений – по эллипсу и вращением, поворотом эллипса целиком. Это явление прецессии перигелия планет особенно заметным должно быть у Меркурия, но даже у Меркурия (ближайшей к Солнцу планеты) эллипс поворачивается на 43 угловые секунды за сто лет. Тем не менее этот эффект надёжно наблюдался астрономами давно и никак не находил объяснения. Смещение перигелия Меркурия не имело объяснения никакой иной теорией, кроме как общей теорией относительности. Это был настоящий триумф общей теории относительности.

● Венера	– 280,6''
● Юпитер	– 152,6''
● Земля	– 83,6''
● Сатурн	– 7,2''
● Марс	– 2,6''
● Уран	– 0,1''
<hr/>	
Суммарная	– 527''
Наблюдаемая	– 566''
Не объяснённая	– 43''



Третий предсказываемый эффект ОТО (гравитационное красное смещение) и его эквивалент (замедление времени) были особенно убедительно подтверждены после изобретения мазеров и лазеров русскими физиками Александром Прохоровым и Геннадием Басовым и американцем Теодором Мейманом. Гравитационное красное смещение также следует из принципа эквивалентности, но его можно объяснить иначе, а именно: чтобы свет мог покинуть область с полем тяготения (например поле звезды или планеты), он должен совершить работу, т.е. потерять часть своей энергии. Утрата энергии ведёт к уменьшению частоты света, покидающего указанные массивные тела. При уменьшении частоты света меньшим становится и число регистрируемых в единицу времени (например за 1 с) волновых максимумов. Если их временное следование считать за «тикание» часов, то ясно, что в поле тяготения это «тикание» совершается реже, медленнее. Вот поэтому гравитационное красное смещение можно толковать как замедление времени. В земных условиях из-за малости величины поля тяготения естественное отставание часов на 1 секунду накапливается за 50 лет! Тем не менее этот эффект был зарегистрирован в 1960 г. в экспериментах американских физиков Роберта Паунда и Дж. Ребки. Они измерили сдвиг частоты гамма-излучения (а потом и излучения лазера), пучок которого на-

правляли на 23 м вверх и вниз по вертикали, и в их опыте сдвиг совпал с точностью до 1% с предсказанием Эйнштейна.

Итак, три вывода, или следствия общей теории относительности – искривление лучей света, гравитационное красное смещение и поворот перигелия Меркурия были экспериментально подтверждены. Но в пределах Земли и Солнечной системы планет все эти эффекты имеют микроскопические значения, чуть-чуть отличаясь от предсказаний ньютоновской механики. Совершенно иная картина роли и значения ОТО предстаёт при рассмотрении объектов Вселенной в космологических масштабах, объектов с чудовищно большими массами. Этому будет посвящена глава 7.

Резюме к главе 6

Специальная теория относительности Эйнштейна внесла революционные изменения в ряд фундаментальных понятий: время, размер (протяжённость) тела, масса. Оказалось, что время не является абсолютной величиной, оно зависит от системы отсчёта, более того, пространственные координаты неразрывно связаны с временем, образуя пространственно-временное многообразие. Как показал Минковский, геометрия этого пространства-времени очень похожа на евклидову, но в силу различия знаков перед квадратами пространственных координат и времени в аналоге теоремы Пифагора эта геометрия называется неевклидовой. Продольные размеры движущегося тела всегда меньше покоящегося. Движущиеся часы идут медленнее покоящихся. События, одновременные в одной системе отсчёта, никогда не будут одновременными в любой другой системе. Одновременность – понятие относительное. Масса движущегося тела всегда больше массы покоя.

Первой теорией физического пространства (плоского и неискривлённого) является геометрия Евклида.

В 1915 году А. Эйнштейном создана общая теория относительности – логически очень стройная теория, объединяющая пространство-время и материю с учётом только одного (из четырёх) гравитационного взаимодействия.

Три знаменитых вывода ОТО – искривление световых лучей, гравитационное красное смещение и смещение перигелия Меркурия – получили экспериментальное подтверждение.

Вопросы для обсуждения

1. Дайте характеристику эквивалентности гравитационной и инерционной масс тела.
2. Эта эквивалентность автоматически приводит к тому, что «поле гравитации» можно заменить движением с ускорением, равным ускорению поля тяготения.

3. Сам Эйнштейн полагал, что именно принцип эквивалентности является наиважнейшим при создании ОТО (наряду с постулатами СТО).

4. Проанализируйте важнейшие эксперименты, подтверждающие ОТО.

5. Искривление световых лучей вблизи массивного тела, например Солнца, можно зафиксировать в момент солнечного затмения.

6. Гравитационное красное смещение – сдвиг спектра излучения любого химического элемента, находящегося на источнике света (звезде), обусловлен «задержкой» гравитационным полем фотонов, отлетающих от источника.

7. Мизерное смещение перигелия Меркурия вычислено только в общей теории относительности и её количественное предсказание совпадает с астрономическими наблюдениями.

ТЕСТЫ К ЧАСТИ II

1. Принцип относительности классической механики (классической физики Ньютона), иначе – галилеев принцип относительности, утверждает:

а) инвариантность явлений во всех инерциальных системах отсчёта; б) возможность возникновения равноускоренного движения; в) существование кругового или эллиптического движения планет солнечной системы; г) относительность времени; д) относительность пространства; е) абсолютность пространства-времени и интервала.

2. Корпускулярность (дискретность) и континуальность (непрерывность, сплошность) свойств материи (вещества и поля) существенно различаются в:

а) вакууме; б) микромире; в) макромире; г) антимире; д) гиперпространстве; е) мегамире; ж) вблизи Космологического Горизонта.

3. Революция в естествознании (физике) XVII в. произошла в связи с открытием:

а) закона инерции; б) законов динамики; в) законов движения планет; д) относительности времени и пространства; е) атомов и молекул.

4. Укажите верное утверждение относительно веса тела:

а) вес тела определяется количеством вещества в теле и не зависит от внешних условий; б) вес человека в лифте, поднимающемся с ускорением вверх, больше, чем в покоящемся лифте; в) вес парашютиста, опускающегося на землю, равен нулю; г) сила притяжения к Земле полностью определяет вес тела.

5. Как называется физическая величина, которая не может быть ни создана, ни уничтожена, существует в различных формах, которые могут превращаться друг в друга?

а) масса; б) электрический заряд; в) энергия; г) энтропия; д) спин; е) изотопический спин.

6. Является ли расположенная на поверхности Земли лаборатория действительно инерциальной системой отчёта? Какой ответ является правильным и полно обоснованным?

а) нет, не является, поскольку поверхность Земли не соответствует шаровой поверхности; б) да, является, так как локально в пределах лаборатории геометрия пространства является евклидовой; в) является инерциальной для наблюдения всех явлений только на поверхности Земли; г) не является инерциальной из-за вращения Земли вокруг своей оси; д) да, является инерциальной, поскольку планета Земля движется вокруг Солнца равномерно.

7. Существующие симметрии в мире физических объектов, что впервые было математически установлено Эмми Нётер, порождают как следствие:

а) сохранение тех или иных физических величин объектов; б) соответствующую им инвариантность свойств; в) абсолютность всех физических свойств; г) относительность всех физических свойств.

8. Для гравитационного взаимодействия как некоторого физического явления, закон для которого был впервые установлен Исааком Ньютоном, не является характерным:

а) дальное действие; б) отталкивание; в) малая интенсивность; г) притяжение.

9. Укажите верную формулировку принципа относительности Галилея (классического принципа относительности):

а) никакие природные явления не позволяют установить различие состояний покоя и равномерного прямолинейного движения физической системы; б) все инерциальные системы эквивалентны; в) никакими механическими опытами невозможно отличить факт равномерного прямолинейного движения от состояния покоя; г) все физические явления в изолированных (инерциальных) системах протекают одинаково.

10. К принципам классического естествознания относится принцип:

а) дополненности; б) постоянства скорости света; в) галилеев принцип относительности; г) запрета Паули; д) эквивалентности инертной и тяжёлой масс.

11. Найдите соответствие между общепринятыми математическими формализмами классической механики и сопряжёнными физическими величинами, используемыми в них (левой и правой колонками):

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| а) лагранжев формализм | координата и импульс; |
| б) гамильтонов формализм | скорость и время; |
| в) лагранжев формализм | координата и скорость; |
| г) гамильтонов формализм | ускорение и импульс; |
| д) гамильтонов формализм | координата и ускорение. |

12. Возрастание энтропии в любой физической системе ведёт в ней к:

а) повышению температуры; б) увеличению беспорядка; г) переходу в стационарное состояние; д) появлению признаков самоорганизации.

13. В системе происходит структурная перестройка таким образом, что увеличивается беспорядок. Какое утверждение соответствует происходящему процессу?

а) энтропия системы возрастает; б) энтропия системы убывает; в) энтропия системы не изменяется; г) происходит выделение тепла из системы.

14. Системы, обменивающиеся с окружающей средой веществом, энергией и информацией, называются:

а) нестационарными; б) динамическими; в) открытыми; г) самоорганизующимися.

15. Какое одно приведённое утверждение является некорректным?

а) полная механическая энергия системы частиц сохраняется; б) силы внутреннего трения в замкнутой системе частиц могут только уменьшать полную механическую энергию системы; в) кинетическая энергия нерелятивистской частицы пропорциональна квадрату скорости частицы; г) потенциальная энергия сжатой пружины пропорциональна квадрату величины линейного сжатия.

16. Мерой хаотичности движения молекул в физике и химии считается:

а) температура; б) импульс; в) энергия; г) энтропия; д) скорость движения; е) энтальпия.

17. Величина, определяющая количество движения в системе, это:

а) энергия; б) скорость; в) импульс; г) энергия; д) квадрат скорости; е) ускорение.

18. Какое одно утверждение верно?

а) энергия без потерь может превращаться из одной формы в любую другую; б) физический смысл имеет только абсолютное значение энергии;

в) полная энергия изолированной системы меняется; г) потенциальная энергия падающего тела всегда больше его кинетической энергии.

19. Какое одно утверждение сформулировано верно?

а) энтропия может превращаться в энергию; б) любой физический процесс в изолированной системе понижает энтропию системы; в) понижение энтропии всегда повышает энергию системы; г) во всех биологических системах энтропия отсутствует.

20. Увеличению процесса беспорядка в системе соответствует:

а) возрастание энтропии; б) убывание энтропии; в) энтропия остается неизменной; г) возрастание энергии; д) убывание энергии.

21. Процесс передачи внутренней энергии без совершения механической работы, называется:

а) теплообмен; б) броуновское движение; в) фотосинтез; г) эффект Комптона.

22. Одно утверждение относительно энергетического состояния системы верно:

а) при обратимом процессе система возвращается в исходное состояние; б) система закрыта, если она обменивается энергией с окружающей средой; в) система закрыта, если она обменивается веществом с окружающей средой; г) система открыта, если в ней идут процессы диффузии.

23. Есть ли утверждения о процессах в системе правильные, какое?

а) система с большей упорядоченностью имеет более высокую энтропию и наоборот; б) любой физический процесс в изолированной системе повышает энтропию системы; в) все реальные процессы обратимы во времени; г) все утверждения верны.

24. Есть ли правильные утверждения относительно энергии системы?

а) энергия без потерь может превращаться из одной формы в другую; б) полная энергия изолированной системы не меняется; в) все реальные процессы обратимы во времени; г) все утверждения верны; д) нет верных утверждений.

25. Какая концепция действия в естествознании является более древней?

а) короткодействия; б) дальнодействия; в) близкодействия; г) относительного действия.

26. Вещество в естествознании понимается как:

а) физическая система, обладающая бесконечно большим числом степеней свободы; б) вид материи, обладающий массой покоя; в) особое состояние пространства, необходимое для передачи взаимодействий;

г) упругая неподвижная среда, передающая взаимодействие и электромагнитные волны.

27. Количественная мера взаимодействия – это:

а) импульс; б) сила; в) энергия; г) угловой (вращательный) момент; д) энтропия.

28. Целостность вещества как совокупность атомов и молекул обеспечена главным образом:

а) сильным взаимодействием; б) слабым взаимодействием; в) электромагнитным взаимодействием; г) гравитационным взаимодействием.

29. Законы Ньютона справедливы:

а) только в инерциальных системах отсчёта; б) только в условиях Земли; в) только в отсутствии сил трения; г) безо всяких дополнительных условий.

30. Сила, выводящая тело из равновесия, пропорциональна:

а) потенциальной энергии тела; б) угловому моменту; в) ускорению тела; г) скорости тела; д) квадрату скорости.

31. Число классических параметров (или степеней свободы) состояния материальной точки:

а) шесть; б) пять; в) четыре; г) три; д) два; е) один.

32. Выполняется ли на практике принятый в классическом естествознании закон сохранения механической энергии?

а) да, так как энергия обязана сохраняться; б) нет, так как в любой системе присутствует трение и превращение механического движения в нагревание; в) нет, так как всё зависит от системы отсчёта; г) да, так как мы обычно игнорируем незначительные погрешности измерений.

33. Укажите те физические величины, для которых существуют законы сохранения:

а) масса; б) импульс; в) время; г) момент импульса; д) энергия; е) энтропия; ж) объём; з) электрический заряд; и) момент инерции; к) ускорение.

34. Симметрия в виде однородности времени проявляется как:

а) закон сохранения импульса; б) закон сохранения углового момента; в) закон сохранения энергии; г) закон сохранения вещества.

35. Симметрия в виде однородности пространства проявляется как:

а) закон сохранения импульса; б) закон сохранения углового момента; в) закон сохранения энергии; г) закон сохранения вещества.

36. Законы физики базируются на...
- а) принципах симметрии; б) фактах, установленных опытным путём; в) высказывании гипотез; г) анализе исходных положений.
37. Источником гравитационной силы (взаимодействия тел) является:
- а) плотность вещества; б) масса; в) вес; г) время; д) импульс; е) скорость.
38. С чем (с какой симметрией) связано сохранение энергии?
- а) изотропией пространства; б) однородностью времени; в) однородностью пространства; г) однородностью пространства-времени; д) изотропией времени.
39. Закон сохранения импульса следует из:
- а) принципа относительности Галилея; б) неизменности физических законов при параллельных сдвигах (трансляциях или перемещениях) в пространстве; в) однородности пространства; г) однородности времени; д) неизменности физических законов при параллельных сдвигах во времени.
40. Закон сохранения энергии следует из:
- а) принципа относительности; б) теоремы Нётер; в) неизменности физических законов при параллельных сдвигах во времени (временных трансляциях); г) из неизменности физических законов при параллельных сдвигах в пространстве; д) однородности времени.
41. Образование любых структур всегда связано с...
- а) увеличением значения энтропии; б) выделением и рассеянием энергии связи; в) поглощением энергии связи; г) увеличением энергии связи.
42. Качество энергии в результате её перехода в тепло...
- а) колеблется; б) понижается; в) повышается; г) остаётся неизменным.
43. Установите соответствие между симметриями пространства и времени и следующими из них законами сохранения основных физических величин (левой и правой колонками):
- а) однородность времени; г) сохранение импульса;
 - б) однородность пространства; д) сохранение энергии;
 - в) изотропность пространства; е) сохранение момента импульса.
44. Укажите последовательность повышения энтропии при изменении агрегатного состояния одного и того же вещества:
- а) плазма; б) газ; в) жидкость; г) твёрдое тело.

45. Жидкость переходит в пар, энтропия при этом...
- а) повышается; б) понижается; в) не изменяется; г) исчезает (обращается в нуль).
46. Жидкость переходит в твёрдое тело, энтропия при этом...
- а) повышается; б) понижается; в) не изменяется; г) исчезает (обращается в нуль).
47. Газ превращается в жидкость, энтропия при этом...
- а) повышается; б) понижается; в) остаётся неизменной; г) исчезает (обращается в нуль).
48. Определите положение, относящееся к механической картине мира:
- а) исследуемое взаимодействие удовлетворяет принципу близкодействия; б) мир представлен континуальными объектами; в) картина изучаемых явлений однозначно обусловлена причинно-следственными (детерминистскими) связями; г) ведущим методом в механике является метод математического моделирования.
49. Ведущим принципом классической механики является:
- а) принцип относительности Галилея; б) принцип близкодействия; в) соотношение неопределённостей Гейзенберга; г) принцип виртуальных перемещений Мопертюи.
50. Основными математическими формализмами классической механики являются:
- а) ньютонов; б) гамильтонов; в) лагранжев; г) эйлеров; д) галилеев; е) лапласов.
51. Суть механистической картины мира передаётся положениями о:
- а) передаче взаимодействия посредством близкодействия; б) передаче взаимодействия посредством дальнего действия; в) единственности континуальных объектов в материальном мире; г) единственности корпускулярных объектов в материальном мире.
52. Сущность процесса близкодействия состоит в том, что любое из известных взаимодействий передается:
- а) мгновенно между любыми объектами; б) мгновенно только к ближайшему объекту; в) между соседними объектами с конечной скоростью; г) от объекта к объекту со скоростью, не превышающей скорость света в пустоте.

53. Установите единственное положение, относящееся исключительно к механической картине мира:

а) передача взаимодействия основывается на принципе близкодействия; б) господствующее представление отдано континуальным свойствам материи; в) проявляются корпускулярно-волновые свойства материи; г) цепь событий однозначно определяется причинно-следственными связями; д) основой представления является идеальность объектов познания.

54. Законы сохранения физики базируются на...

а) принципах симметрии; б) фактах, установленных опытным путём; в) высказывании гипотез; г) анализе исходных положений.

55. Сущность специальной теории относительности (СТО) состоит в утверждении, что:

а) все природные (физические, химические, биологические) явления относительны; б) физические и другие явления происходят в четырехмерном пространстве-времени; в) координаты физического пространства-времени взаимозависимы; г) координаты пространства-времени подчиняются преобразованиям Галилея; д) пространство и время абсолютны в своих проявлениях.

56. Специальная теория относительности (СТО) Эйнштейна базируется (основывается) на постулатах (принципах):

а) относительности и соответствия; б) относительности движения и тождественности тяжелой и инертной масс; в) относительности движения и независимости скорости света в вакууме от источника; г) относительности движения и относительности пространства-времени и тяготения.

57. Преобразование Лоренца в специальной теории относительности (СТО) есть:

а) преобразование свойств физических тел от одной координатной системы к другой; б) преобразование координат пространства-времени в многообразии инерциальных систем отсчета; в) преобразование от евклидовой геометрии к неевклидовым геометриям; г) преобразование геометрических фигур (тел) в пространстве-времени Минковского; д) преобразование одномерной пространственной координаты во временную.

58. Правильное утверждение в отношении общего понятия о физическом поле, это:

а) некоторая величина, заданная в каждой точке пространства; б) некоторый вектор, определённый на евклидовой поверхности; в) пространство, данное нам в ощущениях; г) пространство с кривизной, за-

данной в каждой его точке в каждый момент времени; д) пространственно-временная совокупность всех частиц.

59. Утверждение, которое полностью согласуется со специальной теорией относительности (СТО) Альберта Эйнштейна, это:

а) масса тела есть величина постоянная, не зависящая от системы отсчёта; б) частица, обладающая конечной массой покоя, никогда не может достичь скорости света; в) время «течёт» одинаково в разных системах отсчёта; г) превышения скорости света не противоречит принципу причинности.

60. Укажите верное утверждение из области неклассических физических явлений:

а) тело в направлении движения испытывает сокращение, и размер тела является максимальным в системе отсчёта, где оно покоится; б) скорость света одинакова в различных средах; в) частота света, излучаемого источником, не зависит от скорости движения источника; г) массы движения фотонов неотличимы между собой в различных инерциальных системах отсчёта; д) массы покоя фотонов отличаются между собой.

61. Определите наиболее точное и всегда верное утверждение в области неклассических физических явлений:

а) скорость света в вакууме одинакова в различных инерциальных системах отсчёта; б) скорость электрона всегда меньше скорости света; в) скорость света всегда самая большая скорость из всех скоростей; г) скорость света, излучаемого неподвижным и движущимся источниками, одинакова.

62. Сделайте выбор правильного утверждения из области неклассических физических явлений:

а) одновременность двух событий – понятие абсолютное; б) невозможно передать сигнал со скоростью, большей скорости света в вакууме; в) длина световой волны источника не зависит от скорости источника; г) следствие специальной теории относительности не запрещает возможности путешествия в прошлое и в будущее; д) теория относительности разрешает возвращение во временное прошлое.

63. Природа (в данном случае причина) движения всех небесных тел состоит в...

а) тяготении всех масс друг к другу; б) влиянии на них скоплений галактик; в) взаимодействии их электромагнитных полей; г) отталкивании масс тёмной энергии; д) наличии тёмной материи и тёмной энергии.

64. Один из основных выводов общей теории относительности Эйнштейна (ОТО) состоит в том, что:

а) свойства пространства-времени зависят от энергии и энтропии в нем; б) свойства пространства-времени зависят от материи; в) свойства пространства-времени не зависят от материи; г) пространство-время самовоздействием порождает материю.

65. Выберите три главных эффекта, предсказанных в общей теории относительности (ОТО):

а) фоновое излучение космоса; б) искривление лучей света; в) гравитационное красное смещение; г) поворот (смещение) перигелия Меркурия; д) фиолетовое смещение.

66. Согласно общей теории относительности (ОТО или теории тяготения) Эйнштейна, движение любого материального объекта в пространственно-временном континууме (многообразии) происходит:

а) прямолинейно; б) по геодезической линии; в) по параболе; г) по окружности; д) по эллипсу; е) по спирали; ж) по винтовой линии.

67. Укажите неверное утверждение из области физических явлений:

а) тела в направлении движения испытывают сокращение, размер тела является максимальным в системе отсчёта, где тело покоится; б) скорость света одинакова в различных средах; в) скорость света не зависит от скорости движения его источника; г) масса покоя фотона равна нулю.

68. Укажите правильное утверждение из области неклассических физических явлений:

а) свет – поток квазичастиц; б) свет – суперпозиция (совокупность) электромагнитных волн; в) свет – поток кварков; г) свет – то же, что и эфир.

69. Американскому физику Майкельсону вместе с Морли принадлежит фундаментальный вывод из его опытов:

а) для света не выполняется принцип сложения скоростей классической механики, скорость света не зависит от скорости движения источника; б) для света выполняется принцип сложения скоростей классической механики, скорость света не зависит от скорости движения источника; в) для света не выполняется принцип сложения скоростей классической механики, скорость света зависит от скорости движения источника.

70. Принцип постоянства скорости света формулируется так:

а) скорость света в вакууме зависит от скоростей движения источника и приёмника, она изотропна и одинакова во всех инерциальных системах отсчета; б) скорость света в вакууме не зависит от скоростей

движения источника и приёмника, она изотропна и одинакова во всех инерциальных системах отсчёта; в) скорость света в вакууме не зависит от скоростей движения источника и приёмника, она одинакова во всех неинерциальных системах отсчёта.

71. Правильно выбранные последовательности электромагнитных излучений в порядке убывания длин волн (энергий), это:

а) радиоволны, ультрафиолетовые лучи, инфракрасные лучи;
б) радиоволны, инфракрасные лучи, ультрафиолетовые лучи; в) ультрафиолетовые лучи, радиоволны, инфракрасные лучи; г) инфракрасные лучи, радиоволны, ультрафиолетовые лучи.

72. Из указанных ниже излучений наибольшей энергией обладает:

а) микроволновое; б) инфракрасное; в) гамма-излучение; г) реликтовое.

73. Электромагнитная картина мира наиболее точно характеризуется положением:

а) тяжёлые атомы синтезируются в звёздах – красных гигантах;
б) лёгкие атомы возникают в результате радиоактивного распада; в) взаимодействие подчиняется принципу близкодействия; г) ядра атомов стабилизируются сильным взаимодействием.

**Часть III. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ
НЕОРГАНИЗОВАННОЙ СЛОЖНОСТИ –
ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ
ПОЛЕВОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ НОВОГО
И НОВЕЙШЕГО ВРЕМЕНИ**

**Глава 7
КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ
И КОСМОГОНИЧЕСКИЕ
КОНЦЕПЦИИ НЕКЛАССИЧЕСКОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

**Глава 8
КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПЫ
НЕКЛАССИЧЕСКОГО –
КВАНТОВОГО И КВАНТОВО-
ПОЛЕВОГО – ФИЗИЧЕСКОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

**Глава 9
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КАТЕГОРИИ
И ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО
НЕКЛАССИЧЕСКОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Глава 7. КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ И КОСМОГОНИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ НЕКЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

7.1. Вселенная как понятие и объект познания

После того как рассмотрены вопросы о пространстве и времени в локальном земном и околоземном масштабе, можно обратиться к проблеме пространства, времени и движения в космическом, вселенском масштабе. Прежде рассмотрим понятие «Вселенная». Уже отмечалось, что это и «универсум» и место «вселения» человека. В английском языке слово «Вселенная» (Universe) имеет то же происхождение, что и «единство» (unity) или «единица» (one). Буквально оно означает единство, общность всех вещей, рассматриваемых как целое. Любопытно, что слово «целый» (whole) имеет один корень со словом «святой» (holy), что отражает, как пишет об этом один из самых известных современных популяризаторов науки англичанин Поль Девис, глубоко таинственные и метафизические связи, с которыми имеет дело космология. Вплоть до XX века познание Вселенной как целого было прерогативой религии (см. ч. I).

Многие ранние традиции, религии (иудейская, христианская и исламская) считали, что Вселенная создалась довольно недавно. Например, в 1658 архиепископ Джеймс Ушер из Англиканской церкви вычислил, складывая возраст людей и продолжительность событий, упомянутых в Ветхом Завете (складывая времена правления царей, период от Исхода до посвящения храма Соломона, времена жизни патриархов, рождённых до и после Великого потопа), что 8 часов утра 22 октября 4004 г. до н.э. – это точная дата создания Вселенной. Теологи греческой православной церкви относят эту дату к 5508 г. до н.э. В таком случае, две последние даты библейского создания Вселенной не так далеки от даты конца последнего ледникового периода, когда появился первый современный человек. Первые сомнения в этих датах были *научно* обоснованы сначала в 1785 г. шотландским натуралистом Джеймсом Хаттоном в книге «Теория Земли», а в 30-е гг. XIX века выдающимся английским геологом Чарльзом Лайелом в трёхтомном трактате «Принципы геологии» (с этого времени, кстати, ведётся отсчёт существования самой геологии).

С другой стороны, Аристотель, Декарт, Галилей, Ньютон не признавали идею о том, что Вселенная имела начало. Они чувствовали, что это могло бы быть, и полагали, что Вселенная *существовала всегда и будет*

существовать всегда, т.е. вечно и бесконечно. Иначе думал великий немецкий философ и космолог Иммануил Кант (автор первой в истории *небулярной*, т.е. *из туманности*, гипотезы образования Солнечной системы), когда говорил, что существуют два одинаково правильных довода, оба принимаемых на веру: один, что Вселенная имела начало, и другой, что его не было. И доводы эти основываются не на наблюдениях Вселенной, поскольку она, по существу, не меняющаяся во времени, вряд ли представляет интерес для наблюдений. Таким образом, перед учёными вставала проблема выбора между верой в Бога и материальной верой.

Эти и прочие банальные рассуждения о Вселенной оттеснили на второй план, пожалуй, самый замечательный и значительный вопрос космологии – имеет ли понятие Вселенной вообще смысл. Можно ли рассматривать *всё сущее* как некое единое целое? На этот глубокий философский, натурфилософский и естественнонаучный вопрос может быть дан только *экспериментальный ответ*, который впервые был получен при наблюдении падения тел с Пизанской башни Г. Галилеем, но в конкретных земных условиях, в весьма ограниченной области пространства. Повторить опыты Галилея где-либо ещё во Вселенной нам вряд ли удастся (по крайней мере, в ближайшем будущем). Отсюда возникает весьма принципиальный вопрос: *насколько применимы научные выводы к Вселенной как целому?*

На практике в космологии прибегают к экстраполяции, т.е. к перенесению законов, выведенных из наблюдений, экспериментов и обобщений над отдельными частями Вселенной, ко всей Вселенной в целом. Почему мы уверены в правильности такой экстраполяции?

Универсальность физических систем вселяет в нас эту уверенность. Действительно, мы убеждаемся из наблюдений, что звёзды очень похожи на наше Солнце, другие галактики напоминают нам нашу Галактику (Млечный Путь) как по размерам, так и по структуре, хотя, конечно, не все галактики оказываются спиральными, как наша. Удалённые от нас космические объекты состоят из тех же атомов, что и наша планета Земля и Солнечная система; совершенно неотличимы друг от друга атомы в любой части Вселенной. Астрофизики полагают, что процессы в самых удалённых областях космоса и в ближнем космосе идентичны, а происходящие взаимодействия универсальны, что подтверждается экспериментально, по спектрам, например, электромагнитных волн в оптическом, рентгеновском, гамма-диапазоне и диапазоне радиоволн.

Проникая в космос всё дальше и дальше (на начало XXI века до расстояний в 13,7 млрд световых лет), мы видим практически одно и то же, с небольшими отклонениями. Можно согласиться, что это странно или, более того, совсем не ясно. Ещё с античных времён люди считали, что

Земля – центр мироздания (и все религии с этим охотно соглашались), уникальный по своему местоположению и форме. Эти представления разрушили поляк Николай Коперник и итальянец Джордано Бруно: Земля – типичная планета в типичной галактике, расположенная в типичной области Вселенной, и, вообще, Вселенная состоит из огромного числа более или менее типичных областей или элементов космоса (о них речь пойдёт в п.7.2).

Самый важный «космологический принцип» состоит в том, что ближний космос – типичный образец Вселенной в целом, так что фундаментальной чертой Вселенной является одинаковость её областей и направлений.

Современная астрофизика и космология дают нам картину однородной, изотропной, самосогласованной и регулярной в больших масштабах Вселенной. Эти обстоятельства, эти особенности *позволяют расценивать Вселенную как единое целое*. А предопределили эту однородность, изотропию и самосогласованность космоса известные в естествознании свойства симметрии и константы четырёх физических взаимодействий (сильного, электромагнитного, слабого и гравитационного), как на ранних стадиях зарождения Вселенной, так и в последующие эпохи, приведшие её организацию к единой структуре, отличающейся наблюдаемой простотой и общностью в больших масштабах.

7.2. Планеты, звёзды, галактики и их структуры во Вселенной

Как же выглядит Вселенная в настоящий момент? Практически всё видимое вещество заключено в *галактиках* – гравитационно-связанных звёздных системах размерами в десятки и сотни тысяч световых лет (5–50 кпк, где кпк – килопарсек, парсек равен расстоянию около 3,26 световых лет), содержащих от 10^6 до 10^{13} звёзд (в среднем около 100 млрд звёзд), а также облака газа и пыли. Современной астрономии доступны для изучения более 100 млрд галактик. Галактики объединяются в *группы галактик* (с числом менее 100 галактик), *скопления* и *сверхскопления*. Встречаются также одиночные, двойные и кратные галактики. Средние расстояния между галактиками в группах (например наша Галактика находится в Местной группе галактик) и в скоплениях составляют 100–500 кпк, что в 10–20 раз больше размеров крупнейших галактик. Расстояния между одиночными, кратными системами и группами галактик составляют 1–2 Мпк (Мпк – мегапарсек, миллион парсек). Таким образом, галактики заполняют внутrigалактическое пространство с большей относительной плотностью, чем звёзды, так как расстояния между звёздами в среднем в 20 миллионов раз больше их диаметров.

Сверскопления или *суперкомплексы галактик* – крупнейшие неоднородности во Вселенной, расположенные обычно в узлах её ячеистой крупномасштабной структуры, в которых сходятся по несколько цепочек сверхскоплений галактик. Их размер может достигать порядка десятков-сотни миллионов световых лет (15–80 Мпк). В масштабах многих сотен миллионов и миллиардов световых лет Вселенная ячеисто-однородна. Средние расстояния между сверхскоплениями составляют сотни мегапарсек; на сегодняшний день известно около 50 сверхскоплений. Местное сверхскопление, в которое входит и наша Галактика, имеет размер около 60 Мпк и содержит около двадцати тысяч галактик (исключая карликовые). Следующий структурный элемент галактик – *скопления галактик*, плотные супергалактические образования, в которых выделяют помимо собственно галактик ещё диффузную компоненту – горячий ионизированный газ и невидимое вещество, или так называемую *скрытую массу*. Размеры скоплений галактик – от 1,5 до 3 Мпк – отвечают размерам первичных неоднородностей, способных эволюционировать в космические объекты согласно существующим теориям. Скопления галактик содержат от сотен до десятков тысяч галактик. Расстояния между скоплениями – десятки мегапарсек. Кроме галактик, во Вселенной присутствует равномерно заполняющее её реликтовое электромагнитное излучение, небольшое количество очень разреженного межгалактического обычного вещества и неизвестное количество пока не поддающегося наблюдению, но проявляющего себя в некоторых гравитационных эффектах вещества, образующего *скрытую массу*.

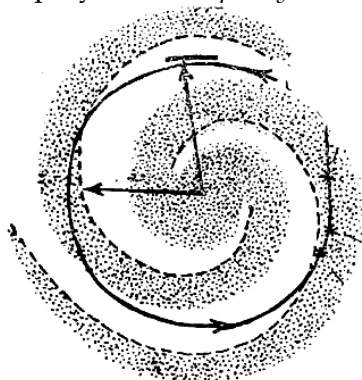


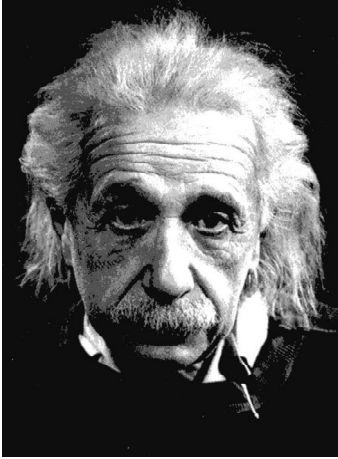
Схема спиральной галактики

Основной элемент Вселенной – галактика. Основной элемент галактики – *звезда* – массивный плотный газовый (точнее – плазменный) очень горячий шар (с температурами внутри до миллиардов градусов), излучающий в окружающее пространство огромную энергию в основном в виде электромагнитного излучения. Во всех галактиках большая часть вещества заключена в звёздах – в крупнейших, так называемых эллиптических галактиках на звёзды приходится свыше 95 процентов массы. В спиральных галактиках, таких как наша (Млечный

Путь является типичным представителем спиральных галактик с перемычкой, или пересечённых галактик – класс SB), доля газа и пыли значительно больше 5%, но всё же гораздо меньше, чем доля звёзд.

7.3. Начало научной космологии, фридмановские динамические космологические модели

Изучение состава близких к нам галактик показало, что они, как и наша Галактика, состоят из таких же объектов – звёзд, звёздных скоплений, туманностей. Это подтверждает вывод, что в «малых» масштабах физические законы, управляющие развитием звёзд и звёздных систем, в наблюдаемой части Вселенной одинаковы. К тому же на каждом этапе своего развития наука просто не может обойтись без определённых «рабочих» моделей (которые всегда подлежат уточнению и заменам) независимо от того, идёт ли речь о Вселенной, квазарах или обычных звёздах.



*Перед Богом мы все
одинаково мудры – или
одинаково глупы.
Есть только две
бесконечные вещи:
Вселенная и глупость. Хотя
насчёт Вселенной я не
вполне уверен...*

Общие закономерности развития и структуры Вселенной изучаются путём построения космологических моделей. Это делается на основании общей теории относительности, созданной Эйнштейном в 1915 г., основные принципы и положения которой были рассмотрены нами в предыдущей главе. Впрочем, позже было установлено, что основные характеристики космологических моделей можно получить также исходя из ньютоновых классических представлений (это в наше время показали Э. Милн и В. Маккри).

Построить космологическую модель Вселенной, полагая, что это некоторое геометрическое размерное пространство, – значит, получить *зависимость* для так называемого *масштабного фактора от времени*, т.е. выяснить, как зависит от времени расстояние (масштаб) между двумя его точками (например между галактиками). При решении этой задачи обычно исходят из предположения, что свойства Вселенной для каждого заданного момента времени одинаковы во всех её точках (свойство однородности пространства) и во всех направлениях (свойство изотропии пространства). Этот космологический принцип однородности и изотропии Вселенной подтверждается наблюдениями: в сверхбольших масштабах в распределении сверхскоплений галактик и в самом деле не обнаружено отклонений от однородности и изотропии.

Первые космологические модели были получены русским математиком и физиком Александром Фридманом, который показал, что наря-

ду со стационарным решением для Вселенной, на котором настаивал Эйнштейн, есть также решения и динамические. Это те случаи, когда Вселенная либо увеличивается, либо уменьшается в размерах. Эти решения имели радикальное значение для возникновения научной космологии. Темп изменения масштабов Вселенной, как показывают решения Фридмана, может меняться с течением времени (заметить эти изменения непосредственно на наших «земных» промежутках времени практически невозможно).



ФРИДМАН Александр Александрович (1888–1925)

Российский математик и геофизик. В 1922–1924 установил, что уравнения тяготения Эйнштейна имеют нестационарные решения, что легло в основу современной космологии. Один из создателей современной теории турбулентности и школы динамической метеорологии. Основные работы Фридмана посвящены проблемам динамической метеорологии, гидродинамике сжимаемой жидкости, физике атмосферы и релятивистской космологии. Александр Александрович Фридман также является создателем теории нестационарной Вселенной. Он одним из первых в России понял необходимость создания отечественного авиационного приборостроения. В годы войны и разрухи он «пробил» эту идею и сам же её реализовал, став создателем и первым директором завода «Авиаприбор» в Москве.

Премия им. В.И. Ленина (1931, посмертно).

Но прежде о том, как подготавливалось первое открытие модели и как случилось подтверждение провидческих результатов Фридмана. В 1912 г. американский астроном *Весто Слайфер*, а затем и *Эдвин Хаббл* начали измерять лучевые скорости спиральных туманностей, руководствуясь следующими соображениями. Если эти туманности находятся за пределами Галактики, то они не принимают участия в её вращении, а поэтому их лучевые скорости будут свидетельствовать о движении Солнца в Галактике. На протяжении нескольких лет были получены спектры 41 объекта. Оказалось, что в 36 случаях линии в спектрах туманностей смещены в красную сторону. Представлялось наиболее естественным объяснить этот сдвиг эффектом Доплера – движением туманностей от наблюдателя. В данном случае отношение прироста длины волны к самой длине волны связано со скоростью движения туманности. Следовательно, туманности, а они оказались за пределами нашей Галактики,

оказались тоже галактиками, так вот они *удаляются от наблюдателя* (т.е. от нас, землян), *разбегаются от нас*, и их скорости, измеряемые сотнями, тысячами и десятками тысяч км/с, значительно превышают скорость Солнца вокруг центра Галактики, равную всего 250 км/с (все эти открытия состоялось в 1929 г.).

Хотя этот факт наблюдают астрономы на нашей Земле, в нашей Солнечной системе, в нашей Галактике, но это вовсе не значит, что мы расположены в центре Вселенной – от любой другой точки Вселенной галактики разбегаются точно также. *Разбегание галактик* – результат *общего расширения* Вселенной. Убедиться в этом можно на весьма простом примере. Возьмём резиновую нить и завяжем на ней узлы. Растянем нить вдвое. В результате этого и расстояния между каждыми соединёнными узлами также увеличатся вдвое. При этом каждый из узлов является равноправным, и по отношению к нему скорость других узлов при растягивании нити была бы тем больше, чем дальше они находились бы друг от друга. Аналогичным образом ведёт себя и мир галактик. Разница лишь в том, что он трёхмерный, тогда как нить имеет лишь одно измерение – длину.

Теория позволяет предложить несколько вариантов моделей расширения Вселенной, но пока представим три наиболее характерных варианта расширения Вселенной.

Первые две модели описывают неограниченное во времени расширение Вселенной, и разница между ними в названии кривых, которыми описываются законы этих расширений: первая – гипербола, вторая – парабола. Третья модель расширения соответствует циклоиде. Эти варианты эволюции Вселенной обусловлены соотношением между средней плотностью Вселенной $\bar{\rho}$ и некоторой критической $\rho_{кр}$, которая впервые была определена Фридманом. Если $\bar{\rho} < \rho_{кр}$, то расширение идет по закону, описываемому гиперболой, если $\bar{\rho} = \rho_{кр}$, получим параболу, и если $\bar{\rho} > \rho_{кр}$, то процесс расширения когда-то (через два или три десятка миллиардов лет) сменится сжатием, это описывается циклоидой. Как замечаем, фундаментальные значения имеют две величины – средняя плотность Вселенной $\bar{\rho}$ и некая критическая плотность $\rho_{кр}$. Как показали многочисленные измерения внутри- и межгалактической плотности, $\bar{\rho} \approx 10^{-30}$ г/см³. Что касается критической плотности $\rho_{кр}$, то мы к ней ещё вернёмся.

Пока же укажем наиболее полно характерные космологические модели, которые в различное время предлагались для объяснения свойств нашей Вселенной:

1. *Пульсирующая модель*. В этой модели в некоторый «нулевой» момент космологического времени масштабный фактор равен нулю, то есть Вселенная представляет собой некоторую сингулярную точку. С нулевого момента он начинает возрастать, достигает максимального значения и

снова уменьшается до нуля. Так же изменяется и расстояние между галактиками во Вселенной, описываемой этой моделью.

2. *Закрытая модель*: масштабный фактор увеличивается от нуля до определенного максимального значения, достигаемого в бесконечно удаленном будущем.

3. *Модель Лемэтра*: масштабный фактор увеличивается от нуля неограниченно, однако на протяжении долгого времени он остаётся почти постоянным.

4. *Модель Эйнштейна – де Ситтера*. В ней начавшееся однажды расширение продолжается неограниченно (это расширение проходит с замедлением).

5. *Замкнутая Вселенная*, в которой возможны ещё два варианта: а) «стационарный мир» Эйнштейна и б) модель Эддингтона-Лемэтра, в которой масштабный фактор равен определённому конечному значению в бесконечно удалённом прошлом и неограниченно возрастает в будущем.

6. И, наконец, отметим ещё так называемую *модель де Ситтера*: в данном случае масштабный фактор является экспоненциальной функцией времени. Это модель «стационарной Вселенной», в которой, несмотря на расширение, плотность поддерживается постоянной за счёт непрерывного «творения» вещества из особого «энергетического поля». Эта модель много лет развивалась английским астрофизиком Фредом Хойлом.

Теоретически, на основании уравнений можно построить около двух десятков моделей Вселенной, но какая же на самом деле из моделей реализуется, нам до сих пор не известно.

Теперь рассмотрим возможный сценарий дальнейшей судьбы нашей Вселенной, которая зависит от величины средней плотности вещества во Вселенной и которая может быть оценена после открытия Хабблом закона разбегания галактик. Им был установлен закон: $v = H R$, где v – скорость разбегания галактик, R – расстояние между галактиками, постоянная Хаббла $H \approx 65$ (км/с)/Мпк. Её численная величина, с одной стороны, связана с критической плотностью вещества Вселенной, которая оказывается равной $\rho_{кр} = 3 H^2 / 8\pi G \approx 10^{-29} \text{ г/см}^3$, с другой – определяет возраст Вселенной $t_{вселен} = 1/H$. Видим, что средняя плотность вещества во Вселенной численно меньше критической, так что, если бы не существовало никаких скрытых форм материи, «наш сценарий» эволюции Вселенной определялся бы функцией, передаваемой гиперболой, т.е. Вселенная должна была бы расширяться неограниченно долго. Но сейчас открыты *тёмные субстанции материи* и ситуация с моделью Вселенной значительно усложнилась.

Парадокс красного смещения. На протяжении нескольких десятилетий во второй половине XX века некоторые астрономы и физики стремились

найти какое-нибудь другое объяснение красному смещению. В частности, они усматривали в этом проявление каких-то ещё неизвестных сегодня закономерностей. Так, Поль Дирак предположил, например, что эффект красного смещения мог бы иметь место, если бы во Вселенной существовало вековое изменение абсолютной длительности единицы времени. Речь идёт, конечно, не об изменении привычной для нас секунды, связанной со скоростью вращения Земли вокруг своей оси. Имеется в виду *изменение ритма* всех процессов во Вселенной – скоростей термоядерных реакций в звёздах, радиоактивного распада и т.д. Красное смещение в спектрах галактик могло бы иметь место и при изменении со временем величины скорости света, а также при уменьшении энергии кванта в процессе его путешествия в межгалактическом пространстве. Но если энергия кванта в процессе этого движения не передаётся ничему, то её уменьшение (увеличение длины волны) может иметь место лишь при нарушении закона сохранения энергии. Если же квант теряет часть своей энергии, передавая её другим фотонам или частицам среды, то при этом направление его движения изменилось бы. Поэтому изображения других галактик были бы расплывчатыми, нечёткими и тем более размытыми, чем дальше эта галактика находится. На самом же деле изображения как близких, так и далёких галактик достаточно чёткие. Поэтому гипотеза «старения квантов» отвергнута (согласно философу науки Карлу Попперу, наука это – *исключение фальшивых гипотез*). Упомянутые две другие возможности (изменение ритма времени или скорости света) вообще не могут быть проанализированы всерьёз в рамках сегодняшней теоретической физики. Что такое время, почему скорость света в вакууме является постоянной и максимальной из всех возможных, существует ли какая-то связь между гравитацией и электромагнитными свойствами вещества (???) – эти и другие подобные вопросы, очевидно, будут решены лишь в будущих, более совершенных теориях пространства, времени, движения и взаимодействий.

Сегодня «разбегание» галактик принимается как реальный факт. На этой основе можно построить общую картину развития наблюдаемой Вселенной. Огромное большинство галактик светит настолько слабо, т.е. они так далеки, что никаких отдельных объектов в них различить нельзя. Но наблюдения показывают, что увеличение красного смещения галактик сопровождается уменьшением их яркости. Это является доказательством того, что в действительности происходит расширение наблюдаемой нами Вселенной. Но здесь речь идёт, скорее, не о движении галактик в пространстве, а о расширении, творении самого пространства. Расстояния до галактик измеряются миллионами и миллиардами световых лет. Это значит, что мы видим их не такими, какими они являются сейчас, а какими они были миллионы и миллиарды лет назад. Углубляясь всё

дальше и дальше в пространство Вселенной, астрономы встречаются со всё более и более молодыми объектами. Мы как бы видим прошлое вещества, прошлые эпохи Вселенной.

7.4. Космогоническая гипотеза Лемэтра, гипотеза Гамова «горячей сингулярности» и Большой взрыв

Свыше десяти миллиардов лет назад вещество, из которого сегодня состоят галактики, было сконцентрировано до очень больших плотностей в некоторой сингулярной точке. Вопрос о том, в каком состоянии оно было тогда, далеко не праздный. От физического состояния вещества существенно зависит возраст Вселенной. Кроме того, при высоких температурах могут протекать термоядерные реакции. Поэтому химический состав «горячей» Вселенной может быть существенно другим, чем «холодной» (гипотеза Жоржа Лемэтра). А от химического состава зависят размеры и светимость звёзд, темпы их эволюции. На протяжении нескольких десятилетий обе модели (*холодная* и *горячая*) существовали в космологии равноправно. Каждая из них имела свои привлекательные стороны и свои недостатки, своих сторонников и своих критиков. Не хватало лишь подтверждений наблюдениями. Подтверждения последовали и о них мы будем писать в следующем пункте.

В 1947 г. выдающийся русский физик, живший с 30-х годов в Америке, Георгий Гамов (бывший в студенческую пору в Петроградском университете учеником А. Фридмана) выдвинул идею, согласно которой наша Вселенная на начальной стадии своего существования была «горячей». Она возникла в результате расширения, если угодно, взрыва сверхплотного горячего вещества, обладавшего сверхвысокой температурой.



ГАМОВ (Gamow) Георгий Антонович (Джордж) (1904-1968)

Американский физик-теоретик, член-корреспондент АН СССР (1932). Родился в России, с 1933 за границей, с 1934 в США. Используя предсказанный им туннельный эффект, разработал теорию альфа-распада. Выдвинул гипотезу «горячей» Вселенной. Гамов стал одной из самых ярких звёзд в астрофизике и космологии. Он первым рассчитал модели звёзд с термоядерными реакциями, предложил модель оболочки красного гиганта, исследовал роль нейтрино при вспышках новых и сверхновых звёзд. Создал теорию образования химических элементов путём нейтронного захвата. Сделал первый расчёт генетического кода.

Это был не обычный взрыв, который начинается из определённого центра и затем захватывает другие области пространства. По образному выражению американского физика нобелевского лауреата *Стивена Вайнберга* (соавтора теории электрослабого взаимодействия), взрыв произошёл одновременно везде, «*причём каждая частица материи устремилась прочь от любой другой частицы*». Другого пространства, кроме первоначально занятого исходным веществом, не существовало, т.е. *тогда это была вся, именно вся Вселенная*. И начальный *Большой взрыв (Big Bang)* был не расширением материи в окружающее пространство, а расширением самого пространства. Big Bang произошел 13–17 млрд лет назад (по оценкам из закона Хаббла). К его начальным этапам мы вернёмся в гл. 9 в п. 9.6, после того, как изучим вопросы квантового естествознания.

7.5. Реликтовое излучение Гамова и парадоксы расширяющейся Вселенной

Открытие реликтового фонового излучения. В 1965 г. американские радиоинженеры А. Пензиас и Р. Вилсон, испытывая новый радиотелескоп с рупорной антенной, неожиданно зарегистрировали космическое излучение, интенсивность которого была одинаковой с любого направления и которое нельзя было приписать известным дискретным космическим радиоисточникам – радиогалактикам и квазарам. После проведения соответствующих измерений и вычислений был сделан вывод: радиотелескоп регистрирует космическое излучение, получившее название реликтового, распределение интенсивности по длинам волн которого соответствует тепловому излучению с абсолютной температурой $T = 2,7\text{К}$. В 1978 году Пензиас и Вильсон за открытие этого «реликтового» излучения получили Нобелевскую премию. Так было доказано, что всё межгалактическое пространство заполнено квантами низкой частоты. Вспомним, что в процессе расширения Вселенной энергия каждого кванта уменьшается. Из этого следует, что на раннем этапе расширения частота этих квантов могла быть сколько угодно большой. Отсюда вывод: в далёком прошлом Вселенная была горячей. Это открытие позволило сделать выбор между двумя гипотезами происхождения Вселенной в пользу гипотезы «горячей» Вселенной, высказанной Георгием Гамовым.

Прецизионные измерения первоначально показали, что этот космический электромагнитный фон является изотропным, т.е. интенсивность его излучения одинакова по всем направлениям. Совсем же недавно было установлено, что если измерять температуры излучения с точностью до десятитысячных долей градуса, то реликтовое излучение ока-

зывается анизотропным, что соответствует первичной неоднородности Вселенной в первые несколько сотен тысяч лет.

Если же не учитывать эти недавние высокоточные измерения, то изотропия реликтового излучения свидетельствует об однородности распределения вещества во Вселенной в больших масштабах. Кстати, парадоксальная на первый взгляд гипотеза об однородном и изотропном распределении материи во Вселенной была сделана А. Фридманом при решении уравнений Эйнштейна. Масштаб однородности Вселенной составляет приблизительно сто миллионов световых лет, т.е. в меньших масштабах Вселенная является неоднородной (звёзды, галактики, межзвёздные облака и т.д.).

Парадоксы расширяющейся Вселенной. Парадоксальным является, прежде всего, само красное смещение, свидетельствующее согласно принятым представлениям о расширении Вселенной, так как его космологическая природа не столь очевидна, как в простых земных условиях. Выше указывались возможные причины объяснения этого интересного эффекта, но они обычно отвергаются на том основании, что их природа физически гипотетична, как и сам феномен взаимодействия космологического излучения с другими видами материи.

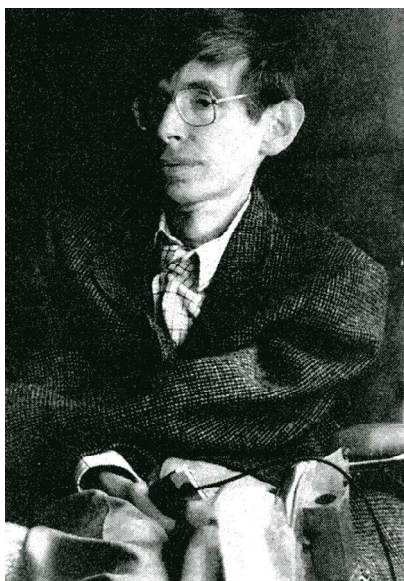
Реальность расширения Вселенной (А. Сэндидж)

- 1) тест Толмена – измерение поверхностных яркостей далёких объектов с ростом z как $(1+z)^{-4}$;
- 2) эффект замедления времени. Длительность процессов увеличивается в $(1+z)$ раз. Лучший процесс для наблюдения – изменение блеска SNIa;
- 3) рост температуры микроволнового фонового излучения в $(1+z)$ раз. Для $z \sim 3$ $T = 11\text{K}$, а не $2,7\text{K}$. Анализ адсорбционных спектров квазаров.

Так, по данным наблюдения квазаров красное смещение, выражаемое в относительной величине, достигает аномально высоких значений (2,5–2,8), хотя, по сути, оно не могло бы быть больше 1. Если это объяснять только эффектом Доплера, то скорость квазаров превосходит скорость света на указанные величины, что противоречит постулатам специальной теории относительности. Чтобы исключить это противоречие, часть красного смещения надо списать на гравитацию (поскольку гравитация, как мы отмечали, тоже обеспечивает красное смещение), только вот непонятно, на какую гравитацию – локальную (т.е. гравитацию самого квазара), либо вселенскую, встречающуюся на пути луча к нам. Да и галактики, обнаруженные в глубинах Вселенной, движутся со скоростями около половины скорости света и более, так что встаёт вопрос – отку-

да их чудовищная кинетическая энергия, сопоставимая с энергией массы покоя (по эйнштейновской формуле $E = mc^2$) галактик, которая не может быть выведена из известных физических законов.

Не столь физически прозрачен и феномен перехода всей материи в единственную точечную сингулярность, из которой якобы произошёл Большой взрыв. Кроме того, английский физик и космолог Стивен Хокинг в 1974 г. показал возможность «испарения» чёрных дыр в результате туннельного просачивания частиц во внешнее пространство через потенциальный барьер. Возникают противоречия при объяснении самого феномена расширения Вселенной, о котором мы уже знаем. Если расширение – действительный физический процесс (т.е. наглядный, как бы нам хотелось), то оно происходит либо за счёт «вторжения» в вакуум типа псевдоэвклидова пространства Минковского, либо в пространство других космических систем Вселенной (мы-то свою наблюдаемую Вселенную называем Метагалактикой). Существование абсолютного вакуума (не физического вакуума, понятие о котором мы обсуждали ранее) нельзя допускать, ибо пространство есть атрибут (неотъемлемая принадлежность) материи и вне её не существует. Остаётся допустить вторжение во внутренние пространства других систем, которые сами могут как сжиматься, так и расширяться, развиваясь по собственным законам.



Стивен Уильям ХОКИНГ
(Hawking) (р. 1942)

Английский физик и астроном. Доказал несколько основных теорем о сингулярностях в космологии (вместе с Р. Пенроузом, 1970). Предложил (1971) новый механизм образования чёрных дыр. Применив квантовую теорию к таким чёрным дырам, Хокинг в 1974 нашёл, что они должны постоянно испускать энергию, которая уходит в виде фотонов, электронов и нейтрино, рождающихся в сильном поле тяготения чёрной дыры вследствие его нестатичности (эффект Хокинга). Таким путём чёрные дыры теряют массу и со временем взрываются. Излучение чёрных дыр, по Хокингу, имеет тепловой характер, совпадая с излучением горячего тела, температура которого пропорциональна силе тяжести на поверхности чёрной дыры.

Если принять, что само пространство как бы создаётся в процессе расширения (процессе «разбухания», как иногда говорят), т.е. с течением

времени увеличивается расстояние между любыми точками и изменяется геометрия пространства, то мы опять приходим к противоречию. Именно всё это должно было бы сопровождаться увеличением размеров всех материальных систем: элементарных частиц, атомов, планет, звёзд, галактик, всех в равных пропорциях. Вот этого-то и не замечено пока экспериментально, слишком малы эффекты. Так что проблемы есть и остаются.

7.6. Космологический Горизонт и крупномасштабная ячеистая структура Вселенной

Два важнейших наблюдательных факта, лежащих в фундаменте современной космологии, мы уже отметили – фридмано-хаббловское расширение Вселенной и гамовское реликтовое излучение. Их сопоставление ведёт к логическому выводу о существовании некоего Космологического Горизонта, «заглянуть» за который и получить какую-то информацию об объектах, находящихся далее, и о структурах, превосходящих по размеру расстояние до него, человечеству не дано (по крайней мере, в современную технологическую эпоху). Пока человек является обитателем местного сверхскопления галактик эффект красного хаббловского смещения для источника света, удалённого на расстояние $R > 4,1$ Гпк (Гпк – гигапарсек, миллиард парсек), приводит к тому, что этот объект станет неразличим на фоне микроволнового реликтового излучения.

Третьим наблюдательным фактом следует считать открытие и исследование *крупномасштабной структуры Вселенной*. До этого открытия самыми крупными объектами во Вселенной считались гигантские галактики и скопления галактик. Открытие сверхскоплений галактик (крупномасштабной структуры) произвело неизгладимое впечатление на космологов. Крупномасштабная структура Вселенной была предсказана российскими космологами и астрофизиками во главе с академиком Яковом Зельдовичем. Теоретически анализируя законы эволюции малых возмущений плотности в расширяющейся Вселенной, Зельдович обнаружил любопытное явление: образующиеся объекты не обладают сферической формой (тогда как сами звёзды, планеты – сферы, есть и шаровые галактики). Это были структуры хотя и объёмные, неравные по трём направлениям, но весьма похожие на обычные блины. Зельдович так и назвал свою теорию *теорией блинов* (Бог, если это он испёк Вселенную, не чужд обыденности). Теория предсказывала существование в глубоком космосе пустот, теперь они открыты наблюдательно и их называют *войды* (от англ. *void* – *пустота, пустое место*).



ЗЕЛЬДОВИЧ Яков Борисович
(8 марта 1914 – 2 декабря 1987)

Советский физик и физико-химик. Внёс крупнейший вклад в развитие теории горения. В его работах по космологии основное место занимала проблема образования крупномасштабной структуры Вселенной. Учёный исследовал начальные стадии расширения Вселенной. Вместе с сотрудниками построил теорию взаимодействия горячей плазмы расширяющейся Вселенной и излучения, создал теорию роста возмущений в «горячей» Вселенной в ходе космологического расширения, рассмотрел некоторые вопросы, связанные с возникновением галактик в результате гравитационной неустойчивости этих возмущений; показал, что возникающие образования высокой плотности, которые являются, вероятно, протоскоплениями галактик, имеют плоскую форму.

Чтобы быть совсем точным, надо сказать, что самый крупный объект во Вселенной – Метагалактика, за пределами которой нам мир не виден. Крупномасштабная структура Метагалактики выявлена для шкалы расстояний от нескольких мегапарсек до нескольких сотен мегапарсек. Астрономы С. Шандарин, Р. Киришнер и др., которые в 1981–1982 гг. открыли крупномасштабную структуру, наблюдали далёкие галактики в телескоп на трёх полях галактик, отстоящих друг от друга на угловые расстояния в 5 угловых градусов. В каждом из полей они сосчитали галактики, измерили их красные смещения и построили гистограмму (графическую столбчатую диаграмму), в плоскости которой отложили то, что считали и измеряли: число галактик N – красное смещение z . На гистограмме выявились два пика, разделённые почти пустым пространством. Их интерпретация была предельно проста: мы видим два блина крупномасштабной структуры Вселенной, а между ними пустое поле.

Дальнейшие исследования показали, что самые крупные пространственные неоднородности в распределении галактик имеют форму *волокон*, или *филаментов* (англ. *filament* – нить, волокно), которые образуют стенки ячеек – *войдов*. *Внутри каждого войда галактик нет, они сосредоточены в волокнах, образующих стенки войда* (так можно себе представить трёхмерную паучью паутину). Размеры войдов около 100 Мпк, толщина волокон около 10 Мпк. Эта крупномасштабная *ячеистая структура* Метагалактики, как принято считать, не образует более крупных структур, поэтому в данных мегамасштабах Метагалактика однородна и изотропна.

Конечно, абсолютная категоричность здесь неуместна. Планируется построить полное трёхмерное распределение галактик в Метагалактике на глубину, превышающую сотню мегапарсек.

Рассмотрим механизмы образования ячеистых структур Метагалактики. После Большого взрыва образовавшееся вещество и электромагнитное поле были рассеяны и представляли собой газово-пылевое облако и электромагнитный фон. В результате взаимопритяжения частиц пыли и газа (главным образом водорода) образовались первые поколения звёзд. После того, как возникли первые звёзды, оставшийся газ, ввиду наличия у него внутреннего момента движения, собрался в тонкий диск (блин), и в этом диске сформировалось из газа второе поколение звёзд. Наиболее массивные звёзды быстро эволюционировали с образованием тяжёлых металлов, которые выбрасывались в межзвёздный газ. Некоторые из тяжёлых металлов конденсировались в крошечные крупинки – межзвёздную пыль.

Когда в центральной плоскости галактики было сформировано достаточное количество звёзд, неустойчивость движения заставила их временно объединиться в скопления, из которых были образованы спиральные рукава. Рукава представляют собой протяжные образования, которые вращаются вокруг центра галактики. Вещество, из которого они состоят, испытывает изменения. Некоторые звёзды могут переходить из одного рукава в другой. Подобно звёздам, межзвёздный газ и пыль также находятся в рукавах. В межзвёздном газе в результате вспышек сверхновых звёзд, возникает разница в давлении. Газ оттекает из области высокого давления в область низкого давления, образуются облака неионизированного газа высокой плотности. Силы тяготения стремятся сжать такое облако в более компактное образование. Однако сжатие препятствует внутреннее давление, которое стремится заставить облако расширяться. Обычно внутреннее давление больше гравитационного. Но иногда внешнее давление внезапно повышается из-за происходящих неподалёку бурных событий (например, вспышка *сверхновой звезды*, образование массивной звезды или крупномасштабная перестройка межзвёздного магнитного поля). Облако может сжаться до плотности гораздо больше типичной. Тяготение может преодолеть внутреннее давление, вследствие чего облако начинает катастрофически сжиматься и образуются звёзды. По мере сжатия межзвёздные пылинки защищают внутренние области облака от нагрева излучением звёзд, находящихся снаружи. Температура облака падает, а с ней внутреннее давление в облаке. В результате облако распадается на части, а те, в свою очередь, – на ещё меньшие образования. В звёздах в результате сжатия водород превращается в гелий. По-

скольку в центре давление выше, то и гелий образуется в центре, получается гелиевое ядро.

Ядро ещё больше сжимается и разогревается. В слоях, прилегающих к ядру, из-за огромной температуры также начинает образовываться гелий. Когда температура внутри звезды достигает $1,5 \times 10^7 \text{K}$, гелий превращается в углерод с последующим образованием всё более тяжёлых химических элементов. В результате образуются красные звёзды, сверхгиганты. Заключительный этап жизни звезды зависит от её массы. При малой массе внешние слои постепенно расширяются и в конце концов покидают ядро звезды, на месте гиганта остаётся горячий маленький карлик с белым свечением, который затем постепенно остывает и становится потухшей звездой. Если масса звезды примерно вдвое превышает массу Солнца, то такие звёзды на последнем этапе эволюции теряют устойчивость и могут взорваться, как сверхновые, обогащая межзвёздную среду тяжёлыми химическими элементами, а затем сжаться, превратившись в нейтронные звёзды с диаметром в несколько километров.

Внутри звёзд в ходе термоядерных реакций образуется до 30 химических элементов, а во время взрыва сверхновой и все остальные известные на Земле химические элементы. Обогащённая тяжёлыми элементами межзвёздная среда образует звёзды нового поколения. Возраст звёзд можно определить методом спектрального анализа. Есть звёзды сверхгиганты, намного превышающие массу Солнца. Они либо превращаются в нейтронную звезду, либо в процессе неограниченного сжатия – в «чёрную дыру», т.е. в объект, обладающий гигантским по своей величине полем тяготения, не выпускающий за свои пределы никакое излучение. Их можно обнаружить косвенно, по гравитационному воздействию на окружающие тела. Межзвёздный газ или газ соседней звезды, притягиваясь и падая на «чёрную дыру» (этот процесс называется *аккрецией*), образует вокруг неё шлейф. Напрашивается вывод: звёзды и галактики подчиняются всеобщим законам диалектики: рождаются, живут и умирают. И процесс этот продолжается до наших дней.

7.7. Ранние эпохи образования Вселенной

Проследим за динамикой развития Вселенной после взрыва. Чем дальше мы уходим в прошлое, тем больше температура, всё ближе и ближе сингулярность – загадка взрыва Вселенной. Современная наука позволяет в мысленном путешествии во времени подойти к сингулярности вплотную. Вернёмся опять к использованию простейших математических формул, которые позволят с большей наглядностью проиллюстрировать это путешествие. Связь температуры T и времени t , прошедшего от начала расширения, такова: $T = 10^{10} / (t)^{1/2}$.

Здесь температура T задаётся в градусах Кельвина, время t – в секундах. Начальная температура есть величина порядка $10^{32}K$. Это так называемая планковская температура, составленная из планковских единиц длины, времени и массы. С этого момента (с нуля времени или «от сотворения мира», как его именовал Фридман) Вселенная начала расширяться, температура стала понижаться, а объём расти. Опять же, через планковское время, которое оценивается величиной $10^{-43}c$, после рождения классического пространства-времени во Вселенной наступила инфляционная эпоха. Она характеризуется предельно сильным отрицательным давлением (его иногда называют состоянием фальшивого вакуума), при котором меняются законы обычной гравитационной физики. Вещество становится не источником притяжения, а источником отталкивания. Во время этой эпохи объём Вселенной увеличивается на много порядков, вплоть до ста, т.е. практически до размеров почти современной Вселенной, которая в результате оказывается в одной причинно-следственной области, уравнивается кинетическая энергия расширения и её потенциальная энергия. Из-за действия сил отталкивания Вселенная «разгоняется» и приобретает большую кинетическую энергию, которую в дальнейшем, в последующие эпохи, мы наблюдаем в виде хаббловского расширения по инерции.

Через одну секунду после взрыва температура была уже 10 млрд градусов. При такой огромной температуре происходят процессы рождения и аннигиляции (превращения в свет, в фотоны) элементарных частиц. Например, процессы рождения пар электрон-позитрон при столкновении фотонов и, обратная реакция, аннигиляция пар электрон-позитрон с превращением в фотоны.

При ещё более высокой температуре, следовательно, ещё ближе к моменту «взрыва», возможно рождение и аннигиляция более тяжёлых частиц и античастиц, причём непрерывно происходило быстрое взаимное превращение. В этом первоначальном «планковском кипящем бульоне» частиц было примерно столько же, сколько фотонов. В настоящее время фотонов в миллиард раз (10^9) больше, чем частиц (протонов). Очевидно, объяснить такое соотношение между числом фотонов и числом частиц в прошлом и настоящем можно, если только предположить, что в «кипящем планковском бульоне» в прошлом на каждый миллиард античастиц приходился миллиард плюс одна частица, т.е. существовала мизерная асимметрия между частицами и античастицами. (Если бы асимметрия была в другую сторону, то нынешняя Вселенная состояла бы из антивещества). Возникает множество вопросов: Почему разница между количеством частиц и античастиц так мала? и т.д. Оставим в стороне пока эти вопросы и вернёмся к ситуации, возникшей через одну секунду по-

сле взрыва. В это время от всего разнообразия частиц остались только фотоны, электроны и позитроны, нейтрино и антинейтрино. Нейтрино и антинейтрино вырвались из равновесного состояния, из «кипящего бульона» примерно через 0,2 с после взрыва (в отличие от фотонов, оторвавшихся примерно через миллион лет).



Как уже обратили внимание, анализ «Большого взрыва» свёлся к обсуждению проблем, связанных с элементарными частицами. За последние годы в физике элементарных частиц произошли большие изменения. Сейчас логически последовательное описание Big Bang'a невозможно без элементарных частиц. Стало ясно, и это мы показали раньше, что такие элементарные частицы, как протон и нейтрон, не являются «кирпичиками мироздания», а являются сложными системами, состоящими из более элементарных объектов – кварков. Если условно мы подразделяем наш мир на три иерархических уровня по своим, отличающимся друг от друга законам и проявлениям – *микромир*, *макромир* и *мегамир*, то в момент «Большого взрыва» произошло слияние микро- и мегамира. Такое состояние Вселенной в то ушедшее время получило название *микрокосмоса*.

Все тяжёлые частицы (адроны) состоят из кварков. Соединение кварков осуществляется посредством элементарных переносчиков сильного взаимодействия – глюонов. Но самое поразительное заключается в том, что на взаимодействие элементарных частиц, на сложные процессы, проходящие в «кипящем бульоне», оказывает влияние пустота – физический вакуум. Этот особый вакуум (так считает современная наука) является сложным состоянием, необычной пустотой, от которого зависят свойства пространства-времени и материи. Физический вакуум – это сложнейшее состояние «кипящих» виртуальных частиц всевозможных сортов (см. далее).

Следует также вспомнить о известных нам видах взаимодействия. Таких видов, как уже указывалось, всего четыре: гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное. Переносчиком электромагнитного

взаимодействия являются фотоны – кванты электромагнитного поля, не имеющие массы покоя и двигающиеся всегда только с одной скоростью – со скоростью света. Слабое взаимодействие проявляется лишь на очень малых расстояниях – порядка 10^{-16} см (радиус электромагнитного и гравитационного взаимодействия бесконечен). Переносчиками слабого взаимодействия являются бозоны, которых имеется три вида: W^+ , W^- , Z^0 . При высокой температуре $T > 10^{15}$ К различие между слабым и электромагнитным взаимодействием пропадает, при этой температуре (можно пересчитать, в какой момент времени после взрыва это происходит) существуют единое электрослабое взаимодействие. Частицы, подверженные слабому взаимодействию, называются лептонами. При температурах $T \gg 10^{15}$ К, когда возникает единое электрослабое взаимодействие, существует симметрия между электромагнитным и слабым взаимодействием. Поле, осуществляющее электрослабое взаимодействие, называется *полем Хиггса* (совсем недавно объявлено об открытых бозонах Хиггса).

Упомянутые выше кварки являются кирпичиками тяжёлых частиц – адронов, их существование убедительно экспериментально доказано. Но парадоксальным в данном случае является то, что кварки в свободном состоянии не обнаружены, они просто не могут существовать в свободном состоянии. У кварков есть характеристика, величина, аналогичная электрическому заряду у «обычных» элементарных частиц. Эта величина называется «цветом». Сильное взаимодействие ещё иначе называют цветной силой. При температурах, значительно более высоких, чем 10^{15} К (этой температуре соответствует энергия 10^2 Гэв, Гэв – гигаэлектронвольт, гига означает 10^9), возможно объединение электрослабого и сильного взаимодействия. Это объединение, носящее название Великого, наступает при энергиях 10^{14} Гэв. Для сравнения можно напомнить, что самые мощные в мире ускорители элементарных частиц разгоняют элементарные частицы до порядка 10^2 Гэв. Таким образом, в обозримом будущем взаимодействие Великого объединения в лабораторных условиях наблюдать невозможно. Такие состояния может создать только сама Природа, в частности, вблизи «Большого взрыва» такие состояния возможны. Не исключена возможность такого состояния и в локальных объектах Вселенной, например в «чёрных дырах». Это состояние может возникнуть, например, со звездой при гравитационном коллапсе.

Почему возник такой вопрос? Правильность теоретических представлений о взаимодействии Великого объединения можно проверить по исследованию, анализу процессов в сегодняшней Вселенной, ведь в сегодняшней Вселенной должны существовать следы тех грандиозных событий, которые происходили вблизи «Большого взрыва». Кстати, если под-

считать момент времени t , соответствующий температуре T , когда энергия 10^{14} Гэв (тогда $T \cong 10^{27}$ К), то получится $t \cong 10^{-34}$ с.

На наших глазах происходит осуществление научной мечты Эйнштейна – мечты об объединении всех сил природы. Итак, при температурах $T \cong 10^{27}$ К происходит объединение трёх сил: электромагнитной, слабой и сильной. Остаётся в стороне только одна сила – гравитационная. Кажется бы, осталось сделать только один шаг, но этот последний шаг до сих пор не удаётся сделать пока никому.

Напомним, что специальная теория относительности объединила пространство и время. Общая теория относительности, являющаяся современной теорией гравитации, исходит из того, что гравитация – это проявление искривления четырёхмерного пространства-времени. Массивные тела искривляют пространство-время, и эти тела движутся «свободно» в искривлённом пространстве-времени по геодезическим линиям. Эйнштейн по существу показал следующее: природа гравитационного поля по существу геометрическая – это кривизна пространства-времени. Эйнштейн был убеждён, что и электромагнитное поле должно иметь геометрическую природу. До самой смерти (он умер в 1955 году) Эйнштейн работал над теорией, объединяющей гравитацию и электромагнетизм. Сейчас, когда мы знаем о наличии ещё слабого и сильного взаимодействия, мы понимаем тщетность усилий Эйнштейна.

Теперь мы снова обращаемся к идее объединения всех сил с гравитацией. Оценка энергии, при которой должно произойти объединение всех сил природы, равна 10^{19} Гэв, что соответствует температуре $T \cong 10^{32}$ К, т.е. начальной температуре в *сингулярности*. В результате этого суперобъединения нет отдельных четырёх взаимодействий, есть только одно, универсальное супервзаимодействие. При разработке теорий, в которых существует единое универсальное взаимодействие, учёные с неизбежностью приходят к рассмотрению абстрактных пространств с большим, чем четыре, числом измерений. Есть варианты теорий, в которых рассматриваются 10, 11 и даже 26 измерений вместо обычных четырёх. Почему же мы на практике не обнаруживаем этих дополнительных измерений? Как утверждают учёные, все дополнительные измерения компактно «сворачиваются» на расстояниях порядка 10^{-33} см – это так называемая планковская длина волны. На этих расстояниях необходимо учитывать квантовые эффекты – здесь уже не «работает» классическая общая теория относительности. Квантовой же теории гравитации в признанном всеми варианте пока ещё не существует.

Вернёмся к нашему путешествию во времени к точке «Большого взрыва». Мы говорили о том, что в нашей Вселенной должны сохраниться «следы» тех процессов, которые протекали вблизи сингулярного со-

стояния. К таким «следам» относятся самые фундаментальные свойства нашего мира, а именно, то, что пространство имеет три измерения, а время – одно. Тот факт, что во Вселенной есть вещество, также обусловлен процессами вблизи сингулярного состояния. Вообще Вселенная вблизи «Большого взрыва» напоминает *суперген* (если использовать биологическую терминологию), в котором заложена вся информация о будущем Вселенной. Недаром католической церкви понравился Big Bang.

Однако продолжим анализ начала и последующих моментов после взрыва. По прошествии трёх-пяти минут после начала расширения температура во Вселенной упала ниже одного миллиарда градусов. При этой температуре возможно соединение протона и нейтрона в ядро дейтерия. В результате реакций синтеза при температуре ниже миллиарда градусов начинают возникать ядра гелия. На этом ядерные реакции в ранней Вселенной прекращаются. Расчёты показывают, что в первичном веществе должно образоваться около 25% гелия по массе, а остальное вещество (75%) – это ядра атомов водорода (протоны). Наблюдения показывают, что первые звёзды во Вселенной образовались из вещества, химический состав которого соответствует предсказаниям теории горячей Вселенной. Все другие химические элементы образовались при дальнейшей эволюции Вселенной главным образом в недрах звёзд, а за образование тяжёлых элементов ответственны в первую очередь процессы в сверхновых звёздах. (Таким образом, атомы, которые есть в нашем организме, когда-то были рождены в недрах какой-то сверхновой звезды).

После рекомбинации атомов вещество, заполняющее Вселенную, представляло собой газ, который вследствие гравитационной неустойчивости стал собираться в сгущения. Результаты этого процесса мы видим в виде скоплений галактик, галактик и звезд. Структура Вселенной весьма непростая, и изучение механизма её образования – это одна из самых интересных задач настоящего времени. Как ни странно, она далека от решения – мы более ясно представляем себе, что происходило в первые секунды после Большого взрыва, чем в период от миллиона лет до нашего времени.

Есть много загадок в космологии, которые человечество ещё не разгадало. Например, почему наша Вселенная является однородной? (Конечно, в больших масштабах). Почему средняя плотность вещества во Вселенной очень близка к критической плотности? И самая главная загадка: что могло быть причиной начала расширения?

Советские русские физики А.Д. Линде и А.А. Старобинский показали, что состояние с огромным отрицательным давлением, как у вакуума, во Вселенной могло возникнуть в результате квантовых эффектов в гравитационном поле. Это огромное отрицательное давление могло воз-

никнуть при температуре «кипящего бульона», равной $T \approx 10^{32}\text{К}$, т.е. при этой температуре происходит суперобразование (взаимодействие Великого объединения и гравитационное сливаются в одно взаимодействие). Соответствующий момент времени $t_{\pi} \approx 3 \times 10^{-44}\text{с}$, плотность материи в этот момент $\rho \approx 10^{94}\text{г/см}^3$. Возможно, что возникновение состояния с огромным отрицательным давлением в этот момент и послужило *первотолчком* к расширению Вселенной. Сейчас ясно одно, что чем ближе к «началу», тем экзотичней становятся законы природы, тем больше возникает вопросов.

В заключение укажем основные эпохи расширения Вселенной с указанием только ключевых процессов. В соответствии с физическими признаками различают 4 эпохи – *адронную, лептонную, излучения и вещества*. *Адронная эпоха* длилась в течение $10^{-44} - 10^{-5}$ с, температура адронов, лептонов и фотонов в начале была 10^{32}К , плотность 10^{94} (г/см³), по окончании температура – $3 \times 10^{12}\text{К}$, плотность 10^{16} (г/см³) и происходила аннигиляция нуклонов и антинуклонов. *Лептонная эпоха* длилась до 0,2 с при температуре от 10^{12}К до $2 \times 10^{10}\text{К}$, плотность понизилась от 10^{14} до 10^7 (г/см³), аннигиляция мезонов, образование мюонов и нейтрино привели к образованию реликтовых нейтрино. *Эпоха излучения* продолжалась с 10 с до 35 мин, температура изменилась с 10^{10} до $3 \times 10^8\text{К}$, плотность упала до плотности воды – 1 (г/см³), эпоха начиналась с аннигиляции электронов и позитронов, а завершилась образованием гелия и дейтерия. *Последняя эпоха – вещества* – продолжалась с 400 тыс. лет до первого млрд, температура понизилась с 3000 К до 30 К, плотность упала с 10^{21} до почти современной 10^{-27} (г/см³), началась рекомбинация вещества (отрыв излучения от вещества), породившая реликтовые фотоны, и завершилась образованием первых звёзд.

7.8. Альтернативные теории гравитации и космологии в современной науке

Успехи и достижения общей теории относительности (ОТО), созданной Альбертом Эйнштейном в 1907–1917 гг., не нуждаются в какой-либо пропаганде или представлении. Сто лет она находится в центре внимания физиков-теоретиков и космологов. Именно ОТО дала Александру Фридману возможность показать эволюцию Вселенной в нескольких вариантах (расширение, сжатие, цикличность и пр.), а астрономам Весто Слайферу и Эдвину Хабблу по открытому ими *красному смещению* в спектрах галактик выбрать один из вариантов – *расширение*. Дальнейшее исследование ОТО привело сначала Жоржа Лэметра к идее возникновения Вселенной при *взрыве первоатома*, а затем Георгия Гамова

к гипотезе Большого взрыва (или гипотезе горячей Вселенной). Свыше 60 лет Большой взрыв (и коллапс, и чёрные дыры) занимает умы физиков и космологов, утвердившихся на основе астрономических наблюдений в своей истинной правоте (что вообще-то противоречит *принципу фальсификации* Карла Поппера), породив научное мировоззрение, принятое называть *стандартной космологической моделью*. Создаётся впечатление, что достойных конкурентов у стандартной модели нет. Мы хотим здесь показать, что это совсем не так.

Релятивистская теория гравитации (РТГ). В основу РТГ, созданную и развиваемую академиком А.А. Логуновым с учениками, положена специальная теория относительности Эйнштейна, т.е. пространство Минковского, что традиционно обеспечивает наличие законов сохранения энергии-импульса и момента импульса для всех физических процессов, в том числе и гравитационных. Гравитация признаётся универсальной и её источником являются все поля существующей материи без исключений. В результате этого возникает *эффективное риманово пространство*, в котором движение пробного тела оказывается эквивалентным движению этого тела в пространстве Минковского под действием гравитации и наоборот. Силы гравитации тогда есть *физические силы*, а потому они не могут обратиться в нуль (исчезнуть) выбором системы координат (отсчёта). Это позволяет *отделить* в теории силы инерции от сил гравитации (последние эквивалентны между собой в ОТО). Благодаря этому топологии ОТО и РТГ (топология – это *геометрические свойства фигур и пространств* при непрерывных их преобразованиях) различны, что ведёт с необходимостью к наличию у гравитона ненулевой массы покоя. Это позволяет рассматривать гравитационное поле как *физическое поле в пространстве Минковского*, считая его источником полный сохраняющийся тензор энергии-импульса всей вселенской материи. Именно наличие массы покоя гравитона совершенно изменяет как процесс коллапса материи Вселенной, так и эволюцию Вселенной. Другой важный отличающий факт РТГ от ОТО состоит в том, что возникновение эффективного риманова пространства в полевой теории гравитации позволяет глубже понять природу гравитационного поля и прийти к новому уникальному выводу. Вывод уникален тем, что гравитационное поле *обладает* не только *свойством замедлять течение инерциального времени* (об этом Эйнштейн знал), но и *свойством останавливать процесс замедления времени* (этого Эйнштейн не знал и не предполагал и никто из адептов ОТО также). Становится известной *способность гравитационного поля к ограничению своей величины* (самоограничение, саморефлексия, как сказали бы философы) и *невозможность полной остановки им течения времени*. Общее свойство гравитационного поля по ограничению: замедлять течение времени, ограничи-

вая (ослабляя) тем самым свой потенциал, *останавливать процесс безудержного сжатия*, например звёзды. Это находится в согласии с таким высказыванием самого Эйнштейна 1939 года (Собр. соч. Т. II. С. 531): «Основным результатом проведённого исследования является чёткое понимание того, что в реальном мире *отсутствуют «шварцшильдовские сингулярности»*... Шварцшильдовская сингулярность отсутствует, так как вещество нельзя концентрировать произвольным образом; в противном случае частицы, образующие скопления, *достигнут скорости света*... Эта проблема совершенно естественно привела к вопросу о том, допускают ли физические модели существования такой сингулярности. Настоящая работа отвечает на этот вопрос *отрицательно* (выделение курсивом наше – Авт.)». (Современные физики этот вывод Эйнштейна почему-то забыли!). Далее самоограничение в РТГ *запрещает (исключает) и возникновение «чёрных дыр»*. Оно же приводит к минимальному значению масштабного фактора a_{\min} и, следовательно, к отсутствию космологической особенности (сингулярности), так что расширение Вселенной начинается с конечного значения масштабного фактора a_{\min} . Здесь проявляется, пожалуй, самое удивительное (и необходимое для решения проблемы ускоренного расширения Вселенной) свойство гравитационного поля: создавать в сильных полях *отталкивания*, останавливать процесс сжатия Вселенной и осуществлять его ускоренное расширение. Несовместимой оказывается РТГ и с существованием эйнштейновой космологической постоянной Λ , приводящей к неограниченному расширению Вселенной, допуская, однако, существование *квинтэссенции* (некоторой субстанции). Всё это делает возможным *принять самоограничение* величины гравитационного поля, установленное в РТГ, в качестве фундаментального *физического принципа*.

Поляризационная теория мироздания (ПТМ). Новая парадигма теоретического познания изложена в одноименной монографии В.В. Чернухи (2008) и ещё не стала предметом активного обсуждения, но внимания к себе заслуживает и здесь представлена предельно кратко. Поляризационная парадигма включает три блока: *фундаментальный, космологический и иерархический*. На *фундаментальном* уровне материи сохраняется существование двух типов частиц – реальных и виртуальных, двух типов полей – классических и квантовых, трёх типов механического движения – трансляционного, колебательного и вращательного; свойства взаимодействий определяются их симметрией (все симметрии задаются унитарными, унимодулярными группами $SU(n)$). На *космологическом* уровне наблюдаемая Вселенная есть частица Мироздания, она зарядово-асимметрична: вещество (барионы) доминирует над антивеществом; при красном смещении $z \approx 1$ расширение Вселенной ускоряется; *в галактиках*

и их скоплениях доминирует небарионное вещество; крупномасштабная структура в однородной Вселенной не образована механическим способом. На иерархическом уровне физика является фундаментом наук, изучающих любые иерархические уровни; существует универсальный генетический код, жизнь эволюционирует от простого к сложному. Вводится некий (творящий) нуль-вакуум, в котором значения всех без исключения физических величин равны нулю, так что уравнение Мироздания (уравнение среднего) для поляризационно возбужденных его любых состояний принимает вид: $\langle A \rangle = 0$. Поляризация вакуума – это фундаментальный тип физических процессов. Сам поляризационный мир включает три его типа. Исходными являются миры классических комплексных скалярных полей с трансляционной симметрией и конечной скоростью распространения – *c-миры*. В *c-мире* при поляризации вращения возникают локальные аксиальные симметрии и миры квантовых полей и частиц, характеризующиеся планковской константой \hbar – *h-миры*. Возникают локальные вкрапления негравитирующих *h-миров* (вселенных). В *c-* и *h-мирах* время обратимо, события прошлого, настоящего и будущего сосуществуют вместе, эволюция невозможна. Гравитирующие или *G-миры* и *G-вселенные* возникают при поляризации в *h-вселенных*, ограниченных пространств с центральной симметрией и гравитацией. Гравитация нарушает временную или T-инвариантность не только у K^0 -мезонов, но и у нейтронов, приводя к их распаду (предсказываемое ПТМ время распада согласуется с экспериментально измеренным временем). Как следствие можно заключить, что по этой причине должны эволюционировать нуклонные миры (наш в том числе).

Обсудим возможности ПТМ для объяснения образования и эволюции Вселенной как альтернативы или антитезы ОТО. Указывается, что открытое недавно доминирование тёмной материи, динамика и эволюция массы которой неизвестна, ставит под сомнение гипотезу раннего рождения этой массы в ОТО и при Большом взрыве. Вселенная в ПТМ предстает как рождающаяся структура, в силу чего, естественно, возникает гипотеза о поляризационном нарастании массы невидимой материи, ведущем к расширению Вселенной. Определяющими оказываются не гравитационные, а поляризационно-реактивные силы, обусловленные изменением массы темной материи. Виктором Чернухой осуществлен новый поляризационный вывод закона Хаббла. При этом впервые объяснено давно известное отклонение от закона Хаббла в областях Местной группы галактик («загадка Хаббла»), давно указанное А. Сэндиджем, когда-то работавшим с Хабблом. В ПТМ установлено, что наблюдаемое нами барионное вещество звезд и галактик вкраплено в пространство Вселенной в виде галактических систем, имеющих структуры, которые не зависят от глобального расширения, поэтому сам закон Хаббла не зависит от про-

странственного распределения вещества в релятивистском мире – определяющие его процессы происходят в поляризованном мире. В отличие от модели Фридмана закон Хаббла применим и к областям, где вещество неоднородно. Таким образом, нет никакой «загадки Хаббла». В поляризованном выводе исчезает и знаковая роль критической плотности материи Вселенной, введённой Фридманом как критического фактора, определяющего динамику расширения фридмановской Вселенной. Самым важным оказывается то, что нет никакой необходимости во введении антигравитирующего вакуума Эйнштейна-Глинера или тёмной энергии, вместо этого действует поляризационный процесс, в котором пространство Вселенной имеет нулевую кривизну (является евклидовым), что подтверждено данными проекта WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) по анизотропии реликтового излучения. Рассчитанные с помощью поляризационной парадигмы основные современные космологические параметры Вселенной оказываются совпадающими с измеренными в проекте WMAP, за исключением возраста Вселенной. Согласно ПТМ он равен 17 млрд лет, а по измерениям WMAP – $(13,4 \pm 0,3)$ млрд лет.

Квантовая теория гравитации Янчилина. Следует упомянуть также развитую на основе принципа Маха и соотношения неопределённостей Гейзенберга квантовую теорию гравитации, в которой открыто так называемое дискретное, но хаотическое движение объектов микромира, существующее как следствие влияния хаоса на наш мир. Изложение этой теории можно найти в книге В.Л. Янчилина «Неопределённость. Гравитация. Космос».

Резюме к главе 7

Решение уравнений ОТО (теории тяготения Эйнштейна), осуществлённое Александром Фридманом, привело к открытию фундаментального свойства Вселенной – её нестационарности.

Экспериментальное доказательство нестационарности Вселенной в виде её расширения появилось в 1929 году одновременно с открытием американским астрономом Э. Хабблом эффекта красного смещения линий в спектре галактических атомов водорода, интерпретированного как знаменитый закон Хаббла – закон разбегания галактик. Оценка величины постоянной Хаббла позволяет оценить возраст Вселенной (Метагалактики) в 13–17 млрд лет.

С открытием факта расширения Вселенной возникла проблема «начала» Вселенной. Данная проблема разрешена на сегодняшний день в виде гипотезы Лемэтра о Большом взрыве и гипотезы Гамова о начальной горячей сингулярности. Проявлением Большого взрыва является предсказанное Гамовым и экспериментально обнаруженное реликтовое

излучение. Современная наблюдательная астрономия практически достигла Космологического Горизонта, за которым Вселенная не видна.

ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 7

1. Без какого фундаментального принципа невозможно обойтись при построении общей теории относительности (теории тяготения Эйнштейна)?

а) релятивистского принципа относительности; б) принципа, утверждающего соответствие между массой частицы и её волной; в) принципа тождественности тяжёлой и инертной масс; г) принципа относительности к средствам наблюдения.

2. Реликтовое излучение, как физическое явление - это:

а) космическое фоновое излучение, следствие взрыва ранней горячей Вселенной; б) инфракрасное излучение из центра Галактики; в) излучение реликтовых звёзд; г) межгалактическое излучение сверхновых звёзд; д) инфракрасное излучение звёзд.

3. Какое утверждение относительно характеристик Вселенной является неправильным?

а) возраст Вселенной оценивается в интервале от 10 до 20 млрд лет; б) кривизна Вселенной возрастает; в) средняя плотность Вселенной ниже критической; г) самые далекие наблюдаемые объекты Вселенной находятся на расстоянии порядка 10 млрд световых лет.

4. Что известно современной науке о центре Вселенной?

а) находится в туманности Андромеды; б) находится в Магеллановых Облаках; в) ещё не определён, но будет определён; г) находится в сингулярности, породившей Большой взрыв; д) так как Вселенная однородна и изотропна, его нет.

5. Найдите одно верное утверждение:

а) согласно общей теории относительности искривление траектории тела, движущегося в поле тяготения, происходит из-за действия силы тяготения; б) геометрические свойства искривленного пространства-времени определяются массой или энергией материи в этом пространстве; в) вблизи массивных тел пространство является евклидовым; г) только гравитационное поле искривляет пространство-время.

6. Под понятием Метагалактика в современной космологии понимается:

а) первая сотня ближайших к нам галактик; б) сосредоточие чёрных дыр Вселенной; в) доступные для наблюдения квазары Вселенной; г) доступная для наблюдения Вселенная.

7. Какая величина принципиально определяет темп расширения Вселенной и возможность смены расширения на сжатие?

а) средняя плотность вещества Вселенной; б) масса всех звезд; в) радиус Вселенной; г) средняя температура Вселенной; д) плотность чёрных дыр; е) тёмная масса.

8. Укажите одно верное утверждение относительно расширения Вселенной:

а) все галактики удаляются от Земли с постоянной скоростью; б) существует особая точка в космосе, относительно которой галактики разбегаются; в) скорость удаления галактик друг от друга пропорциональна их взаимному расстоянию; г) характер расширения Вселенной не зависит от средней плотности Вселенной.

9. Наблюдательные данные какой приведённой ниже характеристики дают возможность определить химический состав звёзд?

а) спектра излучения звезды; б) температуры поверхности звезды; в) цвета звезды; г) яркости звезды; д) потока гамма-частиц звезды.

10. Выберите одно верное утверждение о черных дырах:

а) при беспредельном сжатии любого космического тела образуется объект – черная дыра, за пределы которой не вырывается даже свет; б) при гравитационном сжатии массивной звезды возможно образование черной дыры; в) чёрную дыру можно обнаружить как непосредственно, так и по взаимодействию с окружающей средой; г) образование чёрных дыр во Вселенной происходит так же часто, как и белых карликов или пульсаров.

11. Источниками высокостабильного (постоянного) по частоте космического излучения являются:

а) чёрные дыры; б) квазары; в) пульсары; г) активные ядра галактик; д) сверхновые.

12. Сверхмощное нестабильное (не имеющее постоянной частоты и периода) космическое излучение зафиксировано астрономами от:

а) квазаров; б) чёрных дыр; в) пульсаров; г) голубых гигантов; д) белых карликов.

13. Электромагнитные волны, попадая в область действия гравитационного поля...

а) испытывают «синее смещение»; б) не подвергаются никаким изменениям; в) ускоряют скорость движения; г) испытывают «красное смещение»; д) увеличивают массу покоя.

14. Общепринято называть состояние Вселенной до момента Большого взрыва:

а) метастабильным; б) виртуальным; в) синергетическим; г) планковским; д) сингулярным; е) синхроническим; ж) синфазным; з) иррегулярным.

15. Какие звёзды могут взорваться как сверхновые?

а) коричневые карлики; б) красные гиганты; в) жёлтые карлики; г) белые карлики; д) чёрные дыры; е) правильные ответы а), в); ж) правильные ответы б), д); з) правильные ответы б), г); и) голубые звёзды; к) пульсары; л) любые.

16. Под названием «галактика» принято понимать:

а) один из периодов развития эволюционирующей Вселенной; б) планета в созвездии Малая Медведица; сверхбыстрый астероид; в) гигантская звёздная система, подобная нашей звёздной системе; г) все звёзды типа красных гигантов.

17. Почему звезда существует как целое тело?

а) целостность звезды обусловлена вращением звезды вокруг некоторой оси; б) эволюция звёздного вещества поддерживает состояние звезды; в) равновесие вещества звезды и, следовательно, существование звезды как единого целого обусловлено равенством силы притяжения вещества, направленной к центру, и силы газового давления, направленной от центра; г) вещество звезды соединяет электромагнитное взаимодействие.

18. В тех случаях, когда звезда светит за счёт энергии гравитационного сжатия, то она:

а) находится на стадии протозвезды; б) светит за счёт тепловой энергии света; в) находится в тесной двойной системе с горячей звездой, которая подсвечивает поверхность более холодного компонента; г) светит за счёт распада радиоактивных нуклидов; д) находится на главной последовательности.

19. Коллапс звезды как явление:

а) фаза затмения звезды, видимой с Земли; б) переход в состояние черной дыры; в) образование новой звезды из вещества соответствующей туманности; г) неуправляемое быстрое гравитационное сжатие массивной звезды; д) одна из стадий эволюции звезды, сопровождающаяся наиболее интенсивным рассеянием лучистой энергии в окружающую среду.

20. Выстройте правильную иерархию объектов во Вселенной по убывающей сложности:

а) белый карлик – красный гигант – коричневый карлик – чёрная дыра – планета; б) Вселенная – планета – звезда – галактика; в) Вселенная – планета – звезда – галактика – чёрная дыра – белый карлик – красный гигант – коричневый карлик – планета.

ная – галактика – звёздная система – планета; г) Вселенная – звёздная система – комета – галактика.

21. Какое излучение из космоса свидетельствует о Большом взрыве?

а) межгалактическое тепловое излучение с $T = 2,73$ К, называемое реликтовым; б) протонное излучение звёзд с температурой около 1 млрд градусов; в) гравитационное излучение чёрных дыр; г) поток π -мезонов от комет.

22. Что такое крупномасштабная структура Вселенной?

а) структура тонкой подстройки, характерная для недавно возникших космических тел; б) структура, образованная галактиками, их скоплениями и сверхскоплениями; в) структура звёздных систем; г) структура молекул, составляющих звёздное вещество.

23. Укажите правильную последовательность эпох образования Вселенной:

а) адронная эпоха – лептонная эпоха – эпоха излучения – эпоха вещества; б) лептонная эпоха – адронная эпоха – эпоха излучения – эпоха вещества; в) эпоха протозвещества – лептонная эпоха – адронная эпоха – эпоха излучения – эпоха вещества; г) эпоха лептонов – эпоха кварков – эпоха туманностей – эпоха истинных ценностей.

24. Самый важный космологический принцип:

а) ближний космос – типичный образец Вселенной, так что фундаментальной чертой Вселенной является одинаковость её областей и направлений; б) ближний космос – типичный образец Вселенной, так что фундаментальной чертой Вселенной является неоднородность её областей и направлений; в) ближний космос – типичный образец Вселенной, так что фундаментальной чертой Вселенной является её идентичность во всех точках пространства.

25. Эволюция Вселенной согласно современным представлениям – это:

а) синергетический самоорганизующийся процесс; б) обратимый процесс; в) автопоэзис; г) термодинамический равновесный процесс; д) диссипативный процесс.

26. Химические элементы образовались:

а) в коричневых карликах; б) в процессе нуклеосинтеза в звёздах; в) на стадии инфляции Вселенной; г) на этапе существования бесструктурной Вселенной.

27. Основными причинами высокой светимости звёзд являются реакции термоядерного синтеза легких химических элементов и...

а) радиоактивный распад вещества; б) гравитационное сжатие; в) давление плазмы; г) химические превращения вещества.

Глава 8. КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПЫ НЕКЛАССИЧЕСКОГО – КВАНТОВОГО И КВАНТОВО-ПОЛЕВОГО – ФИЗИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

8.1. Концепции и принципы квантового естествознания

С тановление квантовых концепций. В конце XIX века состоялись открытия в разных областях физики, которые в дальнейшем послужили фундаментом при создании новой, квантовой физики. Каждое из этих открытий являлось само по себе замечательным событием в истории науки и достойно отдельного описания, поскольку этими открытиями и теориями начинается новый этап – этап неклассической физики, неклассического естествознания и неклассической науки в целом.

В 1895 г. В.К. Рентген (1845–1923), занимаясь исследованием катодных лучей, обнаружил неизвестные лучи, способные проникнуть через непрозрачные (для обычного, оптического диапазона света) тела. Новые лучи Рентген назвал X-лучами. Сейчас мы знаем, что X-лучи (рентгеновские лучи) – это не что иное, как самые обычные электромагнитные волны, но с длиной волны значительно меньшей, чем у видимого света.



РЕНТГЕН (Рёнтген) Вильгельм Конрад (27 марта 1845 – 10 февраля 1923)

Выдающийся немецкий физик, работавший в Вюрцбургском университете. С 1875 года он является профессором в Хоэнхайме, с 1876 года – профессор физики в Страсбурге, с 1879 года – в Гиссене, с 1885 года – в Вюрцбурге, с 1899 года – в Мюнхене. Первый в истории физики лауреат Нобелевской премии (1901). Открытие Рентгеном X-лучей и его последующие исследования как учёного-физика сыграли важную роль в изучении строения атома. Эксперименты и исследования с использованием рентгеновских лучей помогли получить новые сведения о строении вещества, которые вместе с другими открытиями того времени заставили пересмотреть целый ряд положений классической физики. Через короткий промежуток времени рентгеновские трубки нашли применение в медицине и различных областях техники.

В марте 1896 г. (прошло всего несколько месяцев после открытия Рентгена) французский физик *Анри Беккерель* (1832–1908) сообщил об обнаружении им новых таинственных лучей, которые образуются в солях урана. Как станет ясно позднее, эти лучи возникают при радиоактивном распаде урана, т.е. Беккерель нашел не просто какие-то новые лучи, а обнаружил неизвестное до тех пор явление природы – *радиоактивность*.

В 1897 г. выдающийся английский физик *Джон Томсон* (1856–1940) обобщил всё, что было известно к тому времени о катодных лучах, и пришёл к выводу, что эти лучи – поток *отрицательно заряженных частиц*, которые были названы *электронами*. *Электрон был, по существу, первой открытой элементарной частицей*. Очень важная физическая характеристика – *заряд электрона* – была экспериментально определена только в 1912–1917 гг. в работах американского физика Миллекена. Все известные к сегодняшнему дню электрические заряды других частиц оказываются всегда кратными заряду электрона.

Выдающиеся открытия в конце XIX – начале XX века привели к существенному изменению представлений о пространстве и времени, о материи, её структуре и свойствах. В результате указанных фундаментальных открытий (открытие радиоактивности и электрона, построение специальной теории относительности, взаимосвязи массы и энергии, периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева) рушились прежние представления об атоме, главном объекте исследований того времени, как первом и неделимом кирпичике мироздания, введённом ещё Демокритом в античное время.

Важным этапом на пути к квантовой физике было возникновение *понятия кванта света*. В 1900 г. немецкий физик *Макс Планк* для решения проблемы излучения абсолютно чёрного тела выдвинул гипотезу о том, что энергия света излучается не непрерывно (согласно электромагнитной теории), а *отдельными порциями – квантами*. Величина кванта энергии E пропорциональна частоте излучения. Вот знаменитая формула Планка для энергии излучения кванта: $E = h\nu$, где $h = 6.62 \times 10^{-34}$ Дж.с – *постоянная Планка* (относится к мировым, фундаментальным константам), ν – частота света, E – энергия кванта. «*Введение гипотезы квант равносильно крушению классической теории, а не простому её видоизменению...*» – говорил Планк.

Таинственная постоянная Планка h постепенно проникла во все разделы физики и химии. Роль открытия Планка постепенно была оценена всеми физиками. Вот какую оценку этой гипотезе дал А. Эйнштейн: «*Открытие Планка стало основой всех исследований в физике XX века и с тех пор почти полностью обусловило её развитие... Больше того, оно разрушило остов классической механики и электродинамики и поставило пред наукой за-*

дачу: найти новую познавательную основу для всей физики». Такой основой стала квантовая механика, до создания которой оставалось чуть больше двадцати лет.



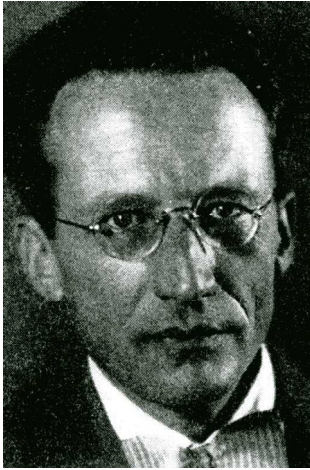
ПЛАНК (Planck) Макс
(1858–1947))

Немецкий физик, один из основоположников квантовой теории, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1913) и почётный член АН СССР (1926). Научные труды Планка посвящены термодинамике, теории теплового излучения, квантовой теории, специальной теории относительности, оптике. Он сформулировал второе начало термодинамики в виде принципа возрастания энтропии и использовал его для решения различных задач физической химии. Применив к проблеме равновесного теплового излучения методы электродинамики и термодинамики, Планк получил закон распределения энергии в спектре абсолютно чёрного тела (формула Планка) и обосновал этот закон, введя представление о квантах энергии и кванте действия. Это достижение положило начало развитию квантовой физики.

Принципы квантового естествознания. Первый (один из самых фундаментальных) шаг на пути зарождения квантовой механики как новой физической теории был сделан французским физиком Луи де Бройлем (1892–1987) в 1923 году, выдвинувшим в докторской диссертации гипотезу о волновых свойствах материи. Задача, которую поставил перед собой де Бройль, состояла в том, чтобы материальной частице с массой m , движущейся со скоростью v , приписать некоторый волновой процесс, т.е. частице ставилась в соответствие волна, обладающая некоторой длиной, которая определялась знаменитой формулой де Бройля:

$$\lambda = h/mv.$$

Развивая идею де Бройля о том, что всем микрочастицам соответствуют волны, австрийский физик Эрвин Шрёдингер (1887–1961) ввёл в 1926 г. дифференциальное уравнение с частными производными для так называемой ψ -функции, описывающей форму волн де Бройля. Введённая Шрёдингером ψ -функция задаёт амплитуду волн материи (волн де Бройля), изменяющихся от точки к точке и от одного момента времени к другому. Возникает естественный вопрос о физической природе пси-волн.



ШРЁДИНГЕР (Schrodinger)
Эрвин (1887–1961)

Австрийский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики, иностранный член-корреспондент (1928) и иностранный почётный член (1934) АН СССР. Разработал (1926) т.н. волновую механику, сформулировал её основное уравнение (уравнение Шрёдингера), доказал её идентичность матричному варианту квантовой механики. В книге «Что такое жизнь?» Шрёдингер обратился к проблемам генетики, взглянув на феномен жизни с точки зрения физики. Труды по кристаллографии, математической физике, теории относительности, биофизике. Нобелевская премия (1933, совместно с П.А.М. Дираком).



БРОЙЛЬ (де Брольи)
(de Broglie) Луи (1892–1987)

Французский физик-теоретик, один из основоположников квантовой механики. Выдвинул (1924) идею о волновых свойствах материи. Является автором работ по фундаментальным проблемам квантовой теории. Ему принадлежит гипотеза о волновых свойствах материальных частиц (волны де Бройля или волны материи), положившая начало развитию волновой механики. Предложил оригинальную интерпретацию квантовой механики (теория волны-пилота, теория двойного решения), развивал релятивистскую теорию частиц с произвольным спином, в частности фотонов (нейтринная теория света), занимался вопросами радиофизики, термодинамики, классической и квантовой теориями поля и других разделов физики. Труды по строению атомного ядра, распространению электромагнитных волн в волноводах, истории и методологии физики.

Сначала физики полагали, что волны материи представляют собой реальные колебания, связанные с частицами. В частности, волновая функция для электрона в атоме на самом деле описывает электрон не в виде частицы, а в виде электронного облака с различной плотностью в разных точках пространства. «Размазанность» электрона в пространстве не уст-

раивала многих физиков и тогда Эйнштейн и известный немецкий физик-теоретик Макс Борн (1882–1970) в том же 1926 г. предложили *вероятностную интерпретацию волновой функции*. Эйнштейн, вместо того чтобы рассматривать электрон как распределённый в некотором пространственном облаке, интерпретировал *квадрат пси-функции как плотность вероятности обнаружить электрон как частицу в той или иной точке пространства*. Вероятностная интерпретация Эйнштейна-Борна, хотя и является общепринятой в настоящее время, уже давно испытывает определённые затруднения при описании явлений микромира, особенно при высоких и сверхвысоких энергиях частиц (самому Эйнштейну она казалась недостаточно убедительной).



**Макс БОРН (11 декабря 1882,
Бреслау – 5 января 1970)**

Немецкий и британский физик-теоретик и математик, один из создателей квантовой механики. Является автором фундаментальных результатов в квантовой теории: он стал одним из основоположников матричной механики, предложил вероятностную интерпретацию волновой функции Шрёдингера, внёс существенный вклад в квантовую теорию рассеяния (борновское приближение). Занимался проблемами динамики кристаллических решёток, термодинамикой и кинетической теорией твёрдых тел, жидкостей и газов, теорией относительности, теорией упругости. Применял идеи квантовой механики к вопросам из различных разделов науки (строение атомов и молекул, физика твёрдого тела и другие), предпринял попытку построения нелинейной электродинамики (теория Борна-Инфельда).

В квантовой механике при описании объекта (частицы) на первый план выступает понятие состояния объекта, отличное от классического понимания. Состояние частицы в классической физике задаётся координатами и скоростью частицы. В связи с невозможностью одновременного определения координаты и скорости, согласно так называемому *принципу* или *соотношению неопределённостей Гейзенберга*, отпадает классическое задание состояния. Квантовомеханическое состояние задаётся с помощью набора квантовых чисел. Например, состояние электрона в атоме задаётся квантовыми числами n , l , m и m_s , где n – главное квантовое число, l – орбитальное квантовое число, m – магнитное квантовое число, m_s – спиновое квантовое число. Первые три квантовых числа имеют прямую

связь с известными физическими характеристиками – энергией, моментом импульса и проекцией момента импульса на направление магнитного поля соответственно. *Спиновое квантовое число*, или просто *спин* частицы – сугубо квантовомеханическая величина, отражающая внутренние свойства частицы, присущие ей. Наши попытки «представить» спин частицы как величину, связанную с вращением частицы вокруг своей оси, наталкиваются на неразрешимые противоречия с теорией относительности. С другой стороны, этот факт подчёркивает то, что в микро- и макромире (и мегамире) могут существовать свои, «непересекающиеся» понятия.



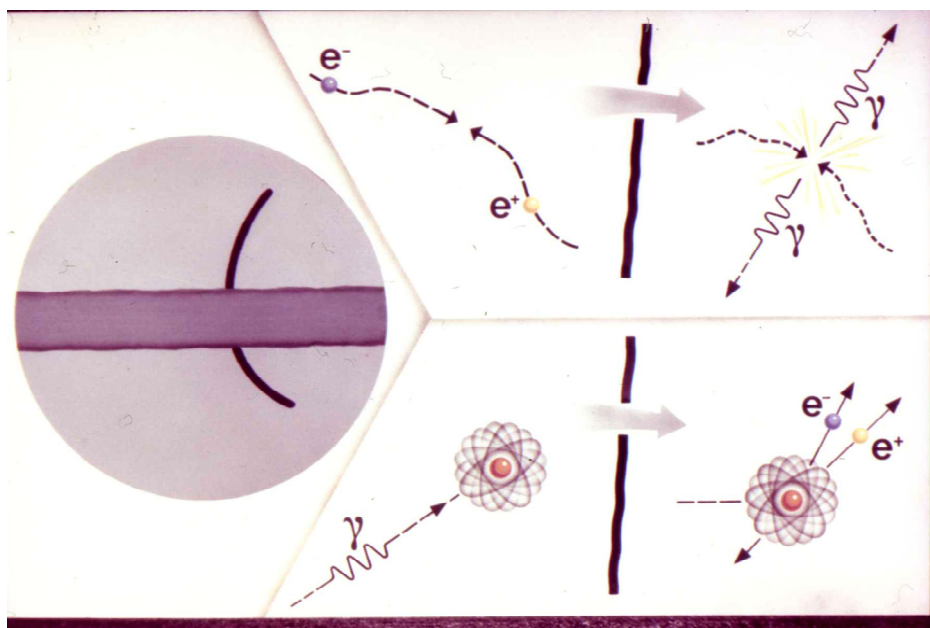
ГЕЙЗЕНБЕРГ (Хайзенберг)
(Heisenberg) Вернер (1901–1976)

Немецкий физик-теоретик, один из создателей квантовой механики. Предложил (1925) матричный вариант квантовой механики; сформулировал (1927) принцип неопределённости; ввёл концепцию матрицы рассеяния (1943). Является автором ряда фундаментальных результатов в квантовой теории: заложил основы матричной механики, сформулировал соотношение неопределённостей, применил формализм квантовой механики к проблемам ферромагнетизма, аномального эффекта Зеемана и пр. Труды по структуре атомного ядра, релятивистской квантовой механике, единой теории поля, теории ферромагнетизма, философии естествознания. Нобелевская премия (1932).

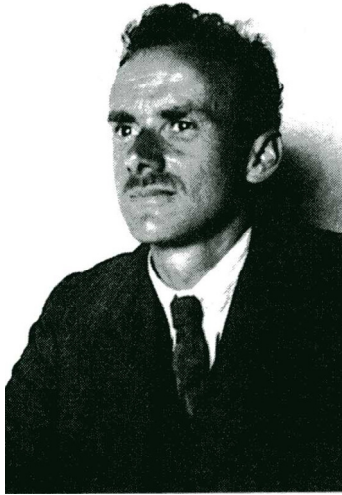
8.2. Квантово-полевой микромир сильного и слабого взаимодействий, принципы квантовой хромодинамики и систематики элементарных частиц

Идея построения материального мира из элементарных, фундаментальных кирпичиков (объектов) восходит к Демокриту, к его атомной гипотезе. В настоящее время можно дать вполне определённую классификацию элементарных частиц и их взаимодействий. Вместе с частицами существуют и античастицы (впервые предсказанные теоретически великим английским физиком-теоретиком *Полем Дираком* в 1928 г.). Характерная особенность частиц и античастиц заключается в том, что при их взаимодействии, столкновении происходит их взаимное уничтожение – *аннигиляция*, сопровождающаяся образованием фотонов. Вероятно,

самой первой экспериментально определённой элементарной частицей является *электрон*, затем физики (с «лёгкой руки» Планка и Эйнштейна) начали оперировать понятием *фотона* (*кванта электромагнитного поля*). В начале XX века, точнее к началу его тридцатых годов, физикам были уже известны (кроме *электрона*) такие элементарные частицы, как *протон*, *нейтрон* и *позитрон*. Для построения атома и его ядра как неких структур вполне, казалось бы, достаточно трёх частиц – протона, нейтрона и электрона. По существу, так оно и есть, ядро атома состоит из протонов и нейтронов, а электроны занимают определённые энергетические состояния вблизи ядра, которые впервые рассчитал ещё в 1913 г. *Нильс Бор*. Но, очевидно, природа атома и элементарных частиц не такая простая, как нам этого хотелось бы. И в настоящее время семейство элементарных частиц (с учетом очень короткоживущих – так называемых *резонансов*) насчитывает большее число, чем количество химических элементов в таблице Д.И. Менделеева (а их сейчас открыто 118). Очевидно, что слово «*элементарная*» частица в настоящее время имеет совсем другой смысл, чем в годы, когда были известны только фотон, электрон, протон и нейтрон. Сегодня элементарные частицы подразделяют на 3 класса: *адроны* (*адроны* включают в себя *барионы* и *мезоны*, и тогда можно говорить о 4 классах частиц), *лептоны* и *фотон* (*последний класс частиц, или, наоборот, первый, порядок здесь не важен, содержит только одну частицу, она же античастица себе*).



Античастицы: электрон и позитрон



ДИРАК (Dirac) Поль Адриен Морис (1902–1984)

Английский физик, один из создателей квантовой механики, иностранный член-корреспондент АН СССР (1931). Он является автором основополагающих трудов по квантовой механике (общая теория преобразований), квантовой электродинамике (метод вторичного квантования и многовременной формализм) и квантовой теории поля (квантование систем со связями). Разработал квантовую статистику (статистика Ферми – Дирака); релятивистскую теорию движения электрона (уравнение Дирака, 1928), предсказавшую позитрон, а также аннигиляцию и рождение пар. Предложил метод вторичного квантования. Заложил основы квантовой электродинамики и квантовой теории гравитации. Нобелевская премия (1933, совместно с Э. Шредингером).



БОР (Bohr) Нильс (1885–1962)

Датский физик, один из создателей современной физики. Основатель (1920) и руководитель Института теоретической физики в Копенгагене (Институт Нильса Бора); создатель мировой научной школы; иностранный член АН СССР (1929). В 1943–1945 гг. работал в США. Постулаты Бора содержат предположения о существовании стационарных состояний и об излучательных переходах между ними в соответствии с представлениями Планка о квантовании энергии вещества. Важные работы по теории металлов, теории атомного ядра и ядерных реакций. Труды по философии естествознания. Активный участник борьбы против атомной угрозы.

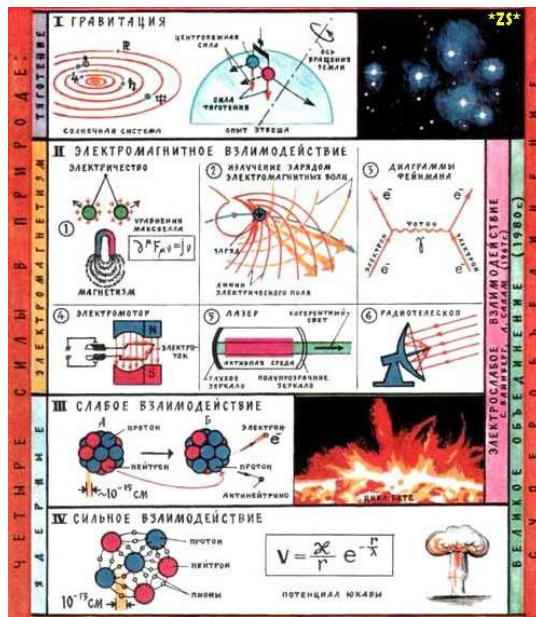
Подразделение элементарных частиц на классы связано с видами взаимодействий, существующих в природе. Всего в природе существует четыре вида взаимодействия и ниже они представлены по степени убывания их интенсивности.

- 1) *Сильные взаимодействия* (осуществляются только среди адронов).

2) *Электромагнитные взаимодействия* (осуществляются между всеми элементарными частицами, имеющими *электрический заряд*, и между *фотонами*, не имеющими электрический заряд, но являющимися переносчиками электромагнитного взаимодействия).

3) *Слабые взаимодействия* обуславливают медленные распады частиц с участием *нейтрино*. В «чистом» виде (т.е. без наложения, например, с электромагнитным взаимодействием) слабые взаимодействия существуют только у нейтрино.

4) *Гравитационные взаимодействия* (притяжение между любыми массами).



ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Рассеяние электронов внутри ядра

кварки глюоны
протон нейтрон

Кварки		Лептоны	
Обозначение	Электрический заряд	Название	Обозначение
u	$\frac{2}{3}e$	Электрон	e
c	$\frac{2}{3}e$	Мюон	μ
t	$\frac{2}{3}e$	Таон	τ
d	$-\frac{1}{3}e$	Электронное нейтрино	ν_e
s	$-\frac{1}{3}e$	Мюонное нейтрино	ν_μ
b	$-\frac{1}{3}e$	Таонное нейтрино	ν_τ

	Сильное	Электромагнитное	Слабое	Гравитационное
Взаимодействующие частицы	кварки, нуклоны	частицы с электрическими зарядами	кварки, лептоны	все частицы
Радиус действия сил	10^{-14} м	∞	10^{-16} м	∞
Относительная сила взаимодействия	1	10^2	10^5	10^{-38}
Частицы - носители взаимодействия	глюоны, мезоны	фотоны	промежуточные бозоны	гравитоны (?)

Виды взаимодействий в природе

Ещё на ранних стадиях изучения «элементарных» частиц возникли два вопроса. Первый – *какова роль и назначение частиц, кроме протона, нейтрона и электрона (из которых строятся атомы всех химических элементов) в общей картине строения материи?* И второй – *как соотносятся эти частицы с протонами, нейтронами и электронами, следует ли их рассматривать как элементарные образования?*

Определённого, исчерпывающего ответа на эти вопросы нет. Но сейчас мы имеем достаточно чёткую картину об одном, самом крупном классе элементарных частиц – классе адронов. Адроны в свою очередь, как уже отмечалось, подразделяются на барионы и мезоны. Барионы в своём составе содержат нуклоны (это протоны и нейтроны, частицы, из

которых состоят ядра атомов) и гипероны. Все адроны объединяет то, что они подвержены (или обладают?) сильному взаимодействию. В 1964 г. американские физики М. Гелл-Манн и Дж. Цвейг независимо друг от друга предположили, что сильновзаимодействующие частицы – адроны, можно «сложить» из ещё более «элементарных», из некоторых «субъядерных» частиц – кварков (название «кварк» было дано этим частицам Гелл-Манном и взято им из современного фантастического романа). В гипотезе Гелл-Манна и Цвейга все барионы составлены из трёх различных кварков, а мезоны – из кварка и антикварка. Обозначим символом q кварк, B – барион, M – мезон. Тогда $B = qqq$, $M = (q\bar{q})$, где \bar{q} – антикварк.



ГЕЛЛ-МАНН Мюррей
(род. 15.09.1929)

Великий американский физик-теоретик в области микромира, в 1953 г. ввёл понятия «странность» и «очарование» для элементарных частиц, в 1961 г. (и независимо от него Ювал Неeman) предложил для адронов классификацию т.н. «восьмеричного пути», заложившую основы мультиплетной унитарной симметрии мезонов и барионов, ставшую фундаментом современной квантовой хромодинамики; в 1964 г. (и независимо от него Джон Цвейг) предложил и развил теорию наиболее фундаментальных на современном этапе частиц – кварков; удостоен Нобелевской премии за 1969 «за открытия, связанные с классификацией частиц и их взаимодействий»



Чтобы понять, как возникла гипотеза о существовании кварков, и описать их свойства, необходимо познакомиться с тем, как описывается

некоторая микрочастица. Описать микрочастицу – значит перечислить значения физических величин, её характеризующих. К числу таких характеристик, как минимум, относятся масса частицы m , электрический заряд Q и спин J . Кроме этого, у адронов есть барионный заряд B , так что обычно всем барионам приписывают $B=1$ (антибарионам $B=-1$), у мезонов $B=0$ (у лептонов и у фотона также $B=0$). Кроме барионного заряда



или числа, примерами других внутренних квантовых чисел могут служить «странность» S , «очарование» (иногда говорят – шарм) C , «красота» b (соответственно от слов *strangeness, charm, beauty*). Существуют «странные» адроны, «очарованные» и «красивые». Подобно барионному числу, квантовые числа S , C и b сохраняются (их суммарное число) в реакциях элементарных частиц с участием адронов (но только в процессах, обусловленных сильным и электромагнитным взаимодействиями). Ещё есть две характеристики для микрочастиц, это P – внутренняя чётность и C – зарядовая чётность (не путайте с очарованием C).

Знание характеристик адронов позволяет осуществить их классификацию и соответствующую классификацию кварков. Прежде немного о том, как возникла классификация адронов. В 1930-х гг. было обнаружено наличие среди них семейств частиц, близких по массе и с практически сходными свойствами по отношению к сильному взаимодействию, но с различными значениями электрического заряда. Тогда стало понятно, что адроны образуют группы, получившие названия барионных и мезонных изотопических мультиплетов. Математически эти группы описываются преобразованием, переводящим друг в друга пары состояний (например протона p и нейтрона n) и обозначаются как $SU(2)$ группа. Сокращение SU производится от первых букв английского термина *special unitary group* – специальная унитарная группа норвежского математика Софуса Ли. Открытием изотопических мультиплетов адронов мы обязаны В. Гейзенбергу. К началу 1960-х гг. эксперименты позволили теоретикам предполагать наличие у обычных и странных адронов объединений более многочисленных, чем объединений в изотопические мультиплеты. В 1961 г. Мюррей Гелл-Манн и Ювал Неэман независимо друг от друга и одновременно объяснили существование новых унитарных мультиплетов наличием у сильного взаимодействия более широкой группы симметрии $SU(3)$, чем изотопическая группа симметрии $SU(2)$. Новая симметрия допускала существование объединений из секстетов, октетов, декуплетов, 27-плетов и т.д. все они были экспериментально об-

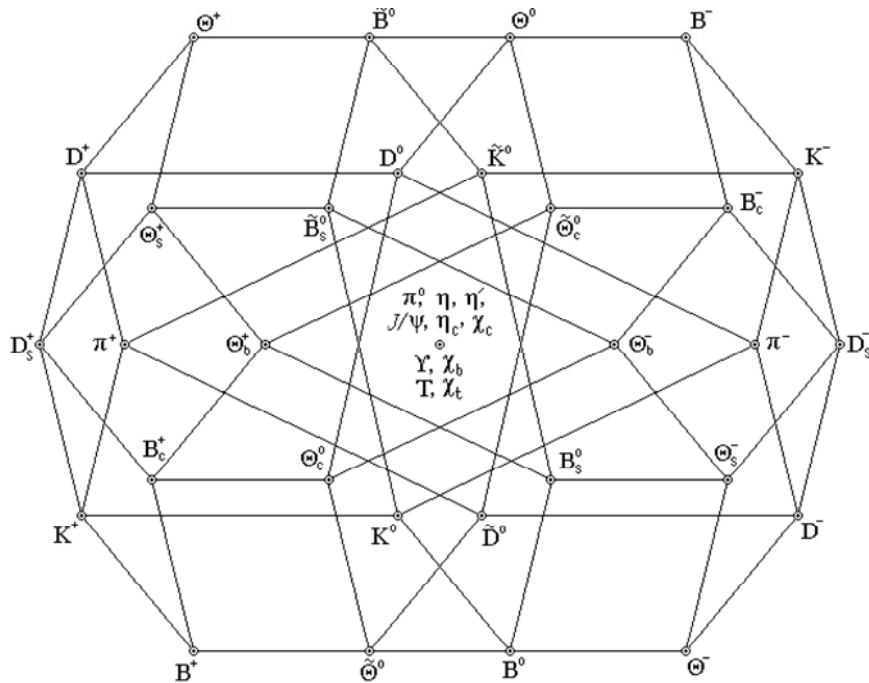
наружены. В дальнейшем в теории возникли объединения более высоких унитарных симметрий, чем $SU(3)$.

Теперь вернёмся к классификации кварков. Из принятой структуры барионов $B = qqq$ следует, что каждому кварку нужно приписать барионное число $B = +1/3$ (соответственно антикварку $-B = -1/3$). Для того чтобы получить полуцелый спин у бариона, у кварка спин должен быть равен $1/2$. Электрические заряды кварков получаются в соответствии с формулой Гелл-Манна-Нишидзимы, и они оказываются *дробными* (одно из многих удивительных свойств кварков). Сейчас физики предполагают существование *6 типов («ароматов») кварков*. Первая тройка кварков – u, d, s (соответственно от слов up – верхний, $down$ – нижний, $strange$ – странный). Электрический заряд Q у u -кварка равен $+2/3$, у d - и s -кварков $Q = -1/3$. Немного позднее, после того как уже появилась гипотеза кварков, в 1965 г., было высказано предположение, что каждый из кварков может быть представлен тремя разновидностями, различающимися особой характеристикой, названной «*цветом*». Итак, если в природе существуют *6 разновидностей кварков и у каждого из них могут быть 3 «цвета»*, то получается всего *18 разновидностей кварков и столько же антикварков*.

В целом адроны являются бесцветными образованиями в отличие от кварков, несущих цвет. Цвета, которыми обладают кварки, могут быть названы (условно) *красный, жёлтый и синий*. Вторая тройка кварков, которые называют *тяжелыми кварками*, имеет обозначения c, b, t (от слов *charm, beauty, truthful* или *top* соответственно). Последняя тройка кварков по массе резко отличается (в большую сторону) от первой тройки u, d, s -кварков. Адроны, построенные из u, d, s -кварков, стали известны на ранних этапах изучения микромира (например протон $p = (uud)$ или нейтрон $n = (udd)$). *Антикварки* тоже обладают цветом, есть также три разновидности их цвета – *фиолетовый, оранжевый, зелёный*. Таким образом, любой известный адрон (барион или мезон) может быть построен сочетанием из 6 кварков и антикварков различных цветов.

Для понимания механизма связи кварков в адроны главное значение имеет вопрос о характере сил, действующих между кварками. Как установила *квантовая хромодинамика* (наука, изучающая этот круг явлений), взаимодействие между кварками осуществляется *глюонами*, виртуальными частицами, которыми обмениваются кварки между собой. Причем *разновидностей глюонов может быть восемь*. Характер взаимодействия между кварками таков, что с *увеличением расстояния между ними обменные силы не уменьшаются, а, наоборот, увеличиваются*. Так возникают эффекты «*долговой ямы*» или «*пленения*» кварков (*конфаймента*), явление, получившее название *асимптотической свободы кварков*. Как раз по этой

причине в свободном состоянии не обнаружен ни один кварк, хотя уже более сорока лет ученые не сомневаются в их существовании. Экспериментальным путём установлено, что удерживающий потенциал кварка внутри адрона линейно зависит от расстояния, и чтобы оторвать кварк от адрона, нужно затратить бесконечно большую энергию.



Как об этом упоминалось ранее, другие элементарные частицы – *лептоны* – не подвержены сильному взаимодействию, они испытывают только электромагнитное и слабое взаимодействие. При определённых энергиях частиц (лептонов) электромагнитное и слабое взаимодействия сливаются, образуя *электрослабое* взаимодействие. Теория электрослабых взаимодействий была разработана С. Вайнбергом, Ш. Глэшоу и А. Саламом. Продолжаются работы по объединению всех видов взаимодействий в одной теории – Теории Всего.

Резюме к главе 8

Квантовой или волновой механике (физике), созданной в течение нескольких лет в двадцатые годы XX столетия, суждено было стать фундаментом современной физики, несмотря на то, что представления о частицах, из которых состоит мир, об атомах этого мира стали, с одной стороны, более глубокими и определёнными, с другой – «размытыми» и

неопределёнными, благодаря соотношению неопределённости Гейзенберга и корпускулярно-волновому дуализму де Бройля.

Необычность некоторых положений квантовой механики становится более понятной при сопоставлении, сравнении явлений и процессов, происходящих в микромире, с макроскопическими процессами. Например, длина волны де Бройля для электрона в атоме сопоставима с размерами атома, что даёт основание говорить об электроне как о частице и о волне одновременно, но, например, пылинка массой в один миллиграмм, движущаяся со скоростью один метр в секунду, обладает такой мизерной длиной волны де Бройля, что о ней мы говорим только как о частице. Аналогичным образом сравнивая пылинку и электрон в атоме, можно прийти к выводу (используя соотношение неопределённости Гейзенберга), что у электрона в атоме отсутствует траектория, тогда как у пылинки траектория есть.

В природе существуют множество элементарных частиц, большинство из которых являются нестабильными.

Все элементарные частицы можно подразделить главным образом по основному признаку (виду взаимодействия) на 4 класса – фотон, лептоны, барионы и мезоны.

Частицы, обладающие сильным взаимодействием – *адроны (барионы и мезоны)*, состоят из 6 типов кварков. Кварки – субъядерные частицы, обладающие дробным электрическим зарядом, не существуют в свободном состоянии.

Взаимодействие микромира имеет *обменный характер*, т.е. осуществляется некоторыми виртуальными частицами. Так, *сильное* взаимодействие между кварками осуществляется *глюонами* (8 разновидностей), слабое взаимодействие – *векторными бозонами*, *электромагнитное* – виртуальными *фотонами*, *гравитационное* взаимодействие – *гравитонами*.

Вопросы для обсуждения

Прежде следует отметить, что элементарные частицы не являются такими уж «элементарными». Только из малой доли элементарных частиц «сделано» обычное вещество в виде атомов, только протоны, нейтроны и электроны есть в атомах. Это большая загадка природы! Зачем же столько остальных элементарных частиц, которых с учётом резонансов несколько сотен разновидностей? Были ли predeterminedены свойства элементарных частиц в момент Большого взрыва или всё возникло случайно? Есть один аргумент против случайности – *антропный принцип*, о нем обязательно поговорим далее. Можно предложить следующие вопросы для обсуждения:

1) *Виды взаимодействий в природе и классификация элементарных частиц.*

- 2) *Обменный характер взаимодействия в микромире. Виртуальные частицы.*
- 3) *Построение адронов (барионов и мезонов) из кварков.*
- 4) *Объединение различных взаимодействий (электромагнитное и слабое = электрослабое; электрослабое и сильное = Великое объединение).*
- 5) *Квантовые числа элементарных частиц.*

ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 8

1. Корпускулярно-волновой дуализм частиц, как физическое явление, означает:

а) возможность атомов объединяться в молекулы; б) присущее им от природы единство корпускулярных и волновых свойств; в) способность произвольным образом менять пространственные и энергетические параметры; г) способность к взаимопревращениям частиц; д) неразличимость протонов и нейтронов в ядре.

2. Определите концептуальное утверждение физического естествознания:

а) электроны содержатся в ядрах атомов; б) атомный номер химического элемента равен числу нейтронов в ядре; в) атомный номер элемента равен числу валентных электронов; г) свойства атома в основном определяются валентными электронами.

3. Кварки – это такие «элементарные частицы», из которых по современным воззрениям состоят основные группы (классы) элементарных частиц:

а) лептоны и фотоны; б) мезоны и нейтрино; в) адроны и лептоны; г) ядра атомов.

4. Корпускулярно-волновой дуализм частиц (неразличимость корпускулярных и волновых свойств) как таковой проявляется *в* или *при*:

а) мегамире; б) низком вакууме (низких давлениях); в) микромире; г) макромире; д) пространстве-времени Минковского; е) низких температурах.

5. Сильному (ядерному) взаимодействию подвержены (проявляют его во взаимодействиях):

а) электроны и нейтрино; б) протоны и нейтроны; в) кварки и глюоны; г) фотоны и фононы; д) лептоны и мезоны.

6. Укажите ту физическую величину, которая не сохраняется в реакциях (они же взаимодействия) между адронами (тяжёлыми элементар-

ными частицами, обладающими так называемым сильным взаимодействием):

а) электрический заряд; б) барионный заряд; в) масса покоя; г) энергия; д) спин.

7. Среди утверждений, имеющих отношение к нерелятивистской квантовой механике, определите одно неверное:

а) уравнение Шредингера – основное уравнение нерелятивистской квантовой механики; б) невозможно одновременно измерить импульс и энергию микрочастицы; в) неопределённость координаты микрочастицы увеличивается, если уменьшается неопределённость импульса микрочастицы; г) волновая функция микрочастицы имеет вероятностный смысл; д) все фермионы обладают полуцелым ($1/2, 3/2, \dots$) спином.

8. Электрически нейтральная элементарная частица, входящая в состав любого атомного ядра:

а) нейтрино; б) нейтрон; в) экситон; г) фотон; д) тау-нейтрино; е) кварк.

9. Ядерная реакция, как физическое явление, есть:

а) взаимодействия между двумя или несколькими веществами, приводящие к образованию новых веществ; б) превращение ядер при их взаимодействии с элементарными частицами и друг с другом; в) распад неустойчивых атомных ядер, сопровождающийся испусканием элементарных частиц; г) реакция синтеза ядер водорода, дейтерия и трития в ядра гелия; д) реакция распада нейтрона.

10. Кванту электромагнитного поля соответствует элементарная частица микромира, называемая:

а) электрон; б) фотон; в) нейтрино; г) глюон; д) мюон; е) гиперон; ж) фонон.

11. Самыми «элементарными» частицами квантовой хромодинамики (физики высоких энергий) в настоящее время признаются:

а) лептоны и фотоны; б) кварки и глюоны; в) все типы нейтрино и мезоны; г) барионы и мезоны; д) адроны и партоны; е) нуклоны и резонансы; ж) все типы нейтрино и гипероны.

12. Главный теоретический недостаток планетарной модели атома Резерфорда, не противоречащий классической электродинамике, заключается в том, что:

а) электрон, вращающийся вокруг ядра, должен излучать всегда энергию одинаковой частоты; б) электрон, вращающийся вокруг ядра, должен излучать энергию и, следовательно, атом нестабилен; в) орбитой электрона в атоме является окружность; г) в этой модели не учитывается гравитационное взаимодействие электрона и ядра.

13. Фотон в современной неклассической физике как физический объект – это:

а) квант электромагнитного поля с энергией, пропорциональной частоте; б) элементарная частица – переносчик гравитационного взаимодействия; в) частица, подобная фотоэлектрону; г) положительно заряженная частица, которая всегда движется со скоростью света; д) частица, связывающая нуклоны в ядре в единый комплекс.

14. Среди приведённых утверждений, одно утверждение относительно строения атома, согласно полуквантовой, полуклассической теории Бора, является неверным:

а) энергия электрона в атоме отрицательна; б) радиусы орбит электрона в атоме водорода прямо пропорциональны n – номеру орбиты; в) излучение света атомом происходит при переходе электрона с далеких орбит на более близкие к ядру; г) взаимодействие между электроном и ядром определяется законом Кулона; д) энергия электрона обратно пропорциональна квадрату главного квантового числа.

15. Какое физическое свойство (физическая характеристика) протона и нейтрона не позволяет различать их в ядре, а считать двумя разными состояниями одной частицы – нуклона (было введено Гейзенбергом)?

а) спин; б) изотопический спин (изоспин); в) странность; г) барионный заряд; д) гиперзаряд; е) аромат; ж) цвет; з) поляризация.

16. Установите свойство, не присущее ядерным силам (сильным взаимодействиям):

а) свойство насыщения; б) бесконечный радиус действия; в) обменный характер взаимодействия; г) независимость от электрического заряда.

17. Виртуальные частицы, осуществляющие взаимодействие кварков при образовании адронов, в квантовой хромодинамике (физике высоких энергий) получили название:

а) лептоны; б) фотоны; в) мезоны; г) глюоны; д) экситоны; е) фононы.

18. Нуклонами принято считать:

а) все тяжёлые частицы; б) все электрически нейтральные частицы; в) все частицы, обладающие спином; г) частицы, входящие в состав атомных ядер.

19. Установите фундаментальный постулат, положенный в основание нерелятивистской квантовой механики австрийским физиком Шрёдингером:

а) постулат Эйнштейна о независимости скорости света от скорости источника; б) постулат де Бройля о волнах материи; в) постулат Галилея

о независимости явлений от неускоренного движения; г) постулат о тождественности тяжёлой и инертной масс.

20. Взаимодействие, являющееся короткодействующим (действующим на сверхмалых расстояниях) среди фундаментальных взаимодействий, – это:

а) гравитационное; б) электромагнитное; в) сильное (ядерное); д) электростатическое; е) магнитное; ж) магнитостатическое.

21. Взаимодействие, ответственное за распад элементарных частиц, – это:

а) гравитационное; б) электромагнитное; в) слабое; г) электрослабое; д) сильное (ядерное).

22. Взаимодействие, обеспечивающее связь нуклонов в ядре атома, – это:

а) гравитационное; б) электромагнитное; в) сильное (ядерное); г) электрослабое.

23. К лептонам как к классу лёгких элементарных частиц не относятся:

а) электроны; б) нейтрино; в) нуклоны; г) мюоны (мю-мезоны).

24. Сильное (ядерное) взаимодействие имеет...

а) обменный характер; б) неизменный суммарный заряд; в) гравитационную природу; г) электромагнитную природу; д) природу тёмной энергии.

25. Физическая характеристика исключительно кварков:

а) спин; б) аромат; в) изоспин; г) гиперзаряд; д) странность.

26. В природе известны четыре фундаментальных вида взаимодействий – электромагнитное, гравитационное, сильное (ядерное) и слабое. Среди ответов нужно выбрать ту совокупность взаимодействий, в которой они расположены в порядке возрастания интенсивности взаимодействия:

а) слабое, электромагнитное, сильное; б) гравитационное, сильное, электромагнитное; в) слабое, гравитационное, электромагнитное; г) слабое, сильное, электромагнитное.

27. Целостность атомного ядра обеспечена главным образом:

а) сильным взаимодействием; б) электромагнитным взаимодействием; в) гравитационным взаимодействием; г) слабым взаимодействием; д) электрослабым взаимодействием.

28. Что такое квант как физический объект или понятие?

а) материальный носитель наименьшей массы и наименьшего электрического заряда в природе; атом какого-либо вещества или химического элемента; б) наименьшее количество некоторой физической величини-

ны, обладающее самостоятельным существованием; в) гипотетическая частица, из которых, как предполагается, могут состоять все известные элементарные частицы, участвующие в сильных взаимодействиях; г) первая элементарная частица, открытая в физике.

29. Для объектов микромира (например для электронов) физический смысл имеет:

а) квадрат волновой функции; б) волновая функция; в) корень волновой функции; г) линейная комбинация волновых функций; д) третья степень волновой функции.

30. Укажите правильную формулировку принципа (соотношения) неопределённости Гейзенберга:

а) любая физическая система не может находиться в состояниях, в которых координаты ее центра инерции и импульс одновременно принимают вполне определённые, точные значения; б) получение экспериментальных данных об одних физических величинах, описывающих микрообъект (например электрон, протон, атом), неизбежно связано с изменением таких данных о величинах, дополнительных к первым; в) существует явная зависимость существования человека как сложной системы и космического существа от физических параметров Вселенной (в частности, от фундаментальных физических постоянных – постоянной Планка, скорости света и др.); г) не существует двух электронов с одинаковыми характеристиками квантового состояния в атоме.

31. Аннигиляцией принято называть...

а) процесс, в котором частица и отвечающая ей античастица превращаются в электромагнитное излучение – фотоны или в другие частицы – кванты физического поля иной природы; слияние ядер атомов в одно ядро; б) случайное отклонение наблюдаемых физических величин от их средних значений; процесс электризации и намагничивания тел; в) переход вещества из жидкого состояния в твердое состояние.

32. Характер взаимодействия между кварками таков, что с увеличением расстояния между ними обменные силы:

а) не уменьшаются, а наоборот, увеличиваются; б) не изменяются, остаются постоянными; в) имеют на середине экстремум; г) уменьшаются.

33. Согласно современным представлениям взаимодействие любого вида должно иметь своего физического агента (установите соответствие между колонками):

- | | |
|----------------------|----------------------|
| а) электромагнитное; | д) фотоны; |
| б) слабое; | е) гравитоны; |
| в) сильное; | ж) пи-мезоны; |
| г) гравитационное; | з) векторные бозоны. |

34. Установите соответствие между системой микромира и типом взаимодействия, доминирующим в ней:

- | | |
|------------|-----------------------|
| а) атом; | г) сильное (ядерное); |
| б) ядро; | д) электромагнитное; |
| в) протон; | е) цветное. |

35. Какой из микрообъектов в данном перечислении лишний:

- а) кварк; б) лямбда-гиперон; в) протон; г) К-мезон; д) электрон.

36. Принцип дополнительности, предложенный Нильсом Бором, следует трактовать как утверждение, что...

а) естественнонаучная и гуманитарная культуры – это два взаимодополняющих друг друга способа постижения мира; б) классическая и релятивистская механики дают одинаковые теоретические результаты при скоростях движения тел, много меньших скорости света в пустоте; в) импульс и однородность времени дополнительны друг другу; г) гуманитарная и естественнонаучная культуры – это два взаимодополняющих друг друга способа постижения мира; д) классическая и квантовая механики дополняют друг друга при описании микрообъектов.

Глава 9. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КАТЕГОРИИ И ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОГО НЕКЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

9.1. Концепции пространство и время

Рассмотрим ряд фундаментальных основополагающих физических категорий и концепций, возникших в разные исторические эпохи – от древности до современности.

Самые известные из них – *пространство и время* – всеобщие формы существования материи, не существуют вне материи и независимо от неё. Пространство – математическая, физическая и философская категория. Время – не только физическая, но сейчас и всеобщая естественнонаучная и философская категория.

Мысли о пространстве существовали издревле. Например, в древнеиндийских «Ведах» приведён диалог: «Ученик спрашивает: – *Каков источник этого мира?* – *Пространство*, – ответил учитель. – *Поистине все эти существа выходят из пространства и возвращаются в пространство, ибо пространство больше их, пространство – последнее их прибежище*». Ещё до наступления Нового времени итальянский философ Ф. Патрици писал: «*Итак пространство есть то, что прежде мира и будет после него, что стоит во главе мира, из него исходит и, наконец, обращается в ничто. Разве оно тогда не является субстанцией? Если субстанция то, что лежит в основе, то пространство и есть, скорее всего, сущность*».

Исторически первым математическим пространством является евклидово пространство, представляющее *приближенный абстрактный образ реального физического пространства*. Менее известны пространства Лобачевского, Римана, Гильберта, Хаусдорфа, Мандельброта и другие. Вопрос о том, какое математическое пространство отражает общие свойства реального физического пространства, *решается опытом*, на что указывали Лобачевский и Риман (но так и не решено до сих пор, какое именно). С позиций физического осмысления мира, однако, довольно рано начали осознавать, что пространство и время следует рассматривать в неразрывной связи, как совокупные *пространственно-временные отношения и закономерности* – как главный, основной уровень сложности реально (действительно) существующего мира.

С античных времён наиболее известными были *две концепции совместного рассмотрения пространства и времени*. Одна из них идёт от древних атомистов – Демокрита, Эпикура и Лукреция (позднее тщательно разра-

ботана Ньютоном), которые ввели *понятие пустого однородного и бесконечного пространства, а время рассматривали как субъективное ощущение действительности*. Другая концепция восходит ещё к Аристотелю, разработанная в Новое время Лейбницем, опирающимся также на некоторые идеи Декарта. Все они фактически придерживались *идеи о заполненном мировом пространстве (без пустоты)*, то есть идеи о *тождестве протяжённой материи и пространства*. Ньютон представил научные понятия *пространство и время как особые абсолютные начала, существующие независимо от материи и друг от друга*. Абсолютное пространство или пространство само по себе есть пустое «вместилище тел», оно неизмеримо и непознаваемо. От *абсолютного пространства* Ньютон отличал *протяжённость тел* – их основное свойство, благодаря которому они занимают определённые места в абсолютном пространстве, совпадают с этими местами. Положения тел и расстояния между ними можно определить только по отношению к другим телам. *Время так же абсолютно, как и пространство, есть чистая длительность, равномерно текущая от прошлого к будущему. Оно является пустым «вместилищем событий»*, которые могут его заполнять, а могут и не заполнять, ход событий не влияет на течение времени. *Время универсально, непрерывно, бесконечно, одномерно. От абсолютного времени, также неизмеримого, Ньютон отличал относительное или обыденное время*. Парадокс ньютонова пространства и времени состоит в том, что не существует опытов, которые позволили бы измерять положение тела в пространстве или момент времени события – *экспериментально можно измерять только расстояния между телами или промежутки времени между событиями*. Таким образом, чтобы сопоставлять пространству и времени какие-либо физические величины, мы должны выбрать некоторое тело в качестве начала отсчёта расстояний и некоторый временной момент в качестве начала отсчёта промежутков времени, что в конечном итоге ведёт к необходимости введения некоторой системы отсчёта (вот с этого момента и начинается ньютонова наука о движении – механика).

Согласно концепции Лейбница *пространство и время не есть самостоятельные начала бытия. Пространство – это порядок взаимного расположения множества тел, сосуществующих вне друг друга, время – порядок сменяющихся друг друга явлений или состояний тел*. Протяжённость любого объекта не есть первичное свойство, а обусловлено силами, действующими внутри объекта; внутренние и внешние взаимодействия определяют и длительность состояния. Что же касается самой природы времени как порядка сменяющихся друг друга явлений, то оно отражает их причинно-следственную связь.

В истории естественнонаучных представлений о времени как отдельном феномене можно выделить *четыре его концепции, группируе-*

мых обычно попарно. *Первая пара концепций времени* расходится по вопросу о природе времени: 1) *субстанциальная* концепция рассматривает время как особую субстанцию, *субстрат*, наряду с пространством, веществом и другими физическими характеристиками; 2) *реляционная* концепция считает время отношением (или системой отношений) между физическими событиями. *Вторая пара концепций времени* выражает разные точки зрения на процесс становления времени: 1) *статическая* концепция считает события прошлого, настоящего и будущего существующими реально и в известном смысле одновременно, а становление и исчезновение материальных, физических объектов – это иллюзия, возникающая в момент осознания того или иного изменения; 2) *динамическая* концепция, напротив, считает, что реально существуют только события настоящего времени, события прошлого уже реально не существуют, а события будущего ещё реально не существуют. Видно, что в этих концепциях смешиваются физика и философия и как трудна и неоднозначна проблема времени.

Укоренившиеся в науке ньютоновские представления о пространстве и времени изменились, когда в физическую картину мира вошла в конце XIX века *концепция поля*, не только как *вид материальной связи* между объектами вещества, но и как *особой и самостоятельной формы материи*. Казалось, что для рассмотрения поля, тогда только электромагнитного, нужна особая среда – *эфир*, заполняющий мировое абсолютное пространство, но это не нашло ни тогда, ни сейчас достоверного опытного подтверждения, хотя идея об эфире не оставляет мысли многих современных учёных.

Представления о новых свойствах пространства и времени получили новое развитие в научной дисциплине, получившей название *специальная теория относительности* или *релятивистская механика*. Герман Минковский, развивая представления Лоренца, Пуанкаре и Эйнштейна о свойствах пространства и времени, заявил с трибуны съезда естествоиспытателей в 1908 г.: «*Воззрения на пространство и время ... возникли на экспериментально-физической основе. В этом их сила. Их тенденция радикальна. Отныне пространство само по себе и время само по себе должно обратиться в фикцию и лишь некоторый вид соединения обоих должен ещё сохранить самостоятельность*». Так им было установлено *единство пространства и времени*, их объединение в *пространство-время* с четырьмя (три пространственных и одна временная) измерениями или координатами. Академик Анатолий Логунов так определил сущность теории относительности, называя это утверждение *постулатом*: «*Физические процессы протекают в четырёхмерном пространстве, геометрия которого псевдоэвклидова*» (иногда псевдоэвклидово пространство называют миром или пространством Минковского).

Теория относительности исключает представления о *пустых пространствах и времени, имеющих какие-то собственные измерения*. Дальнейшее развитие теории относительности в виде теории тяготения или общей теории относительности, осуществлённое Эйнштейном, *показало, что пространственно-временные отношения зависят также от концентрации масс, от распределения материи* (см. гл. 7 о космологии). Таким образом, была доказана несостоятельность как воззрений Канта, определившего пространство и время как априорные формы человеческого восприятия, природа которых неизменна и независима от материи, так и несостоятельность догматических воззрений Ньютона на абсолютное пространство и время.

9.2. Принципы относительности движения – классический, релятивистский и квантовый к средствам наблюдения

Важнейший атрибут материи, *способ её существования – движение*; в самом общем виде *движение – «...это изменение вообще»* (так утверждал немецкий философ Карл Маркс), всякое взаимодействие материальных объектов. Здесь не следует подразумевать под термином «взаимодействие» только конкретные фундаментальные физические взаимодействия, о которых говорилось в предыдущих пунктах этого раздела, а мыслить понятие взаимодействия шире, мыслить как философскую категорию, отражающую процессы воздействия объектов друг на друга и их взаимную обусловленность, порождение одним объектом другого. Взаимодействие – универсальная форма движения и развития, оно определяет существование и структурную организацию любой материальной системы.

Мысль об универсальности движения возникла в глубокой древности, так что уместно отметить слова Аристотеля – *«незнание движения необходимо влечёт за собой незнание природы»*. Издревле механическое движение (перемещение) сужало и философское понимание движения до рамок механического, пока великий немецкий философ Георг Гегель не сформулировал наиболее общие законы изменения (движения) – *закон перехода количественных изменений в качественные, закон борьбы противоположностей и закон отрицания отрицания* (авторы данного учебника весьма скептически относятся к указанным законам).

Движение как понятие противоречиво по своей сути (вспомните хотя бы *апории Зенона о движении*), поскольку оно заключается в неразрывном единстве противоположных аспектов – изменчивости и устойчивости, прерывности и непрерывности, абсолютного и относительного, перемещения и покоя. В противоречивом единстве изменчивости и устойчивости, например, ведущую роль играет изменчивость, ибо всё новое появляется через неё, а устойчивость, покой, фиксирует достигнутое

в этом процессе. Движение как физическое явление происходит в пространстве и времени. Определив впервые в «Математических началах» эти понятия, а также объекты исследования, Ньютон далее определяет состояние физических объектов (тел) и законы движения. Введённая Ньютоном процедура создания (разработки) теории (см. гл. 4) оказалась универсальной в науках: сначала определяются объекты как физические или другие естественнонаучные понятия в пространстве и времени, затем вводятся их состояния и, наконец, задаются или выводятся законы эволюции (изменения, динамики) этих состояний в указанном пространстве и времени.

Для науки оказалось важно, что уже *первый ньютонов закон движения – закон инерции*, выведенный из экспериментов ещё Галилеем, выражен в явно относительной форме (хотя это первоначально не осознавалось и не проверялось). Состояния покоя и прямолинейного равномерного движения оказываются равноправными в зависимости от состояния движения тела (тела отсчёта), с которого производится наблюдение. Так в физике возник *классический или галилеев* (по предложению Пуанкаре) *принцип относительности*, первый в ряду принципов относительности. Сам принцип неосознанно появился в XVIII веке, а сформулирован был в начале XX века!

Расширение понятия относительности возникло в связи с открытием электромагнитного поля (оно же *свет*), главной парадоксальной особенностью которого оказывается экспериментально подтверждённое распространение с постоянной скоростью (последняя, т.е. скорость света в пустоте, является также предельно возможной из всех известных скоростей). Совместное истолкование классического принципа относительности и принципа постоянства скорости света (отмечалось как заслуга *Германа Минковского*, введшего в науку представление о четырёхмерном пространстве – времени) и есть новый *релятивистский принцип относительности*. Основным понятием этой интерпретации становится понятие *события*, которое характеризуется *местом (где)* и *временем (когда)*.

Анализируя ситуацию с релятивистским принципом относительности, академик Анатолий Логунов сформулировал *обобщённый принцип относительности*: «Какую бы физическую систему отсчёта мы не избрали (инерциальную или неинерциальную), всегда можно указать бесконечную совокупность других систем отсчёта, таких, что все физические явления в них протекают одинаковым образом с исходной системой отсчёта, так как мы не имеем и не можем иметь никаких средств, чтобы различить на эксперименте, в какой именно системе отсчёта из этой бесконечной совокупности мы находимся. Следует осо-

бо подчеркнуть, что любой физический процесс позволяет определить, находимся мы в инерциальной или в неинерциальной системе отсчёта. Однако никакой физический эксперимент не в силах дать ответ на вопрос: а в какой именно системе из бесконечного набора систем отсчёта мы находимся».

Третий принцип относительности возник в недрах квантовой физики в связи с особенностями движения микрообъектов и упоминался нами ранее как *квантовый принцип относительности к средствам наблюдения*. Фактически формулировка этого принципа, как и возникновение квантовой физики и её представлений, послужили началом новой эпохи (этапа) в науке – эпохи *неклассической науки*, главный смысл которой состоит в *неконтролируемом влиянии человека на результаты эксперимента, в потере прежней достоверной (лапласовской, детерминистской) предсказательности науки*.

9.3. Концепции корпускулярности, континуальности и корпускулярно-волнового дуализма свойств макро- и микрообъектов и явлений

В классической физике, являющейся, по существу, *макрофизикой*, формирование которой завершилось к началу XX века, научная картина мира сложилась из *двух элементов (объектов) – частиц (корпускул) и полей (континуума)*. Частицы понимались как маленькие объекты материи, движущиеся по законам Ньютона. *Каждая из классических частиц имеет 3 степени свободы (координаты)*, поскольку движение происходит в трёхмерном евклидовом пространстве, и, если известна зависимость координат (местоположение) их от времени, то это однозначно определяет траекторию, то есть имеется исчерпывающая (полная) информация о движении частицы. Описание полей (непрерывного континуального распределения какой-либо физической величины) значительно сложнее, поскольку надо задавать значения физической величины во всех точках пространства. Таким образом, для описания поля необходимо знать уже не 3 (как для материальной точки), а бесконечно большое число величин в каждый из моментов времени; иначе говоря, *поле (континуум) имеет бесконечное число степеней свободы*. По этой причине значительно сложнее выглядят законы и уравнения полей, установленные Фарадеем и Максвеллом.

Указанное различие между частицами и полями (частицы – дискретны, поля – непрерывны) в классическом варианте науки оказывается не единственным. Именно в классике единственное известное электромагнитное поле (оно же свет), представленное набором (пакетом) волн, может порождаться и поглощаться, в то время как материальным телам (представленным набором точек) возникновение и уничтожение чуждо.

Помимо того волны, накладываясь друг на друга, могут усилить, ослабить или вообще погасить себя, тогда как с потоками частиц такого не происходит. Встречаясь же между собой, частицы и волны остаются независимыми друг от друга, проявляют во все моменты времени свои только им присущие индивидуальные черты.

В начале XX века появляется гипотеза Макса Планка о *порции, кванте акта излучения*. Вскоре эта гипотеза была дополнена Эйнштейном для *акта поглощения*, который дискретность излучения и поглощения связал с внутренними свойствами актов излучения и поглощения. В каждом из этих актов участвует *квант поля – особая «частица», названная фотоном*. Таким образом, *полю оказались присущи черты дискретности, которые ранее приписывались лишь частицам*. Подобно частице (корпускуле), *фотон всегда существует как единое целое*. Однако наряду с корпускулярными фотон обладает как бы более родными, *волновыми свойствами*. Такое *двуединое (дуальное), корпускулярно-волновое* представление (*корпускулярно-волновой дуализм*) о кванте электромагнитного поля – фотоне – было распространено Луи де Бройлем на все виды материи и в первую очередь на *электрон – главную частицу любого атома*.

Все вышеприведённые гипотезы получили экспериментальное подтверждение и породили то, что впоследствии стало называться и сейчас называется *корпускулярно-волновым дуализмом*, но главное – новую науку о законах движения и способах описания этого движения объектов микромира – *квантовую (или волновую) механику*. Важнейшей её чертой является идея *вероятностного описания движения* микрообъектов, то есть тех объектов, из которых состоят атомы и ядра атомов, в первую очередь это фотоны, электроны, протоны и нейтроны (за пределами атомов находится мир элементарных частиц, которому присущи свои специфические особенности). Особенность и специфичность описания движения микрообъектов такова, что позволяет знать (математически определить) вероятность обнаружения их в любой точке бесконечного пространства в любой момент времени. Это допускает возможность говорить как бы и о *«точечности» микрообъектов*, хотя о траекториях их в прежнем классическом смысле рассуждать уже нельзя. Таким образом, *двуединость физических свойств* находит отражение в *вероятностном способе квантово-механического описания*, устраняющем резкую границу, разделявшую в классической теории два её объекта – поля и частицы. Вероятностное описание, предложенное Эйнштейном, Борном и Бором, не очень устраивало Эйнштейна, который говорил: *«Бог не играет в кости»*. Ошибался ли гений, сейчас пока трудно сказать, но физики теперь предпочитают говорить так: *«Бог играет в кости, но никогда не проигрывает!»*.

9.4. Принципы симметрии и законы сохранения физических характеристик и свойств

Симметрия (от греч. *symmetria* – *соразмерность*) или *гармония* – одно из самых важных распространённых свойств во Вселенной – давно известна людям. В искусстве симметрия выступает как признак гармоничной композиции, в математике характеризуется как отражение (зеркальное), как свойство геометрических фигур, как инвариантность (неизменность) структуры объекта относительно его преобразований. Понятие симметрии выходит далеко за рамки физико-математического знания и, будучи органически связано с представлениями о сходстве, повторяемости, порядке, ритме, цикле, форме и т.п., восходит к истокам человеческой культуры.

Возникновение понятий «симметрия» и «асимметрия» приписывается современнику Пифагора – *Гиппасу* (VI век до н.э.). Термин «симметрия» – *соразмерность* – употреблялся им как синоним терминов «*порядок*», «*упорядоченность*». Идеи симметрии и числовой гармонии были характерны не только для пифагорейцев и после них Платона, содержались в концепции периодического возникновения и уничтожения космоса как у греков Анаксимандра, Анаксимена и Гераклита, так и в индийских ведах, в учении Анаксагора об уме как принципе красоты и порядка. Атомистика Левкиппа, Демократа и Эпикура с её концепцией о пустоте – прообразе трехмерного бесконечного однородного и изотропного пространства – и геометричности атомов и амеров также существенно опиралась на идеи симметрии.

Другой столь же фундаментальной идеей, характерной для античности, была *идея сохранения характеристик, свойств и объектов материального мира!* Так, разнообразные натурфилософские учения, связанные с признанием той или иной материальной первоосновы мира, явно или неявно содержали в себе идею сохранения материи. Более того, уже в античности была осознана глубокая взаимосвязь между понятиями симметрии и сохранения, причём именно в той форме, которую можно считать прообразом современного понимания этой взаимосвязи, связывающей законы сохранения со свойствами симметрии физических систем. В интересующем нас вопросе эта гениальная догадка была доказана выдающейся женщиной, математиком немкой Эмми Нётер только в 1918 году, то есть более чем через 2000 лет после её появления. Теорема Нётер сыграла революционное значение, поскольку в этот момент завершилось 300-летие господства динамического подхода в физических теориях, и к нему добавились и, в известном смысле, на смену пришли принципы, связывающие симметрии и законы сохранения тех или иных величин в структуре физических теорий. В этом единстве принципов

(а сама теорема Нётер *выступает как принцип структурной организации физических теорий и физических систем*) главенствующая роль принадлежит симметрии, которая, с одной точки зрения, в значительной мере определяет форму динамического закона, а с другой (и в этом суть теоремы Нётер) – определяет число и тип сохраняющихся величин. Исторический путь развития физики в XX веке подтвердил исключительную правильность отмеченных принципов. Фундаментальным видам пространственно-временной (геометрической) симметрии уравнений движения (ньютоновых, эйнштейновых, шрёдингеровых и дираковых, всех известных на сегодня механик) соответствуют фундаментальные, наиболее известные законы сохранения величин в физических системах:

1) симметрия по отношению к переносам во времени (сдвигам моментов времени на временной оси) *порождает закон сохранения энергии (проявление однородности времени);*

2) симметрия по отношению к переносам в пространстве (трансляциям, сдвигам начала координат из одной точки в другую) *порождает закон сохранения импульса (проявление однородности пространства);*

3) симметрия по отношению к поворотам или вращениям в пространстве *порождает закон сохранения момента импульса (проявление изотропности пространства).*

Имеется и другой класс симметрий, *симметрий ограниченного действия*. Классическая физика, обладая симметрией по отношению обращения знака времени или обратимости времени, фактически делает её независимой от времени, что, конечно, парадоксально. Это позволило одному из историков науки, французу Александру Койре, назвать движение в классической динамике «движением, не связанным со временем, или, что ещё более странно, движением, происходящим во вневременном времени (здесь *курсив* наш – Авт.) – понятием столь же парадоксальным, как изменение без изменения». Данная симметрия действует только в макромире, а вот в микромире уже нет. *Зеркальная симметрия* действует в микромире (тождество левого и правого) и порождает сохранение некоторого особого свойства, получившего название *чётность*, которая приписывается каждому микрообъекту, например электрический заряд.

Если там же, в микромире, осуществлять операцию так называемого *зарядового сопряжения* (то есть мысленно изменить знак заряда на противоположный, мир электронов на мир позитронов, мир частиц на мир античастиц), то это тоже не изменит законов природы. Два последних вида симметрии – *зеркальное и зарядовое сопряжение* – нарушаются при слабых взаимодействиях, обуславливающих распад большинства микрообъектов. Ограниченность проявления симметрий связана с иерархией симметрий. Не анализируя всей сложности возникающих ситуаций, укажем

их: при взаимопревращениях микрообъектов сохраняется *электрический заряд*; при сильных взаимодействиях сохраняется величина, получившая название для барионов (тяжёлых частиц) *барионный заряд*; сами барионы, за исключением сверхстабильного протона, рождаются парами; подобный закон сохранения действует и для лептонов (лёгких частиц); в ядрах атомов нейтрон и протон неразличимы (но только в ядре), то есть являются как бы одной частицей, её называют *нуклоном*, и эта симметрия имеет особое название – *изотопическая инвариантность*. Число примеров можно множить, тем более, что вся вторая половина XX века прошла в теоретической физике под знаком так называемой *калибровочной инвариантности*, как особого вида симметрии, которым обладает и само электромагнитное поле, и соответствующие ему частицы – фотоны.

Суть калибровочной инвариантности состоит в том, что взаимодействующие тем или иным образом (электромагнитным, гравитационным и др. видами взаимодействий) частицы переносят это взаимодействие посредством некоторого, в каждом конкретном случае своего, особого поля. Эта особенность взаимодействия оказалась *всеобщей и универсальной*. В конечном итоге поиски все новых видов симметрий «подарили» науке самые «элементарные» из всех частиц – *кварки*, что послужило основанием появления *новой физики микромира, основанной исключительно на симметриях – квантовой хромодинамики*.

9.5. Концепции физического вакуума

Мысль о том, что великая пустота (или вакуум), пространство есть источник окружающего нас мира, уходит в глубь веков. Согласно представлениям древних мыслителей Востока (Китая, Индии), все материальные объекты возникают из пустоты, являются её частью и в этом смысле иллюзорны. Следовательно, один из аспектов понятия вакуума – *пространственно-геометрический*. Так в классической физике используется понятие об абсолютно пустом пространстве («вместилище вещей»), которое можно считать синонимом вакуума классической нерелятивистской физики (то есть физики при скоростях объектов, много меньше скорости света). Современная физика, начало которой положила механика Ньютона, развивалась как теория измерения расстояний и моментов времени тел, движущихся относительно других инерциальных систем материальных объектов (тел). Полученные в результате измерений множества координат и времени подвергались обработке, чтобы получить траекторию и уравнения движения. Эта связь между геометрией пространства событий и механикой была уже замечена Ньютоном, который писал: «*Геометрия основывается на механической практике и есть не что иное, как та часть общей механики, в которой излагается и доказывается*

искусство точного измерения». Таким образом, мы видим, что представления о пространстве и времени с XVII века связываются с экспериментальной проверкой, как и интересующее нас понятие вакуума, в отличие от воззрений древних. Как и евклидова геометрия механики Ньютона, геометрия искривлённых пространств, созданная Лобачевским, Гауссом и Больяи (гиперболическая) и Риманом (эллиптическая), в основе своей содержат физический опыт измерений.

В статье «О гипотезах, лежащих в основании геометрии» Риман отмечал: «...Предложения геометрии не выводятся из общих свойств протяжённых величин, напротив, те свойства, которые выделяют пространство из других мыслимых трижды протяжённых величин, могут быть почерпнуты не иначе, как из опыта» (и это пишет не физик, а математик(!), впрочем, до него так же думал и Лобачевский).

Ещё большее сближение представлений восточных и европейских учёных мы находим в учении о природе материи английского математика Уильяма Клиффорда, который в философской статье «О пространственной теории материи» прямо говорил, что «в физическом мире не происходит ничего, кроме изменения кривизны пространства, подчиняющегося (возможно) закону непрерывности». По Клиффорду, материя – это сгустки пространства, своеобразные холмы кривизны на фоне плоского пространства. Идеи Клиффорда нашли своё развитие в работах Эйнштейна, которому удалось представить гравитационное поле через кривизну пространства-времени. Пустое, но искривлённое пространство позволяет получить решения, которые подтверждаются на опыте. Среди них – эффекты смещения перигелия Меркурия, отклонение луча света в гравитационном поле Солнца, запаздывание радиосигналов в гравитационном поле. Эйнштейн безоговорочно верил в правильность выбранного пути: «Я считаю, далее, что уравнения гравитации для пустого пространства представляют собой единственный рациональный обоснованный случай теории поля, который может претендовать на строгость».

Рассмотрим теперь другой – «полевой» – аспект физического вакуума, то есть путь, когда вакуумные представления уходят в квантово-полевую область материи или в мир элементарных частиц (микромир).

Вакуум – это состояние, в котором отсутствуют какие-либо частицы, поля, волны, какая-либо материя (это тривиальное, классическое, обыденное представление о вакууме). В обычных условиях такое состояние обладает минимально возможной энергией. Реализацией такого представления о вакууме является пустое пространство, хотя, на первый взгляд, это бесперспективно. Новое, релятивистское представление о физическом вакууме получил английский физик Поль Дирак, когда рассмотрел поведение электрона в пространстве-времени Эйнштейна-Минковского. Он открыл в результате *реальный мир античастиц*, который является осо-

бым состоянием физического вакуума, ранее считавшегося лишённым какой-либо материи. Поразительным оказалось то, что квантовая физика преподносит «трюки» даже в отсутствии квантовых частиц.

Источник таких «трюков» – принцип неопределённости Гейзенберга. В какие-то короткие, не фиксируемые приборами промежутки времени энергия может быть взята «взаймы» на различные цели, в том числе на рождение частиц. Разумеется, все родившиеся частицы будут короткоживущими, так как израсходованная на них энергия должна быть «возвращена» через ничтожную долю времени. Тем не менее, *частицы могут возникнуть из «ничего» (вот это и называют «вакуумом»), обрета мимолетное бытие, прежде чем снова исчезнуть.* И эту скоротечную картину невозможно предотвратить. Как бы мы ни старались опустошить пространство, в нем всегда будет присутствовать рой частиц, возникновение которых «субсидируется» соотношением Гейзенберга. Эти частицы-призраки нельзя наблюдать, хотя они могут оставить следы своего кратковременного существования. Они представляют собой разновидность «*виртуальных*» частиц, аналогичных переносчикам взаимодействий, но не предназначенных для получения или передачи сигналов. Возникнув из пустоты, они снова возвращаются в неё, являя собой наглядное доказательство существования силового поля и оставаясь при этом бесплотными призраками. Так, например, российский учёный Дмитрий Блохинцев писал: «Согласно (детерминистическому подходу – Авт.) этой точке зрения частицы являются лишь возбуждениями вакуума, который продолжает жить и тогда, когда никаких частиц нет; в нем флуктуируют электромагнитное поле... Это – не покой, а вечное движение, подобно зыби на поверхности моря ... С этой точки зрения ясно также, что никаких изолированных, предоставленных самим себе («свободных», как говорят) частиц не существует. Даже в случае значительного удаления частиц друг от друга, они всё же продолжают принадлежать породившей их среде, находящейся в состоянии непрерывного движения».

Этим эффектом постоянного движения объясняются некоторые особенности поведения электрона в атоме водорода. Существуют и другие проявления этого удивительного свойства физического вакуума, в том числе реальное рождение электрон-позитронных пар, зарегистрированное на экспериментах. Ещё разнообразнее возможные свойства вакуумного состояния полей при учёте слабых, сильных и гравитационных полей. Укажем лишь, что эти свойства непосредственно связаны с такими представлениями, как *спонтанное нарушение симметрии, асимптотическая свобода (для кварков), «пенная» структура пространства-времени на малых (планковских) расстояниях, испарение гравитационных «чёрных» дыр и др.*

Резюмируя, можно сказать, что вакуум, играющий исключительно важную роль в современной физической картине мира, является сложным образованием и обладает целым рядом физических свойств.

9.6. Фундаментальные принципы, понятия и положения физического естествознания

В качестве итога изложения концептуальных принципов и понятий физического естествознания, содержащихся в предыдущих главах, можно констатировать существование следующих *фундаментальных физических принципов*, представленных с кратким разъяснением:

1. *Принцип относительности* – закон, состоящий в том, что любой процесс протекает одинаково в изолированных инерциальных материальных системах, покоящихся либо равномерно прямолинейно движущихся относительно друг друга. Принцип относительности утверждает *равноправие* всех инерциальных систем отсчёта. Особо следует выделять принцип относительности к средствам наблюдения, устанавливающий связь макро- и микромиров.

2. *Принцип распространения света* – скорость распространения света в вакууме (пустоте) не зависит от скорости источника и является *предельной* для любых физических скоростей.

3. *Принцип суперпозиции* – 1) в классической физике: результирующий эффект от независимых воздействий представляет собой *линейную сумму* эффектов от каждого воздействия в отдельности; 2) в квантовой физике: физическая система может находиться как в состояниях, описываемых двумя (или несколькими) волновыми функциями, так и в состояниях, описываемых любой *линейной комбинацией* этих функций (принцип суперпозиции состояний). Принцип суперпозиции можно понимать как принцип линейных независимых наложений воздействий или состояний.

4. *Принцип корпускулярно-волнового дуализма*, он же *принцип волновых свойств материи* – положение, заключающееся в том, что любые микрообъекты материи (фотоны, электроны, протоны, атомы, молекулы и др.) обладают свойствами и частиц (корпускул), и волн, количественные связи энергии, массы, импульса и частоты которых определяются соотношениями де Бройля.

5. *Принцип неопределённости Гейзенберга* – принцип квантовой физики, утверждающий, что характеризующие физическую систему так называемые дополнительные физические величины (координата и импульс, энергия и время и др.) не могут одновременно принимать точные значения и не могут быть потому одновременно точно измерены. Количественная связь неопределённостей (погрешностей) в определении дополнительных величин ограничивается их произведением, равным или превосходящим постоянную Планка.

6. *Принцип тождественности частиц (микромира)* – положение квантовой физики, согласно которому состояния системы частиц (микрообъ-

ектов), получающиеся друг из друга *перестановкой местами* тождественных (неотличимых) частиц, нельзя различить ни в каком эксперименте, и такие состояния должны приниматься как одно физическое состояние. Из указанного принципа следует *симметрия волновой функции* системы тождественных частиц.

7. *Принцип запрета Паули* – закон природы, согласно которому в какой-либо квантовой системе тождественных частиц с полуцелым спином (например электроны, протоны и др.) две или более частицы не могут одновременно находиться в одном и том же состоянии.

8. *Принцип эквивалентности (гравитационной и инертной масс)* – закон природы, который устанавливает аналогию между свободным движением тел, наблюдаемым в неинерциальной (ускоренной) системе отсчёта, и движением тел в поле тяготения. Принцип утверждает эквивалентность ускоренных систем отсчёта некоторому гравитационному полю.

9. *Принцип дополнительности Бора* – принцип, согласно которому существуют две взаимоисключающие и дополняющие друг друга импульсно-энергетическая и пространственно-временная картины состояний микрообъекта, получаемые при взаимодействии его с соответствующими измерительными приборами. Одновременные точные данные о них невозможны.

10. *Принцип соответствия Бора* – утверждение, состоящее в том, что новая, более глубокая и общая теория своими следствиями и выводами должна включать в себя старую теорию как предельный случай (например, релятивистская механика Эйнштейна при малых скоростях – классическую механику Ньютона и др.).

11. *Принцип калибровочной инвариантности (компенсации)* в теории полей – преобразование, задающее переход от одних значений, характеризующих поле величин, к другим, оставляющим без изменения физически определённые, наблюдаемые (измеряемые) на опыте параметры поля. Например, в электродинамике – переход от одних значений электрических потенциалов к другим, оставляющий без изменения значения напряженностей электрического и магнитного полей, плотность их энергии и т.д. *Компенсация* за такое преобразование сводится к появлению *агента*, переносящего то или иное свойство микрообъекта в пространстве и времени – например, агента взаимодействия электрических зарядов посредством (или в виде) электромагнитного поля или фотонов. Данный принцип является всеобщим принципом природы.

Нижеследующие принципы: 12 – *принцип спонтанного нарушения симметрии* и 13 – *принцип перенормируемости* являются характерными для

мира элементарных частиц и связаны с методами исключения бесконечных, возникающих в квантово-полевых теориях. Термодинамические принципы: 14 – *первый принцип (начало) термодинамики*, 15 – *второй принцип (начало) термодинамики*, 16 – *третий принцип (начало) термодинамики*, 17 – *принцип минимума производства энтропии* в достаточной полноте истолкованы нами в заключительной части данного пункта, тогда как основанный на них 18 – *принцип необратимости (движения и времени)* в естествознании ещё только начинает формироваться и не имеет общепринятого толкования и осмысления.

Представленные фундаментальные принципы физического естествознания позволяют сформулировать основные выводы о физической природе материального мира частиц, полей и их систем. Ниже в виде обобщающих положений они приведены с указанием имён учёных, внёсших определяющий вклад в их творение и осмысление.

ОБОБЩАЮЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ ЧАСТИЦ И ПОЛЕЙ

1. Физический мир состоит из корпускулярных, дискретных объектов (частиц) барионной природы (постулат Левкиппа и Демокрита), взаимодействующих посредством континуальных волновых феноменов (волновых полей) (постулат Фарадея) и объектов неизвестной пока природы – тёмной материи и тёмной энергии (открытие Перлмуттера, Шмидта и Райсса). Доли объектов в условном массовом балансе физического мира: 5% – барионы (включая свет), 20–22% – тёмная материя и 75–73% – тёмная энергия.

2. Изменение состояния корпускулярных объектов осуществляется силовым воздействием гравитации и электромагнетизма. Состояния инерции объектов – покоя и равномерного прямолинейного движения, неразличимы никакими механическими (постулат Галилея) и никакими физическими опытами и не зависимы от неускоренного движения (постулат Пуанкаре).

3. Скорость распространения волновых взаимодействий предельна для света в вакууме и не зависима от состояния движения его источника (постулат Эйнштейна).

4. Корпускулярная (дискретная) и континуальная (волновая) формы существования объектов в микромире дуально едины (постулат корпускулярно-волнового дуализма де Бройля), калибровочно-инвариантны (постулат Янга и Миллса) и, как следствие, порождают неустранимую неопределённость их пространственно-временных и импульсно-энергетических состояний (соотношение неопределённостей Гейзенберга),

обуславливающих взаимопревращения их друг в друга (постулат Ферми и Тамма).

5. Разнообразные свойства всех микрообъектов – электрический заряд (Милликен), спин (Гаудсмит, Уленбек), магнитный момент (Бор), изоспин (Гейзенберг), странность (Гелл-Манн), барионный заряд, аромат, цвет – квантовано минимизированы (постулат Планка) и переносятся связывающими их волновыми феноменами – фотонами, мезонами, векторными бозонами и глюонами.

6. Искривлённое пространство-время макро- и мегамиров (Гаусс, Лобачевский, Больяи, Риман) создано материей (Аристотель, Ньютон, Клиффорд, Эйнштейн) и простирается (распространяется), расширяясь (Фридман, Слайфер, Хаббл, Лемэтр, Гамов), от предельно плоских (Евклид) локальных областей к предельно искривленным областям – *чёрным дырам* (Лаплас, Оппенгеймер, Снайдер, Хокинг).

ОБОБЩАЮЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ФИЗИКИ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. а) Внутренняя энергия систем, в основном, зависит от температуры и может совершать работу (постулат Карно);

б) работа систем возможна за счёт понижения температуры (постулат Джоуля).

2. а) Мера неупорядоченности (хаоса) системы – *энтропия*, остаётся неизменной только для обратимых процессов, возрастая при всех остальных (постулат Клаузиуса);

б) мера хаоса (энтропия) в системе нарастает в результате обмена с внешней средой, порождая необратимость движения и времени (постулат Больцмана).

3. а) Энтропия систем стремится к нулю при стремлении к нулю абсолютной температуры (постулат Нернста);

б) наивысший порядок в системе может быть достигнут при абсолютном нуле температуры.

4. Производство энтропии системой минимально в стационарном состоянии (постулат Пригожина).

ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 9

1. В классическом физическом естествознании используется геометрия:

а) Мандельброта; б) Евклида; в) Лобачевского; г) Римана; д) Минковского.

2. Перечислите свойства классического физического пространства (несколько ответов):

а) безграничность; б) изотропность; в) однородность; г) бесконечность; д) непрерывность.

3. Перечислите свойства абсолютного времени (несколько ответов):

а) универсальность; б) трехмерность; в) одномерность; г) бесконечность; д) дискретность; е) непрерывность; ж) монотонность.

4. Всеобщие формы существования материи:

а) движение и покой; б) пространство и время; в) вещество и поле; г) физический вакуум и хаос; д) искривленность и топология.

5. Количество измерений у классического физического пространства:

а) три; б) четыре; в) два; г) пять; д) одиннадцать; е) бесконечное.

6. Количество измерений у физического пространства-времени Минковского...

а) одиннадцать; б) четыре; в) семь; г) три; д) два; е) пять; ж) бесконечное.

7. «Объекты движутся не в небытии, которого не существует, но в некоем «где», то есть месте... Место – это граница, вместительница тела, поскольку она соприкасается с его содержанием... Место – это, скорее, река как целое, ибо лишь целое недвижно. Значит, место – это первая граница, неподвижно держащая содержимое... Пустота немыслима. Ибо, если пустота есть место, где ничего нет, то, как следует из предыдущего определения, мы имеем противоречие в терминах». Эта концепция пространства и времени...

а) Пифагора; б) Аристотеля; в) Исаака Ньютона; г) Архимеда; д) Платона.

8. «В физиологическом отношении время и пространство суть системы ориентирующих ощущений, определяющих вместе с чувственными ощущениями возбуждение биологически целесообразных реакций приспособления. В отношении физическом время и пространство суть особые зависимости физических элементов друг от друга». Эта концепция пространства и времени...

а) Пифагора; б) Архимеда; в) Эрнста Маха; г) Аристотеля; д) Исаака Ньютона.

9. «Абсолютное истинное математическое время само по себе и по самой сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно, и иначе называется длительностью... Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни

было внешнему, остаётся всегда одинаковым и неподвижным». Эта концепция пространства и времени...

а) Иммануила Канта; б) Рене Декарта; в) Ньютона; г) Анри Бергсона; д) Георга Гегеля.

10. «Пространство – это порядок взаимного расположения множества тел, существующих вне друг друга, время – порядок сменяющихся друг друга явлений или состояний тел. Представление о протяжённости отдельного тела, рассматриваемого безотносительно к другим не имеет смысла. Пространство есть отношение («порядок»), применимое лишь ко многим телам, к «ряду» тел. Можно говорить только об относительном размере данного тела в сравнении с размерами других тел. То же можно сказать и о длительности: понятие длительности применимо к отдельному явлению постольку, поскольку оно рассматривается как звено в единой цепи событий. Протяжённость любого объекта не есть первичное свойство, а обусловлено силами, действующими внутри объекта; внутренние и внешние взаимодействия определяют и длительность состояния; что же касается самой природы времени как порядка сменяющихся явлений, то оно отражает их причинно-следственную связь». Это концепция пространства и времени...

а) Иоганна Кеплера; б) Николая Коперника; в) Готфрида Лейбница; г) Исаака Ньютона.

11. «Не существует пустых пространства и времени, имеющих собственные размеры. Пространственно-временные отношения зависят также от концентрации масс. При переходе к космическим масштабам геометрия пространства и времени не является евклидовой (или «плоской», т.е. не зависящей от размеров области пространства-времени), а изменяется от одной области космоса к другой в зависимости от плотности масс в этих областях и их движения. В масштабах метagalактики геометрия пространства изменяется со временем вследствие расширения метagalактики». Это концепция пространства-времени...

а) Жоржа Лемэтра; б) Александра Фридмана; в) Альберта Эйнштейна; г) Готфрида Лейбница; д) Исаака Ньютона; е) Анри Бергсона; ж) Эрнеста Маха.

12. Сформулируем принцип относительности: «Положение вещей было бы удовлетворительным, если бы можно было с помощью определённых основных допущений показать, что многие электромагнитные явления строго, то есть без какого-либо пренебрежения членами высших порядков, не зависят от движения системы. ...На скорость налагается только то ограничение, что она должна быть меньше скорости света». Это принцип относительности:

а) Пуанкаре; б) Майкельсона; в) Лоренца; г) Галилея; д) Эйнштейна; е) Минковского.

13. Принцип относительности: «Законы механики во всех таких системах одинаковы. Отсюда следует, что никакими механическими опытами, проводящимися в какой-либо инерциальной системе, нельзя определить, покоится ли данная система или движется равномерно и прямолинейно», – сформулировал:

а) Кеплер; б) Коперник; в) Эйлер; г) Галилей; д) Лоренц; е) Эйнштейн; ж) Минковский.

14. Что такое симметрия? Это...

а) соотношение между двумя любыми объектами тождественной структуры; б) свойство объекта быть несовместимым со своим отображением в идеальном плоском зеркале; в) независимость физических явлений от определенных пространственно-временных или других преобразований, так что симметрия проявляется в наличии определённых законов сохранения; г) философская категория, сравнимая с категориями бытия и тождественности.

15. Найдите правильное разъяснение принципа относительности:

а) если составляющие сложного процесса воздействия взаимно не влияют друг на друга, то результирующий эффект будет представлять собой сумму эффектов, вызываемых каждым воздействием в отдельности; б) в любых инерциальных системах отсчёта все физические явления протекают одинаково; в) для микроскопического объекта существует потенциальная возможность проявлять себя в зависимости от внешних условий либо как волна, либо как частица, либо промежуточным образом; г) некоторые пары физических величин (так называемые канонически сопряжённые, например координаты и скорость или время и энергия) не могут одновременно иметь полностью определенные значения, поэтому чем точнее известна скорость частицы, тем больше «размазано» её местоположение, или чем меньше время жизни возбуждённого состояния атома, тем больше его ширина (разброс энергий); д) в замкнутой системе одинаковых или тождественных частиц реализуются только такие квантовые состояния, которые не меняются при перестановке местами двух любых частиц.

16. В чём выражается принцип корпускулярно-волнового дуализма?

а) для микроскопического объекта существует потенциальная возможность проявлять себя в зависимости от внешних условий либо как волна, либо как частица, либо промежуточным образом; б) если составляющие сложного процесса воздействия взаимно не влияют друг на друга, то результирующий эффект будет представлять собой сумму эффек-

тов, вызываемых каждым воздействием в отдельности; в) в любых инерциальных системах отсчёта все физические явления протекают одинаково; г) некоторые пары физических величин (так называемые канонически сопряжённые, например, координаты и скорость или время и энергия) не могут одновременно иметь полностью определённые значения, поэтому чем точнее известна скорость частицы, тем больше «размазано» её местоположение, или чем меньше время жизни возбуждённого состояния атома, тем больше его ширина (разброс энергий).

17. Особенность принципа тождественности частиц состоит в том, что:

а) в замкнутой системе одинаковых (т.е. обладающих одинаковыми свойствами: массой, зарядом, спином и т.п.) частиц реализуются только такие квантовые состояния, которые не меняются при перестановке местами двух любых частиц; б) некоторые пары физических величин (так называемые канонически сопряжённые, например, координаты и скорость или время и энергия) не могут одновременно иметь полностью определённые значения. Так, чем точнее известна скорость частицы, тем больше «размазано» её местоположение, или чем меньше время жизни возбуждённого состояния атома, тем больше его ширина (разброс энергий); в) если составляющие сложного процесса воздействия взаимно не влияют друг на друга, то результирующий эффект будет представлять собой сумму эффектов, вызываемых каждым воздействием в отдельности; г) в любых инерциальных системах отсчёта все физические явления протекают одинаково; д) для микроскопического объекта существует потенциальная возможность проявлять себя, в зависимости от внешних условий, либо как волна, либо как частица, либо промежуточным образом.

18. Движение – важнейший атрибут материи, один из способов её существования. Естествознание выделяет основные формы движения материи: механическую, тепловую, электромагнитную, ядерную, химическую, биологическую и общественную. Какие формы движения материи на «нормальной» звезде (звезде типа нашего Солнца), какой ответ правильный и наиболее полный?

а) механическая, ядерная; б) ядерная, тепловая, механическая, электромагнитная; в) ядерная, химическая, тепловая; г) механическая, электромагнитная, биологическая, химическая; д) тепловая, магнетогидродинамическая, механическая, химическая.

19. Установите одно верное утверждение относительно взаимосвязи пространства, времени и материи (по Эйнштейну):

а) пространство, время и материя существуют независимо друг от друга; б) пространство и время взаимосвязаны, но не зависят от материи; в) время – физическая величина, описывающая порядок явлений в искривленном материей пространстве; г) пространство и время искривляют материю; д) материя искривляет пространство, но не влияет на ход времени.

20. Вакуум в современном понимании – это:

а) абсолютная пустота; б) состояние, в котором отсутствуют какие-либо частицы, поля, волны, какая-либо материя; в) состояние, в котором отсутствуют какие-либо частицы; г) состояние, в котором отсутствует какая-либо материя.

21. Классический принцип относительности можно понимать так:

а) нет ничего абсолютного, всё относительно то, что изучается; б) любой процесс протекает одинаково в изолированных инерциальных материальных системах, т.е. системах, покоящихся либо равномерно прямолинейно движущихся относительно друг друга; в) любой процесс протекает различно в изолированных инерциальных системах, т.е. системах, покоящихся либо равномерно прямолинейно движущихся относительно друг друга.

22. Принцип корпускулярно-волнового дуализма допускает формулировку:

а) волновые свойства микрообъекта чередуются со свойствами частицы; б) любые микрообъекты материи обладают свойствами и частиц, и волн; в) любые микрообъекты материи обладают свойствами волн; г) любые микрообъекты материи обладают свойствами частиц.

23. Принцип запрета (исключения) Паули для тождественных частиц:

а) в квантовой системе тождественных частиц с целым спином две или более частицы не могут одновременно находиться в одном и том же состоянии; б) в квантовой системе тождественных частиц с полуцелым спином две или более частицы могут одновременно находиться в одном и том же состоянии; в) в квантовой системе тождественных частиц с полуцелым спином две или более частицы не могут одновременно находиться в одном и том же состоянии.

24. Установите соответствие уровней организации материи характерным объектам в них:

- | | |
|--------------|---------------------------------|
| а) микромир; | г) отдельные тела; |
| б) макромир; | д) планеты, звёзды, галактики; |
| в) мегамир; | е) элементарные частицы, атомы. |

25. Установите соответствие между параметрами элементарной частицы и волны:

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| а) волна; | в) спин, заряд, масса покоя; |
| б) элементарная частица; | г) длина, частота, энергия. |

26. Физические картины мира сменяли друг друга в следующей последовательности:

- а) механистическая, электромагнитная, квантово-релятивистская;
б) квантово-релятивистская, электромагнитная, механистическая; в) механистическая, квантово-релятивистская, электромагнитная; г) квантово-релятивистская, механистическая, электромагнитная.

27. Установите соответствие понятий а), б), в) с понятиями г), д), е):

- | | |
|---|--|
| а) супервзаимодействие; | г) сильное, электромагнитное, |
| б) взаимодействие Великого объединения; | слабое; |
| в) единое электрослабое взаимодействие; | д) слабое, электромагнитное; |
| | е) гравитационное, сильное, электромагнитное, слабое |

28. «Замена всех частиц на античастицы не изменяет характера процессов в природе» – суть принципа симметрии:

- а) тождественности; б) зарядового сопряжения; в) зеркальной; г) временной.

29. Законы сохранения электрического заряда, барионного заряда, лептонного заряда, странности, изотопической инвариантности являются следствием принципов:

- а) локальной симметрии; б) внутренней симметрии; в) внешней симметрии; г) дополнительности; д) связности; е) относительности; ж) ковариантности.

30. Движение, масса (как мера инертности), тяготение (как универсальное свойство тел гравитировать), принцип дальнего действия – основные понятия физической картины мира:

- а) метафизической; б) механической; в) электромагнитной; г) квантово-релятивистской (квантово-полевой); д) античной.

31. Материя как единое, абсолютно непрерывное, бесконечное поле – представление, характерное для физической картины мира:

а) метафизической; б) механической; в) электромагнитной; г) квантово-релятивистской (квантово-полевой); д) античной.

32. В макромире доминируют взаимодействия:

а) электромагнитное, сильное; б) электромагнитное, слабое; в) электромагнитное, электрослабое; г) электромагнитное, гравитационное.

33. В микромире элементарных частиц доминируют взаимодействия:

а) сильное, слабое, электрослабое; б) электромагнитное, гравитационное, сильное; в) электромагнитное, слабое, сильное; г) гравитационное, сильное, электрослабое.

34. Сущность процесса близкодействия состоит в том, что любое из известных взаимодействий передается:

а) мгновенно между любыми объектами; б) мгновенно только к ближайшему объекту; в) между соседними объектами с конечной скоростью; г) от объекта к объекту со скоростью, не превышающей скорость света в пустоте.

35. Укажите в списке динамические теории...

а) квантовая механика; б) классическая механика; в) общая теория относительности; г) генетика; д) эволюционная теория Дарвина; е) теория химического строения.

36. Укажите в списке динамические теории...

а) теория электромагнитного поля; б) специальная теория относительности;
в) эволюционная теория Ламарка; г) молекулярно-кинетическая теория газов.

37. Укажите в списке статистические теории...

а) молекулярно-кинетическая теория; б) квантовая механика; в) эволюционная теория Дарвина; г) генетика; д) эволюционная теория Ламарка; е) механика.

38. Укажите в списке статистические теории...

а) квантовая теория поля; б) генетика; в) антропология; г) строительная механика; д) кинематика; е) ядерная физика.

39. Найдите положение, точно передающее сущность квантовой механики:

а) в квантовомеханической природе существенна дискретность физических величин с размерностью действия; б) электрон – дискретный микробъект; в) квантовая механика является динамической теорией; г) квантовомеханические величины принимают непрерывный ряд значений; д) квантовая механика использует в качестве основной мировой константы скорость света в вакууме.

40. Выберите однозначное соответствие между физической системой (1 – атом, 2 – двойная звезда, 3 – ядро атома) и основным типом взаимодействия в ней:

а) сильное; б) электромагнитное; в) гравитационное.

41. Найдите положение, точно относящееся к квантовой механике:

а) квантовая механика основывается на статистических закономерностях; б) основным её уравнением является каноническое уравнение Гамильтона; в) в микромире существенна дискретность большинства физических величин в единицах постоянной Планка; г) все физические величины микромира могут принимать непрерывный ряд значений; д) основой квантовой механики является принцип соответствия.

**Часть IV. ТЕЗАУРУС
и ПЕРСОНАЛИИ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

(от А до К)

4.1. Тезаурус

Современная научная терминология создавалась в течение тысячелетий, в основном благодаря нескольким языкам, которые в определенные исторические эпохи становились также международными научными языками. Первым из этих языков в античности был *греческий*, затем в раннее Средневековье – *арабский*, в позднее Средневековье, эпоху Возрождения и раннее Новое время – *латинский*, в Новейшее время – *немецкий* и *английский*. Поэтому неудивительно, что большинство научных терминов имеют греческое и латинское происхождение, меньше – арабское, и это первая особенность научной терминологии. Второй особенностью научных терминов является их частая многозначность из-за использования одного и того же слова разными науками, связанная с недостаточной разработанностью собственного языка частных наук.

Происхождение слов (этимология) и истолкование их – задача всегда чрезвычайной сложности, ответственности и неопределённости (достаточно сравнить несколько толковых словарей) и само это может дать и даёт часто неожиданный результат. Например, рассмотрим (упрощённо) толкование слова *естествознание*. Оно заимствовано из старославянского языка и образовано из слова *естество* (представляющее собой кальку греческого слова *ousia* – *сущность, бытие*) и слова *знание*, что даёт буквально толкование исследуемого слова – *знание о бытии, знание о сущности*. Следовательно, *естествознание* есть *онтология* (буквально по-гречески – *учение о бытии*). Словарь же, например Брокгауза и Ефрона, в современной версии (словарь энциклопедический, не толковый) определяет *естествознание* как *естественную историю*, выделяя тем самым всего лишь одну часть его смысла.

Многозначным оказывается и термин *тезаурус*, используемый здесь нами и известный сейчас всем пользователям персональных компьютеров. Слово это происходит от гр. *thesaurus* – *сокровище, запас* и имеет следующие смыслы: 1) в лингвистике – словарь языка с полной смысловой информацией; 2) в информатике – полный систематизированный набор данных о какой-либо области знания; 3) в культурологии и тезаурологии – структурированная по основанию «своё – чужое» совокупность субъективных представлений о мире, человеке и культуре. В нашем случае смешаны все три понятия о тезаурусе.

Предлагаемый нами тезаурус и дидактические единицы естествознания (т.е., как мы отметили выше, те основные, фундаментальные понятия и представления, скорее, даже мировоззрение, которое должно быть усвоено и выработано как результат освоения дисциплины) никак не претендуют на всеобъемлющую полноту, но авторы надеются, что

отобранные в нём слова, термины, понятия, единицы языка дисциплины являются живыми и наиболее употребительными в важнейших, в первую очередь, естественных отраслях наук, а их истолкование достаточно точно отражает современную их семантику.

Аберрация (лат. aberratio – уклонение) – широко используемый термин, означающий 1) отклонение от нормы; 2) в оптических системах – искажения изображения из-за технического несовершенства стекол, вследствие чего наблюдаются кома, сферическая аберрация, астигматизм, дисторсия; 3) астрономическая – возникает из-за взаимного движения наблюдаемого светила и приёмника (как правило, телескопа), вследствие чего наблюдается изменение (смещение) видимого положения светила на небесной сфере; 4) в биологии известны хромосомные аберрации (то же, что *хромосомные перестройки*).

Абиогенез (*a* – означающее отрицание, *био...* и *... генез*) – образование биологических структур вне *организма* без участия *ферментов*; одна из современных *гипотез* происхождения жизни из неживого (*косного вещества*).

Абиотические факторы – факторы неорганической, или неживой, среды в группе *экологических факторов адаптации*, действующих среди биологических видов и их сообществ, подразделяющиеся на климатические (свет, температура воздуха, воды, почвы, влажность, ветер), почвенно-грунтовые, топографические, океанические и воздействия огня.

Абсолют (абсолютный) (лат. absolutus – безусловный, неограниченный) – свободный от каких-либо отношений и условий, независимый, совершенный. Противоположность – *относительный*. В философии и религии наиболее важным является *метафизически* абсолютное, которое воспринимается как абсолютное *бытие*, абсолютный дух, т.е. высочайший мировой разум (у Гегеля), абсолютная личность – Бог (в христианстве) и т.д. Предельное понятие, означающее мировой разум (Логос) или высшую сущность.

Абсолютная температура – термодинамическая температура, введённая англ. физиком Уильямом Томсоном (лордом Кельвином), обозначаемая Т, отсчитываемая от *абсолютного нуля* температуры шкалы Кельвина или термодинамической температурной шкалы. Значения абсолютной температуры больше температуры по шкале Цельсия на 273,16 градуса.

Абсолютный нуль температуры – начальный отсчёт по шкале Кельвина, составляет по шкале Цельсия отрицательную температуру в 273,16 градуса.

Абсолютный разум – в классической немецкой философии символ *абсолюта*. Иногда Гегель называл А.р. абсолютной идеей.

Абсорбция газов (лат. absorptio – поглощаю) – объемное поглощение газов и паров жидкостью (абсорбентом) с образованием раствора. Процесс, обратный абсорбции, называется десорбцией. Различают физическую и химическую абсорбцию.

Абстракция (лат. abstractio – отвлечение) – форма познания, основанная на мысленном, понятийном выделении существенных свойств и связей предмета и отвлечении от других, частных, его свойств и связей.

Абстрактное – некое всеобщее понятие, охватывающее свойство, принадлежащее большому количеству предметов. Понятие «абстрактное» противопоставляется конкретному.

Абстрактное мышление – то же, что и понятийное мышление, т.е. способность человека к формированию отвлечённых, опосредованных, не наглядных, чисто мысленных представлений о предметах, в которых обобщены основные свойства конкретных вещей.

Авогадро закон – в равных объемах *идеальных газов* при одинаковых давлении и температуре содержится одинаковое число молекул. Открыт в 1811 г.

Авогадро постоянная (число Авогадро) – число частиц (атомов, молекул, ионов) в 1 моле вещества (моль – это количество вещества, в котором содержится столько же частиц, сколько атомов содержится точно в 12 граммах изотопа углерода-12), обозначаемое символом $N = 6,023 \times 10^{23}$. Одна из важнейших фундаментальных физических постоянных.

Австралопитеки (лат. *australis* – южный и гр. *pithkos* – обезьяна) – ископаемые высшие человекообразные *приматы*, передвигавшиеся на двух ногах, жили около 4–1 млн лет назад. Скелетные остатки найдены на юге и востоке Африки (*зинджантроп* и др.).

Автоволны – вид самоподдерживающихся волн в активных (неравновесных энергетически) средах, среди которых волны в химической *реакции Белоусова–Жаботинского*, при горении и др.

Автокатализ – ускорение реакции, обусловленное накоплением промежуточного или конечного продукта, обладающего каталитическим действием в данной реакции, т.е. из-за образующегося в реакции *катализатора*.

Автоколебательные реакции, см. *Колебательные реакции*.

Автономия (гр. *autos* – сам и *nomos* – закон) – собственная закономерность, например, автономия органической жизни по отношению неорганической, мышления по отношению к бытию и т.д.

Автотрофный (авто + гр. *trophe* – пища) – питающийся неорганическими веществами.

Агностицизм (гр. *agnostos* – недоступный познанию, неизвестный) – учение о непознаваемости истинного бытия, объективного мира, его сущности и закономерностей. Агностицизм отрицает *метафизику* как науку; ограничивает роль науки лишь познанием явлений. Философское мировоззрение, утверждающее принципиальную непознаваемость сущности мира.

Агрегат (лат. *aggrego* – присоединяю) – механическое соединение в целое разнородных частей и объектов.

Агрессия (лат. *aggressio* – нападение) (в поведении животных) – ответное действие (акция) животного по отношению к др. особи своего или др. вида, приводящая к её запугиванию, подавлению или нанесению физической травмы, в т.ч. смертельной. Проявления агрессии часто связаны со страхом. Часть стратегии индивидуального и группового (коллективного) выживания.

Адаптация (лат. *adaptare* – приспособлять, позднелат. *Adaptatio* – приспособление) – приспособление функций и строения организма к условиям существования в результате комплекса морфофизиологических, поведенческих,

популяционных и др. особенностей биологического вида. Адаптацией называют и сам процесс выработки приспособлений. Различают две группы приспособлений – аккомодацию (например, аккомодацию глаза к ясному видению предметов, находящихся на разных расстояниях) и эволюционную адаптацию (обусловленную *естественным отбором*).

Аддитивность (лат. *additivus* – прибавляемый, прибавленный) – свойство некоторых физических и геометрических величин, состоящее в том, что значение величины, соответствующее целому объекту, равно сумме значений величин, соответствующих его частям при любом разбиении объекта на части. Такими свойствами обладают длины линий, площади поверхностей, объёмы тел, масса и вес тела.

Аденин – *пуриновое (азотистое) основание*, содержащееся в составе нуклеиновых кислот всех живых организмов; одна из 4 «букв» *генетического кода*, обозначается как А.

Аденозинтрифосфат (АТФ) – *нуклеотид*, образованный *пуриновым основанием аденина*, *моносахарида рибозы* и тремя остатками фосфорной кислоты. Выполняет в организмах роль универсального аккумулятора энергии. Под действием *ферментов* фосфатные группы отщепляются от АТФ с освобождением энергии, благодаря которой происходят мышечные сокращения, синтетические и др. процессы жизнедеятельности.

Адиабатические инварианты (гр. *adiabatos* – непреходимый и фр. *invariant* – неизменяющийся) – физические характеристики финитного (ограниченного некоторой конечной областью) движения системы, остающиеся постоянными при очень медленном (адиабатическом) изменении внешних условий (внешнего поля) или др. параметров системы (размеров, массы, заряда и др.).

Адсорбция (лат. *ad* – на, при и *sorbeo* – поглощаю) – изменение, обычно повышение, концентрации вещества вблизи поверхности раздела фаз («поглощение на поверхности»). Процесс, обратный адсорбции, – десорбция.

Адепт (лат. *adeptus* – достигший) – ревностный приверженец какого-либо учения, идеи; посвященный в тайны какого-либо учения, секты.

Адроны (гр. *adros* – сильный) – общее название элементарных частиц, подверженных сильному взаимодействию.

Аквабионт – то же, что гидробионт, организм, постоянно живущий (обитатель) в водной среде.

Аккомодация глаза – приспособление глаза к чёткому видению различно удалённых предметов («наводка на резкость»).

Аккумуляция, аккумуляирование (лат. *accumulatio* – собирание в кучу, накопление) – процесс накопления, собирания вещества, энергии, др. количественных характеристик.

Акреция (лат. *accretio* – приращение, увеличение) – гравитационный захват вещества и последующее его падение на космическое тело (например звезду).

Аксиология (гр. *axios* – ценный + логия) – философия ценностей жизни, культуры, этики и эстетики, являющихся предметом желаний, стремлений, интереса человека.

Аксиома (гр. *axioma* – значимость, требование) – 1) (в математике) – предложение, принимаемое без доказательства, рассматриваемое как исходное при построении той или иной математической теории. Система аксиом, являющаяся логическим фундаментом обоснования математической теории, не является раз и навсегда законченной и совершенной и, как и сами аксиомы, изменяется и совершенствуется. К системе аксиом предъявляются требования непротиворечивости, независимости и полноты. Аксиома также называется постулатом; 2) (в логике) – отправное, исходное положение, которое не может быть доказано, но в то же время и не нуждается в доказательстве, т.к. является совершенно очевидным и поэтому может служить исходным для др. положений. Логическими аксиомами являются: закон тождества, закон противоречия, закон исключенного третьего (сформулированы Аристотелем) и закон достаточного основания (сформулирован Г. Лейбницем); 3) (в переносном смысле) – бесспорная, не требующая доказательств истина.

Аксиоматика – система аксиом вместе с основными объектами и основными отношениями между ними; учение об определениях и доказательствах в их отношении к системе аксиом.

Аксиоматический метод – метод построения научной теории как системы аксиом (постулатов) и правил вывода (*аксиоматики*), позволяющих путём логической *дедукции* получать утверждения (*теоремы*) данной теории.

Аксон (гр. *axo* – ось) – отросток нервной клетки, проводящий нервные импульсы от тела клетки к др. нервным клеткам или иннервируемым органам. Пучки аксонов образуют *нервы*.

Актуализация (новолат. – осуществление) – переход из состояния возможности в состояние действительности.

Актуальный (фр. *actuel* – действительный) – 1) (в философии) действенный, современный, имеющий отношение к непосредственным интересам личности, насущный; 2) существующий, проявляющийся в действительности; противоположность – *потенциальный*.

Акцептор (лат. *acceptor* – принимающий, приёмщик) – 1) (в физике) структурный дефект в *кристаллической решетке* полупроводника, обуславливающий определённый тип электрической проводимости; 2) (в молекулярной биологии) вещество, принимающее электроны и водород от окисляемых соединений и передающее их др. веществам; 3) организм, которому пересаживают орган или ткань; 4) (в химии) атом или группа атомов, образующие *химическую связь*.

Алгоритм (лат. *algorismi* – транслитерация имени математика аль-Хорезми) – система операций, последовательно применяемых по определенным правилам для решения определенной задачи или проблемы массового характера.

Алкоголизм (от араб. *al-kuhl*) – хроническое заболевание, вызываемое систематическим употреблением спиртных напитков (алкоголя), характеризующееся влечением к ним (алкогольной зависимостью) и приводящее к психическим и физическим расстройствам, а также дипсоманией – периодическим запоем.

Аллель (гр. *allelon* – друг друга, взаимно) – (иначе аллеломорф или аллельный ген), один из пары (или нескольких) *генов*, определяющих развитие того или иного признака; альтернативная форма одного и того же гена, привне-

сённого одним из родителей. *Хромосома* может содержать только один аллель какого-либо гена. Некоторые гены могут иметь множественные аллели, например гены, которые определяют группу крови человека.

Аллерген (*аллергия + ген*) – вещество (и любой др. агент, например, растительная пыльца), вызывающее *аллергию*.

Аллергия (гр. *allos* – другой, иной, чужой + гр. *ergon* – действие) – состояние повышенной реактивности организма, в т.ч. человеческого, по отношению к определённому веществу или веществам (*аллергенам*), преимущественно органическим, развивающееся при повторном воздействии этих веществ, вызывающих образование в нем *антител*.

Алкалоиды (позднелат. *alkali* – щёлочь и гр. *eidōs* – вид) – азотсодержащие органические основания природного (преимущественно растительного) происхождения. Помимо C, H, N, могут также содержать атомы S, реже – Cl или Br. К ним относятся атропин, стрихнин и многие др. вещества; всего известно несколько тысяч алкалоидов.

Алхимия (позднелат. *alchymia, alchimia*, через араб. аль-химия, возможно от гр. *chymēia, chemeia* – искусство выплавки металлов или *chyma* – жидкость, литье, или от Хемия (гр. *Chemia*) – одно из названий Др. Египта от древнеегип. хам, хаме – чёрный, буквально – чёрная страна, страна чёрной земли) – наряду с другими тайными, оккультными науками (астрологией и каббалой) явление культуры, сопутствующее на протяжении более 1,5 тысяч лет различным эпохам (эллинизм, европейское Средневековье, Возрождение). Алхимия связывается с попытками получить совершенные металлы (золото, серебро) из металлов несовершенных, т.е. с идеей трансмутации (превращения) металлов с помощью гипотетического вещества – «философского камня» или эликсира. Цель алхимии в период II–XI веков не утилитарная, а глобальная, направленная на построение особой Вселенной, выраженная в специфических образах – понятиях, таких как «философский камень», целительные панацеи, алкагест – универсальный растворитель, гомункул – искусственный человек. Она осуществляет тем самым единение микро- и макрокосмоса, соотнося духовное и природное, вселенское и человеческое на пути к знанию. В период Средневековья и позднее во взаимодействии с умозрительным природознанием и химическим ремеслом алхимия постепенно трансформируется в научную химию.

«Альмагест» (араб. аль-Маджисти (латинизир. *Almagestum*), гр. *Megiste Syntaxis* – «**Великое построение**») – сочинение Клавдия Птолемея (II в.), в котором изложена геоцентрическая система мира. «Альмагест» состоит из 13 книг.

Альтернатива (фр. *alternative* происходит от лат. *alter* – один из двух) – необходимость выбора между взаимоисключающими двумя возможностями, обусловленная потребностью *volens volens* (волей-неволей) решиться на одно из двух.

Альтруизм (фр. *altruisme* происходит от лат. *alter* – другой) – поведение, выражающее стремление бескорыстной помощи во благо других. Является частью группового выживания, обусловленного ослаблением института самосохранения. Результат процесса биологической эволюции в структурах иерархи-

ческой кооперации организмов. Этический принцип заботы о ближнем в противоположность *эгоизму*.

Альфа-частицы, они же гелионы – ядра атомов гелия, образовавшиеся на ранних стадиях *Большого взрыва*; содержат 4 нуклона, из которых 2 протона и 2 нейтрона; испускаются некоторыми радиоактивными элементами, а также являются продуктом некоторых ядерных реакций, протекающих под действием нейтронов или заряженных частиц.

Амбивалентность (лат. *ambo* – оба и *valenta* – сила) – двойственность, проявляющаяся в чувствах и действиях, находящихся в противоречащих друг другу устремлениях, например любви и ненависти, удовольствия и неудовольствия, симпатии и антипатии; одно из чувств иногда вытесняется (бессознательно) и маскируется другим. Амбивалентность коренится в неоднозначности отношения человека к окружающему обществу, в противоречивости принятой или культивируемой системы *ценностей*.

Аминокислоты – низкомолекулярные органические соединения, в состав которых входят одна или две аминогруппы ($-NH_2$) и одна или две карбоксильные группы ($-COOH$), обладающие щелочными и кислотными свойствами соответственно. Этим объясняются амфотерные (т.е. те и другие) свойства аминокислот, благодаря чему в клетке они играют роль буферных соединений. Участвуют в обмене азотистых веществ всех организмов. Из известных на сегодня свыше 150 аминокислот подавляющее большинство находится в организмах в свободном состоянии и только 20 входят в состав *белков*. Эти аминокислоты получили название белковых или протеиногенных (образующих протеины, т.е. белки). Им присуще одно важнейшее свойство – способность при участии *ферментов* соединяться по аминным и карбоксильным группам и образовывать *полипептидные цепи*. Порядок включения аминокислот в белки определяется *генетическим кодом*. Большинство микроорганизмов и растения сами синтезируют необходимые им аминокислоты, человек и животные не способны к этому и должны получать их из пищи.

Амины – органические азотсодержащие соединения, образующиеся при замещении одного или нескольких атомов водорода в молекуле аммиака на углеродные цепочки, проявляя при этом в реакциях более сильные нуклеофильные свойства (способность присоединять и удерживать *нуклеотиды*), чем аммиак. Простейшие амины – газы с аммиачным запахом, высшие – жидкости или твёрдые вещества. Широко распространены в природе сложные амины: *алкалоиды*, *аминокислоты*, *амины биогенные* и др.

Амины биогенные, протеиногенные (образующие *протеины*, т.е. *белки*) – группа азотсодержащих органических соединений, образующихся в организмах человека, животных, растений и бактерий путём отщепления от них карбоксильной группы $-COOH$. Многие из них являются биологически активными веществами, оказывают значительные влияния на процессы в коре головного мозга, в подкорковых центрах и др. органах.

Амитоз (а-отрицательная частица и гр. *mitos* – нить) – прямое деление *ядра*, один из способов деления ядра (а затем и *клетки*) путём разделения *ядрышка* с последующей перетяжкой всего тела ядра без образования *хромосом*. При амито-

зе, в отличие от *митоза*, не обеспечивается равномерного распределения генетического материала между двумя дочерними клетками.

Амнезия (гр. *a* – отрицательная частица и *тпете* – память) – нарушение памяти, отсутствие воспоминаний (полная потеря памяти) или неполное воспоминание о событиях и переживаниях определенного периода.

Аморфное состояние (гр. *amorpos* – бесформенный) – один из видов конденсированного (здесь конкретно – твёрдого) состояния вещества, главной особенностью которого в данном случае является отсутствие т.н. дальнего порядка, т.е. отсутствие характерной для кристаллов строгой периодической повторяемости во всех направлениях одного и того же элемента структуры: атома, группы атомов, молекулы. В аморфном состоянии находятся различные вещества: стекла, смолы, пластмассы и т.д.

Амплитуда (лат. *amplitudo* – величина) – наибольшее отклонение колеблющейся по определённому закону величины от среднего значения или от некоторого условного нулевого значения. Особый смысл в квантовом мире (квантовой физике) имеет понятие «амплитуда вероятности», то же, что *волновая функция*.

Анаболизм (гр. *anabole* – подъём) (*ассимиляция*) – физиобioхимические процессы в клетке, составляющие часть *метаболизма* и направленные на усвоение ею пищевых веществ. В ходе анаболизма создаётся тело клетки. При этом химически чуждые соединения превращаются в специфические именно для данного вида и особи.

Анализ (гр. *analysis* – разложение, расчленение) – метод исследования, состоящий в мысленном или фактическом разделении целого на составные части, единства – на множество, сложного – на его компоненты, события – на его отдельные ступени, содержания сознания – на его элементы, понятия – на его признаки (противоположность – *синтез*). Акт анализа называется анализированием, а способ его проведения – аналитическим методом. Различают несколько видов анализа: элементарный – разделение происходит без учёта отношений частей друг к другу и к целому, причинный – учитываются причинные связи и отношения, логический – учитываются логические отношения в явлении, феноменологический – вычленяется в явлении содержание сознания, психологический – содержание сознания разлагается на его элементы. Аналитическое разложение явления, предмета меняет его бытие.

Аналитическая химия – наука об определении химического состава веществ, в некоторой степени химического строения соединений.

Аналогия (гр. *analogia* – сходство, соответствие) – 1) сходство в каком-либо отношении между предметами и явлениями; подобие, равенство отношений, а также познание путём сравнения; 2) (в биологии) сходство органов или их частей, разных по происхождению, но одинаковых по функции. Аналогия в этом случае – результат биологической *конвергенции*, при которой появление аналогичных органов свидетельствует лишь о приспособлении организмов к одинаковым условиям среды обитания (жизни) (например крылья птиц и насекомых).

Анахронизм (гр. *anachronismos*, *ana* – обратно, назад, против и *chronos* – время) – 1) ошибка против летоисчисления (хронологии), отнесение какого-либо

события, явления к др. времени (проблема, поставленная в своё время И. Ньютоном против хронологии Скалигера и в наше время акад. А.Т. Фоменко с сотрудниками по пересмотру хронологии и истории России и Западной Европы); 2) ошибочное или условное приурочение событий и черт одной эпохи к другой; 3) в переносном смысле – пережиток старины, устаревшие, отжившие взгляды, обычаи, суждения, противоречащие современным воззрениям.

Анаэроб(ы), анаэробные организмы, анаэробиионты, аноксибионты (гр. ana – обратно, назад, против и aer – воздух) – организм, способный жить в бескислородной среде; эта способность называется анаэробизмом и относится к бактериям, некоторым червям и моллюскам (противоположность – *аэробы*).

Анггармонические колебания – периодические колебания, отличающиеся по форме от гармонических колебаний, поскольку содержат наряду с основной частотой колебания дополнительно некоторые его гармоники (частоты, кратные основной).

Ангстрем – внесистемная доляная единица длины, равная одной стомиллионной доли сантиметра или одной десятой доли нанометра (нм); используется в оптике, в атомной физике. Названа в честь шведского физика Андерса Ангстрема (1814–1874).

Анизотропия (гр. anisos – неравный и tropos – направление) – 1) зависимость свойств среды от направления (особенно характерна для кристаллов); 2) (в биологии) способность органов растений под воздействием одного и того же фактора (например света) принимать различные пространственные положения (преимущественное изгибание ствола и соответствующее расположение листьев).

Аннигиляция (лат. annihilatio – превращение в ничто, уничтожение) – превращение элементарных частиц и античастиц в другие частицы (например, при аннигиляции пары электрон-позитрон возникают фотоны).

Аномалия (гр. anomalía, a – отрицательная частица и nomos – закон) – отклонение от нормы, от общей закономерности. Равнозначно: аномальность.

Антагонист(ы) (гр. antagonizesthai – лицо с противоположными взглядами, мнением, непримиримый противник) – 1) противник(и), оппонент(ы); 2) (в биологии) мышцы и их группы, действующие одновременно или поочередно в двух противоположных направлениях (например сгибатели и разгибатели конечностей); микроорганизм, тормозящий или угнетающий жизнедеятельность др. микроорганизмов своего или др. видов. Соответственно антагонизм – противоречие, характеризующееся непримиримой борьбой враждебных сил, тенденций; спор.

Антенна(ы) (лат. antenna – мачта, рей) – 1) (радио) устройство, предназначенное для излучения или (и) приёма радиоволн; 2) (в биологии) (сяжки, усики) многочленистые подвижные головные придатки, часто органы чувств у большинства членистоногих (исключая паукообразных) организмов.

Антибиотик(и) (*анти* и гр. bios – жизнь) – вещество биологического происхождения, способное убивать микроорганизмы или угнетать их рост. Используются как лекарственные препараты для подавления бактерий, микроскопических грибов, некоторых вирусов и простейших, поражающих человека, животных и растения.

Антивещество – материя (вещество), образованная из античастиц. Ядра антиатомов должны состоять из антипротонов и антинейтронов, а лёгкие оболочки из позитронов (антиэлектронов). Современная астрономия и астрофизика не исключают возможность существования ряда активных ядер галактик и самих галактик из антивещества (в согласии с наблюдательными данными конца XX в.).

Антиген (анти + *ген*) – сложное органическое вещество, способное при поступлении в организм восприниматься как чужеродное и вызывать ответную иммунную (см. *иммунитет*) реакцию – образование *антител*, а также состояния иммунологической *толерантности* или *аллергию*. Свойствами антигенов обладают *белки*, *полисахариды* и др. макромолекулы.

Антикодон (анти + *кодон*) – участок молекулы транспортной РНК, состоящий из трёх *нуклеотидов*, специфически (*комплементарно*) связывающихся с *кодоном* (тройкой, триплетом нуклеотидов) информационной (матричной) РНК, что обеспечивает правильную расстановку каждой *аминокислоты* (*в полипептидной цепи*) при *биосинтезе белка* (*трансляции*).

Антимир – гипотетический космический объект, состоящий из *антивещества*.

Антиномия (гр. *antinomia* – противоречие в законе) – противоречие между рядом положений, из которых каждое имеет законную силу, или противоречие между двумя суждениями, одинаково логически доказуемыми (например прерывность и непрерывность материи).

Антисимметрия – свойство многих материальных фигур совмещаться с собой в разных позициях операциями антисимметрии. Всякая операция антисимметрии состоит из какой-либо операции обыкновенной симметрии в сочетании с операцией перемены знака фигуры, физический смысл которой может быть различным, например: перемена знака заряда, знака движения (вперёд – назад), растяжение – сжатие, замена чёрного на белое, негатива на позитив и т.д. Операциями антисимметрии являются антиповороты, антиотражения, антиинверсии, антипереносы и т.д.

Антитела – сложные белки группы иммуноглобулинов, образующиеся в организме человека и теплокровных животных при попадании в них антигенов и нейтрализующие их вредное действие, способствуя выработке *иммунитета*.

Античастицы – элементарные частицы, имеющие ту же массу, спин, время жизни и некоторые другие внутренние характеристики, что и их «двойники», но отличающиеся от них знаками электрического заряда и магнитного момента, *барионного заряда*, *лептонного заряда* и некоторым квантовым числом, получившим название *странность*.

Античный (*antiquus* – древний) – относящийся к истории и культуре древних греков и римлян.

Антропный принцип – принцип о возникновении человека в наблюдаемой части Вселенной имеет в настоящее время три варианта формулировок: 1) *слабая*: а) (краткая формулировка) физическая Вселенная, которую мы наблюдаем, представляет собой структуру, допускающую присутствие человека как наблюдателя, б) (расширенная формулировка) наблюдаемые значения всех физических и космических величин произвольны. Они в значительной мере принимают значения, которые ограничены требованием наличия региона, в кото-

ром могла возникнуть жизнь на базе углерода, и требованием к возрасту Вселенной, достаточному для того, чтобы это уже произошло; 2) *сильная*: законы построения Вселенной должны быть таковы, чтобы она непременно когда-нибудь должна породить наблюдателя; 3) *сверхсильная*: постулирует известное равенство между человеком и Богом, но не превосходство Бога над миром и человеком, ибо ни одна из упомянутых сторон не может существовать без другой.

Антропоген (гр. *anthropos* – человек и *ген*) – последний из геологических периодов (часть кайнозоя от возникновения рода человек до современности) продолжительностью в 2,0–2,5, по другим данным – от 1 до 3,5 млн лет, в течение которого наблюдалось возрастающее воздействие человека на природу. Употребляется также для указанного периода название **антропогенная (четвертичная) система (период)**.

Антропогенез (гр. *anthropos* – человек и *генез*) – 1) процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи. Учение об антропогенезе – раздел *антропологии*.

Антропология (*антропо* и *логия*) – наука (междисциплинарная дисциплина на грани естественных и общественных разделов науки) о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих *рас* и о нормальных вариациях физического строения человека.

Антропоцентризм – воззрение, согласно которому человек есть центр Вселенной и высшая цель мироздания, цель всех совершающихся в мире событий.

Апогей (гр. *аро* – из, от, без и *ге* – Земля) – 1) (в астрономии) наиболее удаленная от Земли точка орбиты Луны; 2) высшая ступень развития, расцвет.

Апологет – тот, кто выступает с апологией (защитой, обычно предвзятой; неумеренным, чрезмерным восхвалением) чего-либо; в переносном смысле яркий приверженец какой-либо идеи, направления или кого-либо.

Апория (гр. *арогия*, букв. – безвыходность) – в античной философии – логическое затруднение, неразрешимая проблема, обусловленная неявно содержащимся в ней (в самом предмете или в употребляемых понятиях) противоречием, с наличием аргумента против очевидного, общепринятого. Особую известность получили апории элейского философа Зенона «Дихотомия», «Стрела», «Ахиллес», «Стадион» и др.

Апостериори (лат. *a posteriori* – из последующего) – 1) на основании опыта, из опыта (противоположность *априори*); 2) понятие теории, противоположное *априори*. Априорным называется знание, которое получено из восприятия.

Аппроксимация (от лат. *approximare* – приближаться) – приближенное выражение одних величин или геометрических образов через другие, более простые (например кривых линий ломаными).

Априори (лат. *a priori* – предшествующий) – 1) независимо от опыта, до опыта (противоположность – *апостериори*); 2) знание, предшествующее опыту и независимое от него, знание, изначально присущее *сознанию*. Априорным называется взгляд, положение, мнение и т.д., правильность которого не может быть доказана или опровергнута опытом; 3) в переносном смысле – заранее, предварительно.

Апробация (лат. *approbatio*) – официальное одобрение, утверждение, основанное на проверке, обследовании, испытании.

Аргумент (лат. *argumentum* – довод) – 1) логический вывод, служащий основанием доказательства; 2) суждение (совокупность суждений), приводимое в подтверждение истинности другого суждения (например концепции, теории). Аргументировать – доказывать, обосновывать; 3) (в математике) различают аргумент как независимую переменную (величину), от значений которой зависят значения другой величины, называемой *функцией*, и как аргумент комплексного числа, имеющий смысл некоторого угла в плоскости, образованной на прямоугольных осях действительного и мнимого чисел.

Ареал (лат. *area* – площадь, пространство) – область распространения на земной поверхности (в т.ч. в пространстве вблизи этой поверхности) какого-либо явления(й), тех или иных видов животных, растений, птиц, насекомых, полезных ископаемых и т.п.

Арифметика (гр. *arithmos* – число) – наука о числах и операциях над ними. Арифметика в первую очередь изучает натуральные и дробные числа и является одной из древнейших отраслей человеческого знания. В XX в. в арифметике Куртом Гёделем доказана одна из наиболее значительных теорем – теорема о неполноте системы (имеющая неопровергаемый аналог в обычной логике – «я лгу»), играющая непреходящую роль в познании (см. *теорема Гёделя*).

Ароматические углеводороды (соединения) (они же **арены**) (гр. *aromatōs* – благовоние) – соединения, молекулы которых характеризуются наличием ароматической системы связей (см. *ароматичность*). В более узком смысле к ароматическим углеводородам относятся бензол (имеющий особую циклическую группировку из 6 атомов углерода, образующих плоский шестиугольник с одинаковыми межатомными расстояниями) и полициклические соединения на его основе.

Ароматичность (гр. *aromatōs* – благовоние) – понятие, характеризующее совокупность структурных, энергетических свойств и особенностей реакционной способности циклических структур с системой сопряжённых связей. Термин введён немецким химиком Ф. Кекуле (1865) для описания свойств соединений, структурно близких к бензолу – родоначальнику класса *ароматических углеводородов (соединений)*.

Артефакт (лат. *artefactum* – искусственно сделанное) – 1) предмет, изготовленный, сделанный человеком; 2) (в биологии) образование (структура) или процесс, возникающий иногда при исследовании биологического объекта вследствие самих условий исследования, т.е. фактически не свойственный изучаемому объекту в норме.

Архаический, архаичный (гр. *archaios* – древний) – древний, старинный, устаревший, вышедший из употребления; то же по отношению к словам, оборотам речи – архаизмы.

Архе (гр. *arche* – начало) – первопричина, *принцип*, начало, основание, происхождение, *элемент бытия*.

Архетип (гр. *arche* – начало и *typos* – образ) – прообраз, первичная форма, образец; у швейцарского психолога и психиатра Карла Юнга (1875–1961) архети-

пы – это структурные элементы т.н. коллективного бессознательного, находящиеся в зародыше возможности всех психических процессов и переживаний.

Архимеда закон – закон, лежащий в основе теории плавания тел в жидкостях и газах; закон, согласно которому на всякое тело, погружённое в жидкость (или газ), действует со стороны этой жидкости «подъёмная сила», направленная вверх, равная весу вытесненной погружённым телом жидкости (или газа) и приложенная к центру тяжести вытесненного телом объёма. Указанную силу часто называют архимедовой по имени античного мыслителя Архимеда (287–212 до н.э.).

Асимметрия – отсутствие симметрии. Асимметричная фигура не имеет никаких элементов *симметрии*, т.е. не может совмещаться с собой никакими операциями симметрии, кроме единичной операции – формальной операции оставления фигуры на месте. Примером асимметричных фигур может служить рука человека. Всякая асимметричная фигура может быть построена в двух модификациях – правой и левой, при этом нет никакого абсолютного критерия для отличия правизны от левизны, значение играет принятая условность.

Асимптота кривой (гр. *asymptotos* – не сливающаяся) – прямая, к которой приближается как угодно близко точка кривой при удалении в бесконечность.

Асимптотическая свобода (кварков) – неограниченное ослабление взаимодействия (связи) между *кварками* при их неограниченном сближении (в составе *барионов* или *мезонов*), обуславливающее пленение кварков в указанных структурах (*адронах*).

Аскорбиновая кислота (витамин С) – водорастворимый (имеются также жирорастворимые витамины) витамин, синтезируется растениями и животными, за исключением приматов и некоторых других животных, которые получают витамин С с пищей. Наиболее богаты им плоды шиповника, красного перца, цитрусов, чёрной смородины, листовые овощи, лук.

Аспект (лат. *aspectus* – вид) – взгляд, точка зрения, с которой рассматривается предмет, явление, понятие, перспектива.

Ассимиляция (лат. *assimilis* – подобный или *assimilatio* – уподобление, сходство, отождествление) – 1) уподобление, уравнивание, слияние, усвоение; 2) (в биологии) почти то же, что анаболизм – образование в организме сложных веществ из более простых; ассимиляция в единстве с диссимиляцией (распадом веществ в организме) составляют метаболизм – обмен веществ; 3) (в психологии) отождествление содержания сознания с подобным, ранее усвоенным его содержанием, совершающееся благодаря тому, что действуют сохранившиеся в памяти следы.

Ассоциативность (сочетательность, сочетательный закон) (лат. *associatio* – соединение) – свойство сложения и умножения чисел, выражаемое тождествами $(a + b) + c = a + (b + c)$ и $(ab) c = a (bc)$.

Астеносфера (гр. *asthenes* – слабый + сфера) – слой пониженной твёрдости, прочности и вязкости в верхней мантии Земли, подстилающий литосферу.

Астрология (лат. *astron* – звезда (*астро*) и *логия*) – учение, возникшее в глубокой древности, о воздействии небесных тел (светил) на земной мир и человека. Астрология ставит своей задачей по положению и движению светил (звёзд, планет) определить судьбу человека; рождение ставится в зависимость от положения звезды и соответственно быгует выражение «родиться под счастливой

(или несчастливой) звездой». Таблица, схематически изображающая расположение Солнца, планет и Зодиака в момент определённого события, например рождения человека, называется *гороскопом*. Он основывается на том, связывается или нет произошедшее событие с прохождением определённой точки по эклипике, которая задаёт характер и судьбу человека. Астрология связана с астральными религиями древних цивилизаций Востока; была широко распространена у вавилонян и вновь возродилась в эллинистическую эпоху, чему способствовала книга по астрологии «*Terrabiblios*», написанная Клавдием Птолемеем, великим автором «*Алгаместа*», учения о *геоцентрической системе мира*. С середины XX в. астрология вновь стала популярной, в т.ч. в России.

Астробиология (*астро* и *биология*) – наука, занимающаяся обнаружением и изучением признаков жизни во Вселенной.

Астрономия (*астро* и гр. *nomos* – закон) – наука о строении и развитии космических тел, образуемых ими систем и Вселенной в целом. Является древнейшей из естественных наук, возникшей из практических потребностей человечества (предсказание сезонных явлений, счёт времени, определение местоположения на земной и морской поверхности и т.д.). Основные достижения астрономии связаны с именами Птолемея, Коперника, Кеплера, Галилея, Ньютона, Лапласа, Эйнштейна, Фридмана, Хаббла, Гамова. Крупнейшим достижением в XX в. стала релятивистская космология – теория эволюции Вселенной в целом.

Астрофизика – междисциплинарная наука, изучающая физическую природу, процессы, физическое состояние, химический состав небесных тел и их систем, околосолнечное, межзвездное и межгалактическое пространство.

Атмосфера Земли (гр. *atmos* – пар и сфера) – воздушная (газовая) среда вокруг Земли, вращающаяся вместе с нею. Около 90% массы атмосферы заключено в слое до 16 км, а на высотах свыше 100 км только её миллионная доля. Состав атмосферы вблизи поверхности Земли состоит на 78% из азота, на 21% из кислорода и в незначительных долях процента из аргона, углекислого газа, водорода, гелия, неона и др. газов. На высоте 20–25 км располагается слой озона, предохраняющий живые организмы от вредного коротковолнового излучения. Послойно в атмосфере выделяют тропосферу, стратосферу, мезосферу, ионосферу (иногда её называют термосферой) и экзосферу. Атмосфера Земли обладает электрическим полем. Неравномерность её нагревания способствует общей циркуляции атмосферы, которая влияет на погоду и климат Земли.

Атом и структура атома (гр. *atomos* – неделимый) – наименьшая частица химического элемента, носитель его свойств. Каждому химическому элементу соответствует совокупность определённых атомов. Многообразие химических веществ обусловлено различным сочетанием атомов между собой. Структурно атом состоит из электрически положительно заряженного *атомного ядра* и отрицательно заряженных *электронов*, так что в сумме зарядов атом оказывается электронейтральным. Принадлежность атома конкретному химическому элементу определяется величиной заряда ядра, являющегося системообразующим фактором *периодической таблицы элементов Д.И. Менделеева* (первооткрыватель таблицы ошибочно полагал в качестве системообразующего фактора *атомный*

вес, что нисколько не умаляет его величия, поскольку последнее стало понятным только с созданием в первой половине XX в. *квантовой механики*).

Атомизм (атомное учение, атомистика) – учение о том, что (согласно Левкиппу, Демокриту и Эпикуру) все вещи, в т.ч. душа, состоят из самостоятельных (дискретных) элементов (атомов) и что всё совершающееся основывается на перемещении, соединении и разъединении этих элементов. Указанное положение об атомах и по сей день господствует в воззрениях на мир и природу там, где допускается механическое понимание причинных (детерминистских) связей.

Атомная масса (устар. термин – атомный вес) – относительное значение; масса атома, выраженная в атомных единицах массы (в качестве последней принята 1/12 часть массы изотопа углерода с массовым числом 12, т.н. углеродная шкала). Атомная масса меньше суммы масс составляющих атом частиц (ядра из протонов, нейтронов и электронов) на величину, обусловленную энергией их взаимодействия, на т.н. дефект массы.

Атомное ядро – см. *Ядро атомное*.

Атомный номер (порядковый номер в таблице элементов Менделеева) – обозначается Z , равен числу протонов в атомном ядре и определяет химические и большинство физических свойств атома.

Аттракция (лат. *attrahere* – притягивать) – притяжение. Данное понятие обозначает возникновение привлекательности между людьми при восприятии ими друг друга.

Атрибут (лат. *attribuo* – придаю, наделяю) – необходимое, существенное, неотъемлемое свойство объекта, предмета, неотъемлемая принадлежность предмета (например, в философии атрибут материи – движение), без которого он не может существовать, как такового нет.

Атрофия (гр. *atropheo* – голодаю, чахну) – 1) (в биологии) прижизненное уменьшение размеров органов и тканей. Сопровождается нарушением или даже прекращением их функций. Различают нормальную (физиологическую, из-за старения) и патологическую (вследствие болезней, нарушения питания, длительного бездействия и т.д.) атрофии; 2) (в переносном смысле) притушение, утрата какого-либо чувства.

Аттрактор – (лат. *attraho* – притягиваю к себе) – некоторая область, к которой притягиваются (сходятся) все возможные траектории движения систем.

Аттрактор странный – аттрактор со сложной геометрической структурой (в частности с дробной (фрактальной) раздробленностью), на которой близкие траектории расходятся *экспоненциально*. Движение на странных аттракторах является *хаотическим* (случайным).

АТФ (см. *аденозинтрифосфат*)

Аутбридинг (аутбридинг) (англ. *out* – вне, вон и *breeding* – разведение) – неродственное разведение, скрещивание между особями из разных, генетически различных популяций (различных пород, а для растений – близкородственные, родственные, но различные виды). Способствует выведению лучших *фенотипов*. Очень часто у гибридов наблюдается гетерозис (гибридная сила) – превосходство по какому-либо признаку над лучшим из родителей. Всё это является резуль-

татом увеличения числа *доминантных аллелей* или новых благоприятных возможностей взаимодействия *генов*.

Аутэкология – раздел экологии, который изучает взаимоотношения между одиночным организмом или одной популяцией и окружающей средой.

Афелий – точка на эллиптической орбите планеты, находящаяся на наибольшем расстоянии от центра притяжения (например Солнца).

Аффект (лат. *affectus* – душевное волнение, страсть) – относительно кратковременное эмоциональное переживание человека (ярость, ужас, отчаяние и т.п.), характеризующееся болезненным возбуждением чувств, включением воли, но вместе с тем значительным ослаблением ясности мышления. Аффект есть жизненно закономерное, необходимое проявление человеческой природы.

Аффектация (лат. *affectatio*) – 1) необычное, искусственное возбуждение; 2) неестественность в жестах, манерах, в речи.

Аэробные организмы (гр. *aer* – воздух и *bios* – жизнь) – иначе оксибионты, большинство живых организмов, которые могут существовать только при наличии свободного молекулярного кислорода; к аэробам относятся практически все животные и растения, а также многие микроорганизмы. Противоположность – *анаэробы*.

Аэрозоли (аэро и нем. *Sol* – золь, *дисперсная система* с жидкой дисперсионной средой) – *коллоидные* системы, состоящие из твёрдых или жидких частиц, взвешенных (диспергированных) в газообразной среде; к аэрозолям относятся думы и туманы. Применение промышленно вырабатываемых аэрозолей может оказаться, по мнению ряда учёных, определяющим (решающим) для возникновения т.н. *парникового эффекта (глобального потепления)*, поскольку газ, используемый в аэрозолях, содержит хлорфторуглероды, которые в сто тысяч раз более активно, чем углекислый газ, вызывают парниковый эффект. По мнению других учёных, основным виновником глобального потепления является повышающаяся в настоящий момент солнечная активность.

База данных – совокупность не зависящих от прикладных программ данных, которые хранятся в памяти компьютера и организуются в нем по определённым стандартным правилам.

Базис (векторного пространства) – такая линейно независимая система *базисных векторов*, что любой вектор, принадлежащий этому пространству, оказывается линейной комбинацией векторов этой системы.

Базисные векторы – векторы, составляющие базис (например, для евклидова пространства единичные прямоугольные (декартовы) векторы).

Байт – единица количества информации, равная количеству информации, которое содержится в 8 двоичных разрядах, воспринимаемая компьютером как единое целое. 1 байт = 8 *бит*, 1 килобайт = 1024 бит, 1 мегабайт = 1024 килобайт = 1 048 576 бит.

Бактерии (гр. *bakterion* – палочка) – группа микроскопических, преимущественно одноклеточных организмов, обладающих клеточной стенкой, но не имеющих оформленного ядра (относящихся к «доядерным формам» – *прокариотам*), размножающихся делением. Могут быть как *гетеротрофами*, так и *автотрофами*, участвуют в круговороте веществ в природе, формировании струк-

туры и плодородия почв, в образовании и разрушении полезных ископаемых, поддерживают запасы углекислого газа в атмосфере Земли.

Бактериофаги (бактерии и гр. phagos – пожиратель) – *вирусы* бактерий; способны пожирать бактериальную клетку, репродуцироваться (размножаться) в ней и вызывать её растворение. Употребительный синоним – фаг.

Бактерициды (бактерия и лат. caedo – убиваю) – вещества, убивающие бактерии.

Банк данных – информационно-справочная система коллективного пользования, создаваемая на основе компьютера. Включает в себя базу данных, ряд специальных программ, с помощью которых осуществляется доступ к хранимой информации, её изменение и пополнение, автоматическое ведение каталога и т.п.

Барионный заряд – барионное целочисленное (+1 или -1) квантовое число, обозначаемое B , одна из многих квантовых характеристик *барионов*. В реакциях с участием или образованием барионов барионный заряд всегда сохраняется.

Барионы (гр. barys – тяжёлый) – «тяжёлые» элементарные частицы с полупеллым спином и массой, не меньшей массы протона. К барионам относятся нуклоны (протоны и нейтроны), *гипероны* и многие т.н. *резонансы*.

Бацилла(ы) (лат. bacillum – палочка) – 1) любая *бактерия*, имеющая форму палочки; 2) (в переносном смысле) любая болезнетворная бактерия.

Безграничный – 1) не имеющий видимых границ; 2) без каких-либо ограничений.

Безусловный – 1) не ограниченный условиями, полный; 2) несомненный, вне всякого сомнения; 3) не нуждающийся для своего существования или действия ни в каких условиях, причинах (ср. *абсолютный*).

Белка структура – основными структурными единицами (мономерами) *белков* являются остатки *аминокислот*, соединённые друг с другом *пептидными связями* в длинные цепи. Отдельные цепи могут притягиваться друг к другу или образовывать петли и загибаться назад, так что различные участки одной и той же цепи оказываются связанными между собой *водородными связями*. Последовательность аминокислот в *протеиновой цепи* называется первичной структурой белка, вторичная структура белка показывает, как различные длинные цепи расположены друг относительно друга, тогда как третичная структура – это та форма, которую принимает молекула белка в результате изгибов, закручивания и связывания отдельных участков одной протеиновой цепи.

Белок (белки) – высокомолекулярное органическое соединение (биополимер), построенное из остатков (мономеров) 20 *аминокислот*, соединённых амидной (пептидной) связью – CO-NH-, играющее первостепенную роль в процессах жизнедеятельности всех организмов. Белки выполняют разнообразные функции: структурную – построение тканей и клеток, их составных частей; регуляторную – эту функцию выполняют некоторые из гормонов; защитную – выполняют антитела; транспортную – выполняет гемоглобин; энергетическую и др. Только в организме человека свыше 10 млн разнообразных белков. Без белков невозможен обмен веществ. Их биосинтез (трансляция, транскрипция) происходит при участии нуклеиновых кислот. Доля белка не менее 50% сухой массы органического соединения животной клетки. Синоним белка – *протеин*.

Белоусова-Жаботинского реакция – протекающее в автоколебательном (самоподдерживающемся) режиме каталитическое окисление различных восстановителей бромноватой кислоты; наблюдаются колебания концентраций окисленной и восстановленной форм катализатора; протекает в кислом водном растворе, в качестве катализаторов используют ионы металлов переменной валентности, например Се (церий) или Mn (марганец), в качестве восстановителей – малоновую кислоту, ацетилацетон и др. Колебания концентраций окисленной и восстановленной форм катализатора сопровождаются колебаниями окраски раствора от бесцветной к жёлтой, если катализатор – ионы церия Се, или от голубой к красной, если катализатором является один из комплексов железа Fe. Рассматриваемая реакция демонстрирует большое число различных колебательных режимов, которые зависят от температуры, кислот и концентраций исходных реагентов. Период колебаний может изменяться от десятых долей секунд до десятков минут. При проведении реакции в закрытой системе можно наблюдать до нескольких тысяч циклов, в проточном реакторе колебания поддерживаются сколь угодно долго. В неперемешиваемом растворе, где исключена конвекция, наблюдаются бегущие концентрические волны, образующие самоподдерживающиеся динамические структуры. Это наиболее изученная гомогенная колебательная реакция открыта в 1951 г. русским химиком Б.П. Белоусовым и подробно исследована другим русским химиком А.М. Жаботинским в 1964 г. Имеет исключительно важное значение для развития идей самоорганизации в больших системах.

Белые карлики – звёзды с массами порядка 1-й массы Солнца и радиусами примерно в сто раз меньшими солнечного. Их доля в общем числе звёзд Галактики (Млечного пути) от 3 до 10% и значительная их часть входит в состав двойных звёзд. Белые карлики – конечная эволюционная стадия звезд с начальной массой не менее 5 солнечных масс после сброса ими внешних слоёв.

Белый свет – сложное электромагнитное излучение оптического (видимого) диапазона частот (или длин волн), вызывающее в нормальном человеческом глазе нейтральное в цветовом отношении ощущение.

Белый шум – шум, спектральные составляющие (частоты) которого равномерно распределены по всему диапазону слышимых звуковых частот. В естественных условиях к белому шуму близок шум водопада.

Бертоллиды (иногда **бертолиды**) – химические соединения переменного состава: сплавы металлов, оксиды, карбиды, гибриды. Причиной переменного состава является образование дефектов *кристаллической структуры*, не скомпенсированных по катионным и анионным центрам.

Бесконечное, философская категория – то, конец чего не может мыслиться, границы чего нельзя усмотреть. В этом смысле бесконечным является пространство и время, ибо любая граница (ср. *безграничный*), которую мы для них устанавливаем (из физических или иных соображений) или отменяем, есть только граница нашего знания, познания наших чувств и рассудка. Близкий смысл имеют слова «трансфинитное», «инфинитное» (не имеющее конца), «индефинитное» (неограниченное).

Бесконечный – не имеющий начала и конца, предела; безграничный, беспредельный.

Бесконечномерное пространство – пространство, содержащее бесчисленное множество линейно независимых элементов. Например, в квантовой механике – пространство Гильберта (гильбертово пространство), выражающее бесконечное число квантовых состояний (волновую функцию) системы микрочастиц.

Бесконечность – 1) (образованное от прилагательного *бесконечный*), отсутствие начала и конца, границы, предела; 2) воображаемая величина, больше любой заданной.

Беспозвоночные – животные, не имеющие позвоночника: простейшие, губки, кишечнополостные, черви, моллюски, членистоногие, иглокожие и др.; составляют около 95% от всех видов животных.

Беспорядочный – находящийся в беспорядке, бессистемный. Противоположность – упорядоченный.

Беспредельный – не имеющий пределов; *безграничный, бесконечный*.

Бессознательное – 1) (в психике) психическая жизнь, совершающаяся без участия сознания; совокупность психических процессов, не представленных в сознании субъекта. В философии Э. Гартмана – универсальная основа бытия, одно из центральных понятий в психоанализе З. Фрейда, в «аналитической психологии» К. Юнга к личному бессознательному добавлено *коллективное бессознательное*; 2) (согласно теории информации) полная сумма элементов потенциальной *информации*, сохраняющихся в психике человека и высших животных от всех предшествующих поколений, в системы активного отражения (*рефлексии*) действительности которых она входила в эволюционно-историческом прошлом. Накапливается благодаря действию закона сохранения информации и, как правило, находится в неактивном неосознаваемом состоянии, проявляясь иногда в эффективном воздействии на сферу сознательного.

Бета-распад – самопроизвольное (спонтанное) превращение ядер, сопровождающееся испусканием электрона и антинейтрино или поглощением позитрона и нейтрино. При бета-распаде свободный нейтрон превращается в протон, электрон и антинейтрино.

Бета-частицы – электроны и позитроны, испускаемые при *бета-распаде* ядер и свободного нейтрона.

Библия (гр. *biblia* – букв. книги) – собрание древних текстов, канонизированное в иудаизме и христианстве в качестве «Священного Писания», состоит из двух частей – Ветхого Завета и Нового Завета, при этом последний признан только в христианстве. По христианским представлениям, «завет» (мистический договор или союз), заключённый в древние времена Богом с одним народом (евреями), заменен благодаря явлению Иисуса Христа Новым Заветом, заключённым уже со всеми народами на условиях духовного служения. Ислам, не принимая в свой обиход ни Ветхого Завета (араб. Таурат – Тора), ни Нового Завета (араб. Инджиль – Евангелие), в принципе признаёт их святость, и персонажи обеих частей Библии (например, Ибрахим, т.е. Авраам, Иисуф, т.е. Иосиф, Иса, т.е. Иисус) играют важную роль в исламе, начиная с Корана. В настоящее время Библия переведена практически на все языки мира, и для верующих она является продуктом божественного открытия, внушённого человеку Богом.

Бинарная номенклатура (биномиальная номенклатура) – обозначение видов животных, растений и микроорганизмов двумя латинскими словами: первое – название рода, второе – видовой эпитет (например заяц-русак). Предложена швейцарским биологом Каспаром Баугином (Бозном) (1620), положена в основу систематики шведским биологом Карлом Линнеем (1753).

Бинарный – двойной, состоящий из двух частей, компонентов и т.п.

Биогенез (гр. *bios* – жизнь и *genesis* – происхождение) – 1) процесс возникновения живого из неживого в процессе эволюции Земли; 2) ранние этапы формирования биологической организации, становление информационных принципов и потоков молекулярной организации организмов; 3) образование органических соединений живыми организмами; 4) в широком смысле эмпирическое обобщение, утверждающее, что всё живое происходит только от живого (см. *принцип Реди*). Синоним – *биопоэз*, противоположность – *абиогенез*.

Биогенетический закон (Мюллера, Геккеля) – обобщение, сделанное на большом эмпирическом материале Ф. Мюллером (1864) и Э. Геккелем (1866) о том, что индивидуальное развитие особи (онтогенез) является как бы кратким (микросинхронным во временном смысле) повторением (рекапитуляцией) важнейших этапов эволюции, к которой эта особь относится (филогенеза).

Биогены, биогенные элементы (*био* и *ген*) – 1) химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и выполняющие в нём определённые биологические функции, а именно – О (его доля около 70% массы организма), С (18%), Н (10%), N, P, S (эти первые шесть элементов составляют около 98% всей массы организма и называются *органогенами*), а также Ca, K, Na, Cl и ещё десяток лёгких элементов, нужных организму в ничтожных количествах и называемых поэтому *микроэлементами*; 2) вещества, возникшие в результате разложения остатков организмов, но ещё не полностью минерализованные; 3) вещества, происходящие от живого организма, связанные с его жизнедеятельностью (фитонциды и др.); 4) вещества – стимуляторы, обладающие высокой биологической активностью (в основном используются в профилактических и лечебных целях). Синоним – *органогены*.

Биогеосфера – оболочка земного шара (часть биосферы), в которой сконцентрирована основная масса живого вещества планеты; расположена на контакте поверхности литосферы, приземного слоя атмосферы и верхних слоев гидросферы (см. биосфера).

Биогеохимия – междисциплинарная наука, исследующая химический состав живых организмов, их роль в геохимических процессах (образование минералов и полезных ископаемых, разрушение горных пород, круговорот и миграция веществ и т.д.), протекающих в биосфере Земли.

Биогеоценоз (*био...* + *гео...* и гр. *koinos* – общий) – 1) (упрощённо) однородный участок земной поверхности с определённым составом живых и косных компонентов; 2) эволюционно сложившаяся, пространственно ограниченная, длительно самоподдерживающаяся однородная природная система, в которой функционально взаимосвязаны живые организмы и окружающая их *абиотическая среда*, характеризующаяся относительно самостоятельным обменом веществ и особым типом использования солнечной энергии. Термин введён русским био-

логом В.Н. Сукачёвым (1940). В настоящее время синоним биогеоценоза – *экосистема*.

Биокатализ (то же, что **ферментативный катализ**) – ускорение химических реакций в живых клетках специальными белками – *ферментами*. В основе биокатализа лежат те же самые химические закономерности, что и в основе небиологического катализа, используемого в химическом производстве. Вместе с тем биокатализ на основе ферментов отличается ускорением реакций в десятки, сотни и даже тысячи миллиардов раз в сравнении с лабораторными и промышленными химическими реакциями, специфичностью и регулируемостью, т.е. изменением активности ферментов в зависимости от потребностей организма.

Биокатализаторы – см. *ферменты*.

Биом (biome – совокупность) – 1) сочетание видов живого и окружающей их среды, составляющее *экосистему* географической зоны или сектора природного пояса (например степи, пустыни); 2) совокупность видов животных и растений, составляющих живое население какого-либо региона, территории любой размерности (употребляется также как эквивалент термина *биота*).

Биомасса организмов – выраженное в единицах массы или энергии количество *живого вещества* тех или иных организмов (особей одного вида, группы видов, сообществ в целом), приходящихся на единицу площади или объёма. В единицах массы биомасса относится к сырому или сухому состоянию живого вещества. Определяют биомассу *консументов*, *продуцентов* и *редуцентов*. Биомассу растений принято называть фитомассой, животных – зоомассой. Общая биомасса живых организмов *биосферы* (впервые оценённая В.И. Вернадским), по современным оценкам, находится в интервале от 1,8 до 2,4 трлн тонн сухого вещества.

Бионты (гр. bion (biontos) – живущий) – организм, приспособившийся в ходе эволюции к обитанию в определённой среде (биотопе). Различают множество бионтов: *аэро* (в воздушной, кислородной среде), *анаэро* (в безвоздушной, бескислородной среде), *гидро* (в водной среде) и т.д.

Биополе (в парапсихологии) – излучение или сияние (аура) (вспомните нимбы вокруг голов Христа и святых, изображаемых на иконах), испускаемое каким-либо организмом, невидимое в обычных условиях, а также понятие, используемое для объяснения метода бесконтактного массажа, применяемого мануальными терапевтами. Понятие биополя научного объяснения пока не имеет, а его регистрация находится под сомнением.

Биополимеры – высокомолекулярные (молекулярная масса от тысячи до миллиарда) природные соединения (*белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды* и их производные), служащие структурными частями живых организмов и играющие определяющую роль в процессах жизнедеятельности.

Биопозз (биопойзис) – то же, что и *биогенез*.

Биосинтез – 1) процесс образования необходимых организму веществ, протекающий в его клетках с участием *биокатализаторов – ферментов*. В процессе биосинтеза из исходных веществ образуются более сложные соединения – *биополимеры*; 2) промышленное получение с помощью организмов (главным образом *микроорганизмов*) *антибиотиков, гормонов, витаминов, аминокислот* и др. необходимых людям веществ.

Биосфера – область существования и распространения жизни на Земле. Включает нижнюю часть атмосферы (в этом смысле называемую аэробiosферой), гидросферу (гидробiosферу), поверхность суши (террабиосферу) и литосферу (литобiosферу), населённые живыми организмами в диапазоне от 5–6 км в глубь Земли до 12–17 км над Землей. Термин «биосфера» введён в науку австрийским геологом Эдуардом Зюссом (1875), а учение о ней как об активной оболочке Земли, в которой совокупность деятельности всех живых организмов, включая человека, с антропогена проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба и значения, создано великим русским мыслителем В.И. Вернадским (1926). Элементарной структурной и функциональной единицей биосферы является биогеоценоз, т.е. сообщество организмов, взаимодействующих друг с другом (биоценоз) и с неорганической средой обитания (биотопом). В биогеоценозе организмы и среда составляют единую динамическую систему и благодаря этому способны осуществлять биологический круговорот вещества – основу бесконечности жизни на планете. Круговорот веществ в виде биогеохимических циклов – необходимое условие существования на земном шаре экологической системы планетарного масштаба – биосферы. По В.И. Вернадскому, вещество биосферы состоит из 7 взаимосвязанных частей: 1) живое вещество, 2) биогенное вещество (горючие ископаемые, известняки и т.д.), 3) косное вещество (например изверженные горные породы), 4) биокосное вещество (в частности почвы), 5) радиоактивное вещество, 6) рассеянные атомы и 7) вещество космического происхождения (например метеориты). В биосфере сосредоточена основная часть природных ресурсов; горючие ископаемые и осадочные горные породы в своей основе созданы живым веществом планеты. С деятельностью микроорганизмов связаны осаждение сульфидов металлов, образование руд меди, урана, селена и т.д. Весь круговорот веществ, совершаемый в масштабах биосферы, поток энергии, проходящий через неё, обязан одному источнику – Солнцу. Между величинами поступающей солнечной энергии и количеством образуемого живого вещества установилась тесная (количественная) взаимосвязь, выраженная в виде закона сохранения биомассы на Земле, открытого Вернадским.

Биота (гр. *biote* – жизнь) – 1) исторически сложившаяся совокупность растений и животных на определённой территории, в отличие от понятий биоценоз, биом, биота не подразумевает экологических связей между видами; 2) совокупность организмов, населяющих какой-либо произвольно выбранный регион, вне зависимости от функциональной и исторической связи между ними; 3) любая совокупность живых организмов (биота скал, леса, степи и др.).

Биотические факторы – разнообразные формы влияния на организмы со стороны окружающих их существ. Одни из них могут служить пищей для других (например, растения для животных, жертва для хищника), быть средой обитания (например, хозяин для паразита), способствовать размножению и расселению (например, птицы и насекомые – опылители для цветковых растений), оказывать механические, химические и другие воздействия. Действие биотических факторов проявляется только во взаимном влиянии организмов разных видов в самых различных формах (*биоценоз, биотоп* составляющие *биогеоценоз*).

Биотоп (*био* и гр. *topos* – место) – участок земной поверхности (суши или водоема) с однородными (однотипными) условиями (*абиотическими факторами*) обитания (почва, климат и т.д.), занимаемый тем или иным *биоценозом*. В пространственном отношении биотоп соответствует биоценозу, границы которого устанавливаются по *фитоценозу*, имеющему легко распознаваемые очертания. Кроме того, фитоценоз является главным структурным элементом (компонентом) биоценоза, поскольку полностью определяет видовой состав *зоо- и микробоценозов*.

Биохимия (биологическая химия) – междисциплинарная наука, изучает химический состав и структуру веществ, содержащихся в живых организмах, пути и способы регуляции их *метаболизма*, а также энергетическое обеспечение процессов, происходящих в клетке и организме.

Биоценоз (*био* + гр. *koinos* – общий) – взаимосвязанная совокупность растений, грибов, животных и микроорганизмов, населяющих участок среды с более или менее однородными условиями жизни, например луг, дубрава, берёзовый или сосновый лес, озеро, берег реки и т.д. Биоценоз характеризуется определёнными отношениями организмов между собой и приспособленностью к окружающей их среде (*биотопу*). В биоценозе по систематическим признакам выделяют *фитоценоз*, *зооценоз* и *микробоценоз*, а также группы организмов – *продуценты*, *консументы* и *редуценты*, объединённых трофическими связями. Вместе с биотопом биоценоз составляет *биогеоценоз*. Под видовой структурой биоценоза понимают разнообразие в нём видов и соотношение численности или биомассы всех входящих в него популяций. Различают бедные и богатые видами биоценозы. Виды, преобладающие в биоценозе по численности, называются *доминантными*, но не меньшую роль играют и малочисленные и даже редкие формы, которые очень важны для жизни любого сообщества. Они создают его видовое богатство, увеличивают разнообразие биоценологических связей и служат резервом для пополнения и замещения доминантов. Термин «биоценоз» был предложен немецким гидробиологом К. Мёбиусом (1877).

Биоэнергетика – 1) междисциплинарная наука, исследующая энергетические процессы в клетках, тканях, особях, экосистемах и т.д.; 2) сами эти процессы (механизмы, закономерности возникновения и преобразования энергии в фактической связи с деятельностью АТФ); 3) способы промышленного получения энергии (например биогаза, т.е. горючего газа, состоящего в основном из метана) из биомассы специально выращиваемых водорослей, быстрорастущих деревьев, навоза и т.д.

Бит (англ. *binary digit* – двоичная цифра) – единица количества информации, равная количеству информации, которое содержится в одном двоичном разряде или в ответе на вопрос, допускающий ответы «да» либо «нет» и никакого другого. Битами также называют один двоичный разряд машинного слова. Например, каждый символ, представленный в специальном двоичном коде обмена информацией (буквы русского и латинского языков, первые десять цифр натурального ряда, другие символы, представленные на клавиатуре пишущей машинки или компьютера), занимает в памяти компьютера 8 битов информации.

Бифуркация (лат. *bifurcus* – раздвоенный) – 1) (в биологии) раздвоение, вилообразное разделение чего-либо на две ветви; 2) (в механике, динамике) раз-

ветвление в траектории движения системы в определённой точке, в точке графика, описывающего развитие системы, либо приобретение нового качества в движениях динамической системы при малом изменении её параметров. Основы теории бифуркаций заложены в начале XX в. французским математиком А. Пуанкаре и русским математиком А.М. Ляпуновым, позднее эта теория получила развитие в школе русского радиофизика А.А. Андропова. В настоящее время теория бифуркаций находит применение в физике, химии, биологии и др. науках, в основном междисциплинарных.

Бозе-конденсат (то же, что **бозе-эйнштейна конденсация**) – фазовый переход в идеальном бозе-газе (квантовом газе частиц с целым спином, например, одноатомные газы с атомами, содержащими чётное число нуклонов (ядро гелия с 4 нуклонами), газ фотонов), заключающийся в переходе макроскопически большого числа частиц в состояние с нулевым импульсом, т.е. происходит образование либо «жидких» атомов, либо «жидкого» света при сверхнизких температурах (близких к абсолютному нулю). Бозе-конденсация осуществлена в 2000 г. американскими физиками Эриком Корнеллом, Карлом Вейманом и немецким физиком Волфрангом Кеттерле, удостоенными за своё открытие Нобелевской премии 2001 г.

Бозоны – частицы или квазичастицы с целым спином, подчиняющиеся Бозе-Эйнштейна статистике. Среди бозонов особый интерес представляют *фотоны* – кванты электромагнитного света, названные так А. Эйнштейном (1905).

Болид – большой и исключительно яркий *метеор*.

Большой взрыв – согласно современным космогоническим представлениям, состояние расширяющейся Вселенной в прошлом (около 13–18 млрд лет назад), когда вся Вселенная составляла некоторую небольшую космологическую сингулярную (особую по физическим свойствам) область и по каким-то (неизвестным пока) причинам взорвалась. Образовавшееся вещество, составляющее ныне всё вещество Вселенной, в первые несколько сот секунд стало разлетаться (расширяться) с колоссальной скоростью, что наблюдается согласно открытию Хаббла до сих пор. Наблюдаемым свидетельством происшедшего Большого взрыва является предсказанное Гамовым реликтовое излучение, а также определённые концентрации водорода, гелия, некоторых других лёгких элементов и неоднородности в распределении галактик.

Бора постулаты – основные, интуитивно введённые допущения, на которых основывалась теория атома великого датского физика Нильса Бора, явившаяся предшественницей современной квантовой (волновой) механики, в которой эти постулаты получили частичное объяснение. Эти постулаты таковы: 1) существует ряд стационарных состояний атома, соответствующих определённым значениям его внутренней энергии E ; 2) переход между состояниями 1 и 2 порождает (излучает) или поглощает квант электромагнитного поля (*фотон*) с частотой, равной разности энергий состояний, делённой на *постоянную Планка* h .

Брожение – ферментативное расщепление органических веществ, преимущественно углеводов. Может осуществляться в организмах животных, растений и многих микроорганизмов как без участия, так и с участием кислорода (соответственно анаэробное и аэробное брожение). В результате окислительно-

восстановительных реакций при брожении освобождается энергия (главным образом в виде АТФ) и образуются соединения, необходимые для жизнедеятельности организма (различают спиртовое, молочнокислое, метановое, уксуснокислое, маслянокислое и др. виды брожения).

Броуновское движение – скачкообразное и *беспорядочное* движение очень мелких частиц на поверхности жидкости, а также внутри жидкой или газообразной среды, вызванное ударами молекул этой среды и отсутствием точной компенсации ударов, испытываемых частицей со стороны окружающих ее молекул, попросту из-за *флуктуации* давления. В результате ударов молекул броуновская (взвешенная) частица приходит в беспорядочное состояние и её скорость быстро меняется по величине и направлению (с частотой ударов порядка триллион в 1 с). Явление броуновского движения было открыто английским ботаником Р. Броуном (1827). Полное молекулярно-статистическое его истолкование было дано А. Эйнштейном и польским физиком М. Смолуховским (1905–1906). Имеет ярко выраженный характер неклассического движения.

Булева алгебра – алгебра, в которой каждая переменная может принимать одно из двух значений: «истина» или «ложь». Операции над переменными в булевой алгебре называются логическими операциями. Правила выполнения логических операций удобны для преобразования логических схем, в связи с чем она находит широкое применение в компьютерной технике и технологиях.

Бытие – 1) центральная философская категория (понятие), обозначающая прежде всего существование, бытие в мире, данное бытие (например, в предложении: «Я есть»), характеризующее всё существующее как *актуально*, так и *потенциально* (действительное бытие, возможное бытие), как в реальности, так и в сознании (в мысли, в воображении). Предмет исследования особой философской дисциплины – *онтологии*. Следует различать реальное и идеальное бытие, из которых первое называют существованием, а второе – сущностью. Реальное бытие – фактически случающееся в пространственно-временных событиях, идеальное бытие – неизменное, вечное, лишённое времени, ему не свойственно проявляться как факту. Противоположность – *ничто*; 2) метафизическое понятие, охватывающее все возможные представления о вещах, явлениях, процессах и событиях.

Вакуум (лат. *vacuum* – пустота) – 1) пустое *пространство* (абсолютный вакуум), в котором отсутствуют реальные частицы, однако в нём могут существовать гравитационное, электромагнитное и др. физические поля; 2) состояние в некотором объёме, в котором находится газообразное вещество при очень малых давлениях (величина этого давления характеризует то, что называется глубиной вакуума (условное понятие)); 3) (в *квантовой теории поля*) основное, наинищее энергетическое состояние квантового поля, при котором среднее число частиц (квантов поля) равно нулю, но в нём может происходить виртуальное рождение частиц (*виртуальных частиц*) в соответствии с законом эквивалентности энергии и массы А. Эйнштейна (с возможным ненаблюдаемым, нерегистрируемым нарушением закона сохранения энергии), но с сохранением законов сохранения электрического заряда, спина и др. квантовых чисел, такое рождение частиц, которое имеет экспериментальные проявления. Например, т.н. лэмбовский

сдвиг уровней в атоме водорода, установленный в опытах американских физиков Лэмба и Резерфорда (1947–1953).

Вакуоль (лат. *vacuus* – пустой) – полость в протоплазме клетки, заполненная клеточным соком, в котором растворены соли, сахара и органические кислоты, а также содержит ряд пигментов, окрашивающих лепестки цветов в красный, синий и пурпурный цвета, выполняет пищеварительную, выделительную функции, регулирует осмотическое давление и т.п. Вакуоль может занимать до 90% объема зрелой клетки растений.

Вакцина (лат. *vaccinus* – коровий) – препарат из живых (ослабленных, обезвреженных) или мёртвых микроорганизмов, отдельных антигенных компонентов микробных клеток и продуктов жизнедеятельности этих организмов, применяемый для иммунизации человека и животных с профилактическими целями. Название возникло из противооспенного препарата, получаемого из коровьих оспиночек.

Валентность (лат. *valentia* – сила) – способность атома к образованию химических связей, способность присоединять или замещать определённое число других атомов или атомных групп.

Ван-дер-Ваальса силы – силы межмолекулярного взаимодействия, возникающие из-за аппроксимации молекул дипольными моментами и далее соответствующие такому взаимодействию между ними, что на малых расстояниях они оказываются отталкивающими, а на больших – притягивающими.

Вариабельность (вариабельный) (англ. и фр. *variable* – изменчивый) – 1) изменчивость (способный иметь, образовывать варианты; изменчивый, непостоянный, неустойчивый); 2) (в биологии) изменчивость организмов, заключающаяся в том, что потомки одних родителей или принадлежащие к одному и тому же виду или расе отличаются друг от друга, отклоняются от «типа». Само изменение называется вариацией, результат изменения также часто называют вариацией или вариантом. Вариабельность является как бы материалом для отбора (*селекции*), в результате которого, по мнению Дарвина, появляются новые виды и происходит «выживание наиболее приспособленных».

Вариант (лат. *varians* – изменяющийся) – 1) видоизменение, разновидность, одна из возможных комбинаций; 2) одна из нескольких имеющихся реализаций (например, редакций какого-либо произведения или его части). Противоположность – *инвариант*.

Вариативный – способный иметь, образовывать варианты.

Вариация (лат. *variatio* – изменение) – 1) видоизменение второстепенных элементов, частных чего-либо при сохранении того, что является основой, главным; 2) (в математике) малое смещение независимого переменного или функционала.

Вегетативный (лат. *vegetativus* – возбуждающий, оживляющий) – 1) вегетативный орган – орган питания и роста (например, у высших растений это – лист, стебель, корень; 2) вегетативная нервная система – часть нервной системы, регулирующей обмен веществ в организме, деятельность внутренних органов и систем (кровообращения, дыхания и др.).

Вегетация (лат. vegetatio – возбуждение, оживление) – произрастание, состояние активной жизнедеятельности растения, его рост и питание.

Веды (санскр. veda – букв. *знание*) – древнеиндийские памятники литературы на ведийском языке, священные книги брахманов, которым они приписывают сверхъестественное происхождение. По всей видимости, веды в своих основных чертах сложились к V веку до н.э.

Вейсманизм (по фамилии немецкого зоолога и эволюциониста Августа Вейсмана) – теоретическая концепция наследственности и эволюции живой природы (неодарвинизм), основанная на гипотезах, предвосхитивших современные представления о дискретности носителей наследственной информации и их связи с *хромосомами*. Вейсман основывался на гипотезе зачаткового отбора, т.е. якобы происходящей в половой клетке борьбе между хромосомными единицами наследственности, приводящей к образованию новых форм жизни. Вейсманизм в целом оказался ошибочной концепцией.

Век каменный, бронзовый, железный – периодизация истории человечества на основе достижения им определённого материально-культурного уровня развития (типов орудий труда и быта, идущих на их изготовление материалов и т.п.).

Вектор – направленный отрезок прямой, или отрезок, один из концов которого называется началом вектора, а другой – его концом. Различают: 1) коллинеарные векторы, лежащие на одной прямой или на параллельных прямых; 2) компланарные векторы, лежащие в одной плоскости или в параллельных плоскостях; 3) базисные векторы, т.е. векторы, составляющие базис, – линейно независимые векторы в пространстве произвольной размерности такие, что любой вектор в этом пространстве равен их линейной комбинации (например, в трёхмерном пространстве это любые три некопланарных вектора).

Вера – принятие чего-либо за истину (чувство истинности убеждений), не нуждающееся в необходимости полного подтверждения истинности принятого со стороны чувств и разума и, следовательно, не могущее претендовать на объективную значимость. Особое место в вере занимает религиозная вера. Хотя и религиозная вера и научная «вера» (гипотеза, предположение) опираются на факты, последняя со своими предпосылками, связывающими идеи и выводы, остаётся в пределах познаваемого (естественного) и законосообразного, религиозная вера переходит в область непознаваемого (сверхъестественного, *метафизического*) и распространяет свободу, которую она принимает для мира сверхъестественного, также и на природу. Вера также является синонимом религии.

Вербальный (лат. verbalis – словесный) – устный, словесный.

Верификация (верифицируемость) (лат. verus – истинный и facio – делаю) – 1) подтверждение; 2) (в *неопозитивизме*) проверка, эмпирическое подтверждение теоретических положений науки путём сопоставления их с наблюдаемыми объектами, чувственными данными, экспериментами; 3) (в естественных науках) проверка истинности теоретического положения, установление достоверности опытным (эмпирическим, экспериментальным) путём. Выполняет роль принципа познания и оценки, согласно которому определение истинности научных утверждений устанавливается в результате их опытной проверки, со-

поставления с чувственными данными. Тем самым принцип (критерий) верификации выступает как один из принципов (критериев) научности выдвигаемых или установленных положений, используемого знания.

Вероятностный процесс (случайный, или *стохастический*) – меняющийся во времени процесс, течение которого может быть различным в зависимости от случая и для которого существует вероятность того или иного его течения (например *броуновское движение*).

Вероятность – 1) возможность осуществления чего-либо; 2) (в математике) числовая характеристика возможности (степень возможности) появления какого-либо случайного события в цепи событий при тех или иных определённых, могущих повторяться неограниченное число раз условиях. В некоторых случаях численное значение вероятности получается как отношение числа возможных случаев, благоприятствующих данному событию, к числу всех равновозможных случаев вообще. Нельзя смешивать вероятность с частотой данного события, которая, как правило, лишь мало отличается от вероятности появления этого события. (Так указывал на это великий советский русский математик А.Н. Колмогоров, давший в 30-х годах XX столетия строгое определение понятия вероятности); 3) (в термодинамике) число, пропорциональное количеству физически различимых микроскопических состояний, которыми может быть реализовано данное макроскопическое состояние системы (например, состоянию газа с определённой энергией может отвечать множество реализаций, различающихся распределением энергии между частицами этого газа).

Вероятный – в большей или меньшей степени претендующий на истинность, не имея на то достаточных оснований. В обыденной (повседневной) жизни обычно вместо истины, к которой стремятся и которая практически в большинстве случаев недоказуема, довольствуются вероятностью. В принципе одно и то же суждение (предложение) может быть одинаково вероятно истинным или ложным.

Вечность – бесконечная длительность (определение немецкого философа Фридриха Шеллинга), истинная *бесконечность* – это не такая бесконечность, которая включает всякое *время*, а такая, которая содержит в самой себе время (вечное время) подчинённым. Подлинная бесконечность есть преодоление времени.

Вечный двигатель (лат. *perpetuum mobile* – перпетуум мобиле) – исторически известны два рода вечных двигателей: 1) воображаемая машина, которая, будучи раз пущена в ход, совершала бы работу неограниченно долгое время, не заимствуя энергию извне. Такой двигатель неосуществим в рамках существующих представлений, поскольку противоречит фундаментальному *закону сохранения и превращения энергии*; 2) воображаемая периодически действующая тепловая машина, которая в результате совершения замкнутого цикла полностью преобразует теплоту, получаемую от какого-либо «неисчерпаемого» источника, в работу. Такой двигатель также неосуществим, поскольку, не нарушая закона сохранения и превращения энергии, противоречит *второму началу термодинамики*.

Вещество – по своему значению, сущности близко понятию *материя*, но неравнозначно ему полностью. Если с понятием, словом *материя* преимущественно связываются представления о грубой, инертной, мёртвой действительно-

сти, в которой господствуют исключительно механические законы, то вещество является «материалом», который благодаря получению формы вызывает мысли об оформленности, жизненной пригодности, облагораживании.

Вещество биокосное – «которое создаётся одновременно живыми организмами и косными процессами» и является «закономерной структурой из живого и косного вещества» (В. Вернадский). Биокосное вещество особенно характерно для почвы, практически для всех поверхностных слоев Земли.

Вещество биологически активное – вещество, вырабатываемое живым организмом и стимулирующее его развитие и функции.

Вещество живое – совокупность тел живых организмов, населяющих Землю.

Вещь в себе – философское понятие вещи (у Канта), не доступное нашему познанию, поскольку *вещь в себе* находится за пределами нашего восприятия, нашего сознания.

Взаимодействие – 1) развёртывающийся во времени и пространстве процесс воздействия одних объектов на другие путём обмена материей и движением; 2) (в философии Канта) категория отношения, которое порождает единство вещей и процессов чувственного мира; 3) (в психологии) представляет собой взаимное влияние души и тела, психического и физического; каждый физический, нервный процесс так же, как и каждый психический процесс, имеет двойную – физическую и психическую – причину и соответственно следствие.

Вид – 1) в логическом смысле понятие, которое образуется посредством выделения общих признаков в индивидуальных понятиях и само имеет общие признаки с другими видовыми понятиями; из понятия вида может быть образовано ещё более широкое понятие – понятие рода; 2) (в биологии) общность родственных между собой индивидов, известные признаки которых, остающиеся относительно неизменными, совпадают. Также вид – качественно обособленная форма живого (*живого вещества*) – основная единица эволюционного процесса. Виды формируют специфические *экологические ниши* в *экосистемах*. Вид – *таксономическая* систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками (морфолого-функциональный критерий), способная к взаимному скрещиванию (как имеющая сходный генетический аппарат), дающему в ряду поколений плодовитое потомство (генетический критерий), закономерно распространённая в пределах определённого *ареала* (географический критерий) и сходно изменяющаяся под влиянием факторов среды (эволюционный критерий). В систематике название вида определено *бинарной номенклатурой*.

Видение (лат. *visio* – созерцание) – 1) в узком смысле оптическая *галлюцинация*; 2) в религиозно-философском смысле «внутреннее зрение», которое связывается с удалёнными или пространственно, или во времени событиями (*ясновидение* в *парапсихологии*) или принимается за откровение из «другого» мира.

Видообразование (внутривидовое и межвидовое) – процесс возникновения новых биологических видов и изменения их во времени. Основа видообразования – наследственная изменчивость организмов, ведущий её фактор – естественный отбор. Различают аллопатрическое видообразование, происходящее в условиях пространственной разобщённости популяции, и симпатрическое ви-

дообразование, происходящее, когда популяции репродуктивно изолированы внутри одной среды обитания.

Визуальный (лат. *visualis* – зрительный) – видимый, наблюдаемый непосредственно глазом; память и фантазии являются визуальными, если они воспроизводят по преимуществу то, что доступно зрению.

Виртуальные частицы – теоретически возможные элементарные частицы, непрерывно возникающие и исчезающие в очень короткие, экспериментально не наблюдаемые промежутки времени (во временно-энергетической формулировке – в согласии с принципом неопределенности Гейзенберга–Фока).

Виртуальный (лат. *virtus* – сила, способность) – могущий.

Вирусы (от лат. *virus* – яд) – неклеточная форма жизни, способная проникать в живую клетку и размножаться только внутри её. Возбудители инфекционных болезней растений, животных и человека. Вирусы по своей химической структуре и биологическим функциям весьма сходны с *генами*, поскольку также состоят из нуклеиновых кислот (ДНК, РНК) и белковой оболочки. Исследование генов поставило весьма важный для решения проблемы сущности жизни вопрос о том, являются ли вирусы низкоорганизованными организмами или их надо относить к химическим веществам особой повышенной сложности. При изучении вирусов наука сталкивается с эмпирической неразличимостью на микроскопическом уровне организации материи.

Витализм (лат. *vitalis* – жизненный) – концепция в биологии, основывающаяся на якобы присутствующем в организме особом нематериальном начале, некоторой «жизненной силе», энтелехии (от гр. *entelecheia* – законченный, совершенный), направляющей жизненные явления, развитие организма. Наряду с ним существует неовитализм, отрицающий возможность причинно-механического объяснения жизненных процессов, приписывая им плановость, целенаправленность и внутреннюю, собственную закономерность.

Витальный (лат. *vitalis* – жизненный) – жизненный, прижизненный, имеющий отношение к жизненным явлениям.

Витамины (лат. *vita* – жизнь) – 1) низкомолекулярные органические вещества различной химической природы, образующиеся в животном организме (включая человека) или поступающие с пищей в малых количествах, но абсолютно необходимые для нормального обмена веществ; многие витамины – предшественники *коферментов*, в составе которых они участвуют в различных ферментативных реакциях. Выделяют водорастворимые (группы В, С и Р, а также Н – биотин и РР – никотиновая кислота) витамины (поступают в организм с овощами и фруктами) и жирорастворимые (А, D, Е и филлохинон) витамины (поступают в организм с жирной пищей); 2) лекарственные препараты, содержащие витамины, которые получают химическим или микробиологическим синтезом.

Вневременность мира – вывод, логически вытекающий из современных представлений о пространстве (в классической физике, в специальной и общей теориях относительности), в которых время выступает в качестве четвёртой координаты. Согласно им между событиями различных движущихся систем не может быть никакой одновременности, потому что в мире (пространстве) этих

наук нет никакого (направления, «стрелы») времени, точнее, оно безразлично по отношению к направлению времени, поэтому, как не странно может показаться, ему не присуща никакая временность.

Внешний мир – многокомпонентное, в т.ч. междисциплинарное понятие; 1) (обыденное восприятие) прежде всего то, что не относится к внутреннему миру, к психической жизни человека, к наивному восприятию внешнего мира; 2) (физический внешний мир) мир, включающий и наше тело, как источник раздражений для наших органов чувств; этот мир одинаков для всех людей (хотя и воспринимается по-разному каждым из индивидов), непознаваем по сути и доступен лишь косвенно, в т.ч. физике; 3) (внешний мир созерцания) сфера психического (как предмет психологии) каждого из индивидуумов (микрокосма) с его неповторимым восприятием, но таким, что эти отдельные внешние миры созерцания, как правило, достаточно сходны друг с другом, чтобы обеспечить взаимопонимание. Противоположное понятие – внутренний мир.

Внимание – (в психологии) направленность и сосредоточенность психической деятельности на определенном объекте или действии. Различают три вида внимания: произвольное, непроизвольное и постпроизвольное, самому вниманию присущи различные качества: объём, распределение, устойчивость и переключаемость.

Внутренний мир – (упрощено) вся сознательная духовная жизнь человека.

Вода, её значение – оксид водорода, в атмосфере около 13 триллионов тонн, в ледниках в 2000 раз больше, ещё больше в Мировом океане и особенно много (в 30 раз больше по сравнению с запасами в Мировом океане) в недрах Земли, так что общая масса воды немного свыше миллиарда миллиардов тонн. Воде принадлежит важнейшая роль в геологической истории планеты. Вода является основой всех форм жизни на Земле. Так, например, человек почти на 65% состоит из воды. Молекулы воды объединены водородными связями, поэтому вода имеет высокую точку кипения и остаётся жидкой в широкой области температур. Благодаря водородным связям во льду молекулы воды образуют решётку, структура которой подобна структуре решётки алмаза (самой прочной из всех известных решёток), поэтому плотность льда меньше плотности воды и поэтому зимой в северных странах на поверхности водоёмов образуется слой льда, замедляя их дальнейшее замерзание. Поскольку в молекулах воды наблюдается сильное разделение зарядов вдоль связей, они обладают большим дипольным моментом, который способствует распаду растворённых в воде соединений на ионы, поэтому вода является прекрасным растворителем (практически идеальным, универсальным, о каком мечтали алхимики) для переноса различных веществ внутри живых клеток и между ними.

Водородные связи – возникают, если водород связан с азотом, кислородом или фтором, в результате чего возникает особенно сильный дипольный момент (или просто диполь). Это происходит по двум причинам. Во-первых, отмеченные атомы весьма электроотрицательны и оттягивают к себе связывающую электронную пару, находящуюся между ними и водородом; в результате на водороде образуется положительный заряд. Во-вторых, атомы азота, кислорода и фтора имеют неподелённые пары электронов, которые притягиваются к положительно

заряженному атому водорода. Вот эта сила притяжения между водородом и атомами азота, кислорода и фтора и называется водородной связью. Водородная связь приводит к ассоциации одинаковых или различных молекул в комплексы (так, например, одна молекула воды может удерживать водородными связями до четырёх других молекул воды); во многом определяет свойства воды и льда, молекулярных кристаллов, структуру и свойства многих синтетических полиамидов, белков, нуклеиновых кислот и др.

Возбудимость – 1) (в биологии) способность клеток и тканей реагировать на *раздражения*. Возбуждение возникает, если раздражение (*раздражитель*) вызывает деятельность раздражаемого органа и тем самым деятельность нервной системы; 2) (в обыденной речи) лёгкий и быстрый переход от спокойного состояния к раздражённому, излишне активному.

Возбуждение – 1) переход живой клетки из состояния относительного физиологического покоя к активной деятельности, выражающейся в сложных физико-химических процессах: возникновение биоэлектрического потенциала, способного к распространению, и др. Эта способность клетки называется *возбудимостью*; 2) переход любой живой системы от состояния относительного физического покоя к активной деятельности (например, возбуждение секреторной деятельности при виде пищи и др.).

Возможное – то, что, во-первых (с объективной стороны), при определённых условиях может стать действительным, или, во-вторых (с субъективной стороны), то, что при определённых предпосылках может быть мыслимо как действительное. «Если условия возможности в их всеобщности налично, тогда они образуют вместе с тем и необходимость» (Н. Гартман). Охарактеризовано впервые Аристотелем при анализе движения, изменения и становления как специфический *модус бытия* наряду с модусом действительного.

Возможность – направление развития, которое присутствует в каждом жизненном явлении; эта тенденция может быть объяснена только как возможность.

Волна – процесс распространения изменений в состоянии среды (в частности, колебательного характера), при котором происходит перенос энергии без переноса вещества. Идеальная волна – гармоническая, изменяющаяся по синусоидальному закону.

Волновая механика – механика явлений микромира, основанная на гипотезе (постулате) Луи де Бройля о волнах материи (1924) и волновом уравнении Шрёдингера (1926), в которой в математической форме объединены волновые и корпускулярные свойства материи. *Волновая функция*, основа теории, даёт вероятность нахождения электрона в некоторой точке бесконечного пространства.

Волновая функция (амплитуда вероятности) – в волновой механике, во всей квантовой физике – основная величина, описывающая состояние системы и позволяющая находить вероятности и средние значения характеризующих систему величин (энергию, импульс, координату и др.). Физический смысл имеет квадрат модуля волновой функции (так как она чаще всего оказывается комплексной величиной).

Волны материи – термин, закреплённый за волнами, предложенными де Бройлем в согласии с его, *де Бройля, гипотезой* о том, что каждому материальному процессу в атоме соответствует также волновой процесс (иначе называются также волнами де Бройля). Их сущность – проявление *корпускулярно-волнового дуализма* материи, в связи с чем они интерпретируются как волны вероятности (задаваемые *волновой функцией*); их существование подтверждается, например, *дифракцией электронов* (и других частиц).

Волны численности (жизни, популяционные) – присущие всем видам периодические и непериодические изменения численности особей, возникающие в результате действия или влияния *абиотических* и *биотических факторов*, вызывающих изменение интенсивности естественного отбора и перемены в генетической структуре популяций; служат одним из основных факторов эволюции.

Волокна пищевые (то же, что *клетчатка*) – это главным образом целлюлоза из стенок растительных клеток. Клетчатка поступает в организм при употреблении в пищу свежих овощей и изделий из зерновых культур.

Воображение – 1) представление, лишённое реального предмета, или необоснованное предположение (то же, что фикция – выдумка, вымысел); равным образом деятельность, порождающая такое представление или предположение; 2) воображение как признак собственной переоценки и высокомерия.

Восприятие – 1) (в биологии) сложный процесс приёма и преобразования информации, обеспечивающий организму отражение объективной реальности и ориентировку в окружающей его среде; 2) (в психологии) совершающееся в субъекте превращение многообразия *раздражений* в чувственное восприятие.

Восприятие пространства – восприятие пространственных расстояний на поверхности собственного тела при помощи осязания. Это не даёт восприятия собственно пустого пространства, напротив, позволяет мысленно продолжить масштабы (координаты) предмета за пределы его самого и таким образом достигнуть представления о пространстве. При обыденном восприятии это пространство Евклида, достигаемое, с одной стороны, стабильностью поля восприятия, а с другой – обеспечиваемое мышечной системой. При некоторых нарушениях работы мозга воспринимаемая картина искажается.

Воспроизведение (самовоспроизведение) – способность живых форм образовывать себе подобное; одна из фундаментальных характеристик *жизни*. Воспроизводство осуществляется большим разнообразием способов посредством вегетативного, полового и бесполого размножения, у животных путём деления, живорождения, яйцерождения и яйцеживорождения.

Времени сознание – особый, зависящий от многих общих и индивидуальных психических и личностных свойств данного человека вид сознания, связанный с переживанием (восприятием) времени. Последнее зависит от содержания переживаний и является главным образом возможностью что-то делать, переживать и т.п. Выражение «на это у меня нет времени» означает, что «подходящее ко мне», т.е. мое будущее, образует непрерывную цепь из «связанных по времени» действий, переживаний и т.п. таких, что для меня является невозможным в этом течении времени реально «передвинуть» один из этих членов назад или вперёд таким образом, чтобы осуществлялась дальнейшая деятельность.

Выражение «ещё рано» означает, что время ещё не наступило (возможности ещё нет); выражение «уже поздно» – что возможности больше нет. Только «теперь» есть «время и возможность», «теперь» находится между «ещё рано» и «уже поздно» и должно «восприниматься», замечаться, пониматься для того, чтобы вообще что-нибудь можно было делать. Будущее, настоящее, прошедшее суть абстракции от этого естественного понятия и восприятия времени. При этом имеет значение то обстоятельство, что с увеличением возраста человека все ещё появляющиеся возможности оставляют всё меньше и меньше места для действия, ибо человек начинает всё больше зависеть от прошлых событий.

Время – 1) в парадигме современного естествознания – исходное и неопределённое понятие; 2) (в системе измерения) основано на наблюдении (или осуществлении периодически повторяющихся процессов) одинаковой длительности: так, для измерения больших интервалов времени пользуются годом. Суточное вращение Земли относительно звёзд определяет звёздное время, тогда как на практике в большинстве случаев пользуются солнечным временем. В конкретной географической точке (на определённой долготе, дуге большого круга) пользуются понятием местного времени, на практике заменяемого понятием условного поясного времени, отсчитываемого от Гринвичского меридиана. Так московское время оказывается временем 2-го часового пояса. Равномерная система счёта времени – *эфемеридное время* – контролируется наблюдениями обращения Луны вокруг Земли; 3) (в философии) форма возникновения, становления, течения, разрушения в мире, а также его самого вместе со всем тем, что к нему относится. Объективное время, определённое в п. 2, следует отличать от субъективного, которое основано на осознании времени (см. *время сознание*).

Всеединство – единство Вселенной, в которой вещи в их внутренней связи и взаимодействии составляют единое целое. Понятие всеединства существовало в элейской школе натурфилософии – «Всё есть единое» («*ἓν καὶ πᾶν*») и «Бытие едино, непрерывно, цельно, неделимо и сплошь однородно» (Парменид), вообще пронизывало всё античное мировоззрение в виде идеи *космоцентризма* (см. *греческая философия*). Учение о всеединстве занимает важное место в *пантеизме*, *монизме*, а также у русских религиозных философов Флоренского, Федорова и др.

Вселенная – 1) (в естествознании) весь существующий материальный мир, неограниченный, по существу, в пространстве и времени, а также разнообразием форм, которые принимает материя в процессе своего развития. Вселенная, изучаемая астрономией, – часть материального мира, которая доступна наблюдениям астрономическими средствами; эту часть Вселенной часто называют *Метагалактикой*; 2) (в философии) содержание понятия всего существующего; всё то, что существует; 3) в обыденном смысле – место вселения человека (см. в связи с этим *антропный принцип*).

Всеобщее – то, что не только в силу случайности, но и в силу необходимости или закономерности является для множества общим.

Всеобщность – множество, рассматриваемое как единство.

Второе начало термодинамики – один из основных законов термодинамики, устанавливающий необратимость макроскопических тепловых процессов, протекающих с конечной скоростью. В отличие от чисто механических (без тре-

ния) или электродинамических (без выделения джоулева тепла, из-за электрической проводимости среды, в которой существует электромагнитное поле) *обратимых процессов* процессы, связанные с теплообменом, трением, диффузией газов, расширением газов в пустоту, выделением джоулева тепла и т.д., *необратимы*, т.е. могут самопроизвольно протекать только в одну сторону, в одном направлении. Благодаря достаточной сложности указанного явления имеется несколько эквивалентных формулировок этого начала: 1) (исторически первая из формулировок и само название закона как *начала* принадлежат немецкому физики Р. Клаузиусу) невозможен процесс, при котором тепло самопроизвольно переходило бы от тел более холодных к телам более нагретым без каких-либо изменений в системе или в окружающей среде; 2) в замкнутой, т.е. изолированной в тепловом и механическом отношении, системе *энтропия* либо остается неизменной (при протекании в ней обратимых равновесных процессов), либо возрастает (при неравновесных процессах), и состояние равновесия достигает максимума – формулировка начала в виде наиболее общего закона как закона возрастания энтропии; 3) невозможно создать периодически действующую (совершающую какой-либо термодинамический цикл) машину, вся деятельность которой сводилась бы к поднятию некоторого груза (механической работе) и соответствующему охлаждению теплового резервуара (формулировка У. Томсона, М. Планка); 4) невозможно построить *вечный двигатель 2-го рода* (В. Оствальд).

Вымирание – 1) закономерный или внезапно возникающий эволюционный процесс, характеризуемый замедленным размножением и повышенной смертностью. Ведёт к сокращению численности, а затем и полному исчезновению особей той или иной систематической группы (например ихтиозавров). Причинами вымирания служат изменившиеся условия существования при дефиците приспособленческих функций, увеличение генетического груза, глобальные или трансрегиональные природные катастрофы космического происхождения; 2) исчезновение любого *таксона* от *вида* и выше в результате опосредованного воздействия человека и его хозяйствования, в т.ч. уничтожения мест обитания.

Вырождение – 1) (в биологии) утрата *видами* (*таксонами*) таких важных качеств, как присущий им уровень плодовитости и продуктивности, гибкая приспособляемость к изменениям в условиях существования и др., являющихся показателями жизнеспособности организмов, либо появление признаков аномальности (роста, развития и т.п.). Иногда вырождение возникает на основе быстрого, катастрофического изменения условий существования, к которым вид не может за короткий срок адаптироваться. В таких случаях вырождение предшествует *вымиранию*; 2) (в физике) заключается в том, что значение некоторой величины, характеризующей физическую систему (чаще всего в микромире, например атом), оказывается одинаковым для различных состояний (как правило, значения энергии). Число таких одинаковых состояний называется кратностью состояния. Вырождение свидетельствует об определённой симметрии объекта (системы) и устраняется внешними воздействиями.

Галактика (гр. galaktikos – млечный, молочный) – Млечный Путь, наша звёздная система, включающая в свой состав не менее 100 млрд звёзд, в т.ч. и

Солнце со всеми планетами. По типу Галактика относится к спиральным галактикам, в которых большинство звёзд, концентрируясь к центру (ядру), занимают объём линзообразной формы поперечником около 30 парсек. Характерной особенностью спиральных галактик являются рукава, в одном из которых в нашей Галактике находится Солнце. Центр Галактики находится в направлении от Земли к созвездию Стрельца.

Галактики – гигантские звёздные системы с числом звёзд от десятков до сотен миллиардов в каждой. Современные оценки дают около 100 млрд галактик в известной нам *Метагалактике*. Галактики подразделяются на эллиптические (обозначаются в астрономии буквой E), спиральные (S) и неправильные или нерегулярные (Ir). Ближайшие к нам галактики – Магеллановы Облака (Ir) и туманность Андромеды (S). Галактики распределены неравномерно, образуя скопления и сверхскопления, причиной сгущивания которых на начало XXI в. считается недавно открытая некая неофизическая *тёмная материя* неизвестной природы, не регистрируемая на современном этапе развития науки инструментально. Доля тёмной материи в общем объёме вселенской материи оценивается в 24–25%.

Галилея преобразования – связь между координатами и временем (в классической механике время универсально, т.е. одинаково во всех физических системах и пространственных точках) в двух различных, так называемых, инерциальных системах отсчёта, или системах, движущихся равномерно и прямолинейно или покоящихся относительно друг друга. Название преобразований предложено Альбертом Эйнштейном в честь великого итальянского физика Галилео Галилея, сформулировавшего закон инерции тел.

Галилея принцип относительности (или классический принцип относительности) – принцип классической механики (физики), утверждающий одинаковость, неизменность (*инвариантность*) законов движения во всех инерциальных системах отсчёта (см. *Галилея преобразования*). Принцип относительности, следовательно, указывает на невозможность определить на основе законов классической механики какую-либо выделенную систему отсчёта внутри класса инерциальных систем отсчёта или физически различить состояния покоя или равномерного прямолинейного движения (или состояния неускоренного движения систем), поскольку все они равноправны.

Галлюцинация (лат. hallucinatio – бред, видение) – труднодоказуемый обман чувств, принимаемый за реальность. Галлюцинация родственна *иллюзии* тем, что каждая включает в себя ложные восприятия, однако иллюзия, в отличие от галлюцинации, вызывается реальным объектом. В настоящее время преобладают две гипотезы в теории галлюцинации. Согласно одной, жизненный опыт приводит к появлению долго сохраняющихся физических изменений, проявляющихся в функционировании памяти, мышления, воображения. Вторая гипотеза заключается в том, что существует постоянно меняющийся баланс между внутренними и внешними воздействиями окружающей среды, в результате чего физиологические и культурные факторы оказываются *детерминантами* содержания и значения галлюцинаций. Галлюцинации во многом похожи на сновидения, при которых содержание подсознания вторгается в область сознания.

Различают слуховые, зрительные и др. галлюцинации. Наблюдаются главным образом при психических заболеваниях.

Гало (гр. halos – круг, диск) – светлые (в случае преломления – радужные, в случае отражения – белые) круги, пятна, полосы, дуги, наблюдаемые вокруг или вблизи дисков Солнца и Луны и имеющие оптическую природу (происхождение). Возникают на взвешенных (плавающих) в воздухе ледяных кристаллах, образующих перистые облака или зимние туманы.

Гаметы (гр. gamete – жена, gametes – муж) – половые, или репродуктивные, клетки с гаплоидным (одинарным) набором хромосом – женские (яйца или яйцеклетки), мужские (сперматозоиды, спермии). Гаметы обеспечивают передачу наследственной информации от родителей потомкам. В результате слияния разнополюх гамет образуется зигота с диплоидным набором хромосом.

Гамма-лучи (гамма-излучение) – коротковолновое электромагнитное излучение (невидимое глазом) с длиной волны меньше 0,1 млрд доли сантиметра, испускаемое возбужденными атомными ядрами при их распаде, аннигиляции частиц (как правило, электрон-позитронных пар) и т.д.

Гармония (гр. harmonia – связь, стройность, соразмерность) – соразмерность частей, слияние различных компонентов объекта в единое органическое целое, а также созвучие, согласие, в эстетике как существенная характеристика прекрасного. В философии Пифагора – организованность космоса, в противоположность хаосу.

Гелиобиология (гр. helios – солнце + биология) – междисциплинарный раздел биофизики, исследующий влияние солнечной активности на земные организмы и их сообщества, включая человека. Солнечные циклы в 4,3; 6,5; 11,5; 16,1; 22; 33; 83; 88; 169; 178; 400; 600 и 1850 лет влияют на многие эволюционные и экологические процессы (кратко- и долгосрочные изменения численности организмов, периодичность эпидемий, обострение психических расстройств и заболеваний и мн. др.). Основоположник гелиобиологии – русский биолог А.Л. Чижевский.

Гелиобионты (гр. helios – солнце + бионт) – организм, предпочитающий местообитания, освещенные ярким солнечным светом.

Гелиотрофы (гелио + троф) – автотрофный организм, синтезирующий органические вещества из неорганических благодаря использованию энергии солнечного света.

Гелиоцентрическая модель мира Коперника – возникшее в эпоху Возрождения (1543) представление о строении Солнечной системы с Солнцем как центральным телом, сменившее представление Птолемея (античные времена, II–III вв.) о Земле, как центре мироздания. Модель Коперника послужила началом формирования мировоззрения Нового времени, времени классической науки.

Гемоглобин(ы) (гр. haima – кровь и лат. globus – шар) – красный железосодержащий дыхательный пигмент крови человека, позвоночных и некоторых беспозвоночных животных. Гемоглобин состоит из железопорфирина (гема) и белка (глобина) и переносит кислород от органов дыхания к тканям тела и углекислый газ от них к дыхательным органам. Молекула гемоглобина высших позвоночных животных построена из полипептидных цепей, к каждой из которых

присоединён гем – комплексное соединение порфирина с двухвалентным железом, способное без изменения валентности атомов железа присоединять кислород. Гемоглобин непрерывно синтезируется в молодых *эритроцитах*. «Сборка» одной молекулы гемоглобина занимает 90 с.

Ген (гр. *genos* – род, происхождение) – материальный носитель, единица наследственной (генетической) информации; у высших организмов (*эукариот*) входит в состав *хромосом*; участок молекулы ДНК (у высших организмов) и РНК (у вирусов и фагов), содержащий информацию о первичной структуре одного белка, в связи с чем ген оказывается ответственен за синтез именно этого белка. Контролируя образование последних, гены управляют всеми химическими реакциями организма и определяют таким образом его признаки. Совокупность всех генов организма составляет его генетическую конституцию – *генотип*.

Генеалогия (гр. *genealogia* – родословная) – 1) (в биологии) родословная, указывающая родственные связи какой-либо особи с родом предков, прослеживание которых существенно для селекции растений и животных; 2) вспомогательная историческая дисциплина, занимающаяся изучением истории родов, происхождения отдельных лиц, установлением родственных связей, составлением родословий; тесно связана с геральдикой, также вспомогательной исторической дисциплиной, изучающей гербы высокородных семейств, городов и т.д., как специфический источник.

Генезис (гр. *genesis* – происхождение) – процесс возникновения, образования, становления и развития во времени какого-либо природного или социального явления (например, биогенезис – возникновение и развитие жизни, или синоним названия 1-й книги Моисея (Книга Бытия, Бытие), изображающей картину возникновения мира).

Генерация (гр. *generatio* – рождение, размножение) – 1) разовое потомство одной особи, популяции; 2) все непосредственное потомство особей предыдущего поколения; 3) синоним длительности поколения (2) – период жизни организма от начала его развития до половозрелого состояния.

Генетика (гр. *genesis* – происхождение) – наука о законах, механизмах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими. Основателем генетики является австро-чешский естествоиспытатель (монах по роду деятельности) Грегор Мендель. Генетика получила развитие в работах Т.Х. Моргана, Н.И. Вавилова, Н.К. Кольцова, С.С. Четверикова, А.С. Серебровского и многих др.

Генетический код – свойственная организмам единая система «записи» генетической (наследственной) информации в молекулах *нуклеиновых кислот* в виде специфической последовательности *нуклеотидов*. Единицей генетического кода является *кодон* (тройка нуклеотидов, триплет), а реализация кода в клетке происходит в два этапа, первоначально происходит *транскрипция*, а затем *трансляция*. Транскрипция протекает в ядре клетки и заключается в синтезе молекул *информационной рибонуклеиновой кислоты* (иРНК) на соответствующих участках ДНК, при которой последовательность нуклеотидов ДНК «переписывается» в нуклеотидную последовательность иРНК. Трансляция протекает в *цитоплазме* на клеточных частицах – *рибосомах*, синтезирующих белок, при этом последователь-

ность нуклеотидов иРНК переводится в соответствующую последовательность аминокислот в синтезируемом белке. Впервые идея о существовании генетического кода была сформулирована Георгием (Джорджем) Гамовым, а затем и А. Дауном (1952–1954 гг.), которые показали, что последовательность нуклеотидов, однозначно определяющая синтез той или иной аминокислоты, должна содержать не менее трёх звеньев, то, что впоследствии назвали кодоном.

Генетическая (генная) инженерия – междисциплинарная научная дисциплина, ставящая своей целью конструирование новых, не существующих в природе сочетаний генов. Основана на извлечении из клеток организма гена или группы генов и на последующем соединении их со специальными молекулами ДНК, способными проникнуть в клетки другого организма (главным образом микроорганизмов) и размножаться в них. Фактически составляет основу современных биотехнологий, заслугой которых является получение таких биологически активных соединений, как инсулин, интерферон и др.

Генетическая (наследственная) информация – специфически кодированные в организмах программы, получаемые ими от предков и заложенные в их наследственных структурах в виде совокупности генов о составе, строении и характере обмена составляющих организм веществ.

Геном (англ. genome, гр. genos – происхождение) – 1) совокупность генов, содержащихся в одинарном (гаплоидном) наборе *хромосом* данной растительной или животной клетки; 2) совокупность наследственных признаков, локализованных в ядре клетки.

Генотип (*ген* + гр. tipos – отпечаток, форма, образец) – совокупность всех наследственных свойств особи, локализованных в её *хромосомах*; наследственная основа организма, составленная совокупностью генов (*геномом*) и неядерных (*цитоплазматических*) и *пластидных (плазмон)* их носителей. Генотип – это сложно взаимодействующая система наследственных задатков, носитель наследственной информации, передаваемой из поколения в поколение, контролирующей развитие, строение и жизнедеятельность организма, совокупность всех признаков организма – его *фенотип*.

Генофонд (*ген* и фр. fond – основание) – 1) совокупность генов (*аллелей*) группы особей популяций, группы популяций или вида, в пределах которых они характеризуются определённой частотой встречаемости (относительной численностью); 2) вся совокупность видов живых организмов с проявившимися и потенциальными наследственными задатками. Термин введён русским биологом А.С. Серебровским (1928).

Геноцид (*ген* и лат. caedo – убиваю; буквально уничтожение рода, племени) – истребление или создание нетерпимых условий для жизни отдельных групп населения по расовым, национальным, религиозным или иным мотивам. Одно из тяжчайших преступлений против человечества.

Герменевтика (от имени Гермес-Тота, древнеегипетского просветителя) – искусство толкования текстов, методология гуманитарных наук и философская дисциплина, согласно которым понимание является целью и средством человеческого *бытия*.

Геобиосфера – слои *биосферы* в пределах суши.

Геодезические линии – линии на поверхности, достаточно малые дуги которых представляют собой кратчайшие расстояния между их концами на поверхности, т.е. на поверхности они играют роль прямых на плоскости. Геодезические линии на поверхности шара – дуги большого круга, на цилиндре – винтовая линия.

Геодезия (гр. *geodaisia*, от *geo*, *gē* – Земля и *daio* – делю, разделяю) – междисциплинарная наука об определении фигуры, размеров и гравитационного поля Земли и об измерениях на земной поверхности для отображения её на планах и картах. В геодезии подразделяют: высшую, космическую и прикладную геодезии, топографию, фототопографию и картографию.

Геоид (*geo*...+ гр. *eidos* – вид) – фигура Земли, ограниченная уровенной поверхностью, продолженной под континенты. Геоид имеет неправильную геометрическую форму, что не позволяет использовать его поверхность в качестве исходной поверхности проектирования.

Геология (*geo* и *логия*) – многодисциплинарная наука о *земной коре* и более глубоких *геосферах Земли*; чаще понимается как наука о составе, строении, движениях и истории развития земной коры и размещении в ней полезных ископаемых.

Геометрофизика – одна из современных физических *парадигм*, базирующаяся на утверждении У. Клиффорда (англ. математик XIX века), что в известном нам мире нет ничего, кроме пустого искривлённого пространства. Материя, заряд, электромагнетизм и др. поля являются лишь проявлением искривленного пространства. *Физика есть геометрия* (слова принадлежат А. Эйнштейну).

Геометрия (гр. *geometria*, где *geo*, *gē* – Земля и *metreo* – мерю, букв. землемерие) – раздел математики, изучающий пространственные отношения и формы, а также другие отношения и формы, сходные с пространственными по своей структуре. В первоначальном своём значении понималась как наука о фигурах, о взаимном расположении и размерах их частей, а также о преобразовании фигур. Одна из древнейших наук, колыбелью которой считается Восток, а в истории выделяют по крайней мере четыре периода (этапа). Зарождение произошло примерно до VII–V века до н.э. в Египте, Вавилоне и Греции, когда правила о вычислении площадей и объёмов носили больше эмпирический, чем логический характер. Перенесение геометрических сведений из Египта и Вавилона в Грецию в VII–VI вв. до н.э. положило начало второму периоду развития геометрии – периоду систематического изложения геометрии как науки, где все предложения доказывались. Полагают, что выдающуюся роль в этот период сыграли Фалес, Пифагор, Гиппократ, Платон, Аристотель (последние два придавали большое значение системе и обоснованию геометрии и ввели понятия аксиом, постулатов и предложений), а особая роль отводится Евклиду (III в. до н.э.), изложившему геометрию в 13-ти томах «Начал». После Евклида выдающуюся роль сыграли Архимед, Аполлоний и Эратосфен. Зарождение капитализма привело к третьему периоду – периоду создания аналитической геометрии, творцами которой стали Декарт и Ферма, а позднее Эйлер, Монж, Дезарг, Паскаль. Четвёртый период знаменуется созданием неевклидовых геометрий,

первой из которых является геометрия Лобачевского, затем появляется геометрия Римана и многие другие.

Геосистема – любые физико-географические образования начиная от *биотопа* и кончая географической (ландшафтной) оболочкой Земли; понятие, близкое к *экосистеме*, в которой основное внимание уделяется *абиотическим факторам* (компонентам) и пространственным закономерностям – региональным, межрегиональным, планетарным и даже космическим факторам и масштабам. Последнее весьма существенно для анализа биологических явлений на Земле.

Геосферы (*гео* и *сфера*) – концентрические слои (оболочки), образованные веществом Земли. В направлении от периферии к центру Земли расположены атмосфера (в которой можно выделить магнитосферу, ионосферу, как обладающие особыми физико-химическими свойствами), гидросфера, земная кора, силикатная твердая мантия Земли (верхняя и нижняя) и ядро Земли, состоящее из внешней, жидкой фазы и внутренней, центральной, по-видимому, твёрдой. Область обитания организмов называют *биосферой*.

Геохронология (*гео* и *хронология*) – геологическое летоисчисление, построенное на учении о временной последовательности формирования горных пород, слагающих земную кору. Геохронология базируется на абсолютном летоисчислении в миллионы и тысячи лет, опирающемся на знание скоростей радиоактивного распада химических элементов. Геохронология тесно связана с *палеонтологической летописью* – историей жизни на Земле и с точки зрения геологии может быть охарактеризована следующим образом. Самое крупное подразделение геохронологической (стратиграфической) шкалы, отвечающее длительному этапу развития Земли – эон (объединяющий несколько меньших по временным масштабам эр (эратем)), в течение которого формируется эонотема. Древнейший эон (эонотема) – криптозой – этап скрытой жизни, он же докембрий, общая продолжительность которого свыше 3 млрд лет, но не более – 4 млрд лет. Криптозой (докембрий) включает в себя археозой (архей), продолжительностью свыше 1 млрд лет и протерозой продолжительностью свыше 2 млрд лет. Археозой характеризуется возникновением первичных организмов, существующих в бескислородной среде, а протерозой в карельскую или амфегийскую эру отмечается появлением прокариот, простейших организмов, способных к фотосинтезу и фиксации азота; в рифейскую эру и венд зафиксировано появление эукариот, возникновение многоклеточных организмов и широкое распространение бактерий, грибов и водорослей. Последующие три эры (эратемы) – палеозой, мезозой и кайнозой – образуют эон (эонотема) *фанерозой* – этап явной, наблюдаемой жизни длительностью в 570 млн лет.

Геоцентризм (гр. *гео* – Земля и *centrum* – центр) – мировоззрение, согласно которому Земля есть центр мира. Со времён Коперника, утвердившего гелиоцентризм, геоцентризм в науке утратил значение и в настоящее время проблема «центра» мира не рассматривается.

Геоцентрическая система мира Птолемея – существовавшее с античных времён, системно обоснованное Клавдием Птолемеем представление, согласно

которому Земля неподвижно покоится в центре мира, а все небесные светила движутся вокруг неё.

Геоэкология – раздел экологии, исследующий экосистемы иерархических уровней – от ландшафта до биосферы включительно.

Гербициды (лат. *herba* – трава, растение и *caedere* – убивать) – вещества, используемые для избирательного уничтожения нежелательных растений. Различают гербициды довсходовые (не имеющие селективного, избирательного действия), послевсходовые (с обязательной избирательностью) и системные, которые поглощаются растениями и перемещаются в меристему, где действуют как ингибиторы клеточного деления. Меристемой является система образовательных тканей растений, состоящих из интенсивно делящихся клеток, одни из которых обеспечивают непрерывное нарастание массы растения, другие способны к образованию различных производных тканей.

Гетерогенная система – система, состоящая из реагирующих веществ, разделённых поверхностями раздела (например, твёрдое тело – раствор или раствор – газ и т.д.). Примером гетерогенной системы может быть вода и находящийся над ней водяной пар (различие в агрегатном состоянии), две несмешивающиеся жидкости – масло и вода (различие в составе) и т.д.

Гетерогенный (гр. *heterogenes* – разнородный) – принадлежащий другому роду, составленный из неоднородных элементов. Противоположность – *гомогенный*.

Гетерогенный катализ – каталитическая (см. *катализ*) химическая реакция, в которой *катализатор* и реагирующие вещества находятся в разных фазах, при этом катализатор чаще всего находится в твёрдой фазе, а сама реакция протекает на границе фаз. Противоположность – *гомогенный катализ*.

Гетерозигота, гетерозиготность (гр. *hetero* – иной, другой и *zygote* – соединенная в пару) – содержание в клетках тела разных генов данной аллельной пары (например Аа); возникает вследствие соединения *гамет* с разными *аллелями* (А и а). При размножении происходит расщепление на особи, несущие признаки, контролируемые разными аллелями. Гетерозиготность – неоднородность наследственной основы (*генотипа*) организма, происходящего от родителей, различающихся по какому-либо наследственному признаку. Противоположность – *гомозигота, гомозиготность*.

Гетеротрофы (*гетеро* и гр. *tropfe* – пища) – 1) гетеротрофные бактерии, использующие в качестве источника энергии и углерода органические, т.е. углеродосодержащие, соединения, чем они отличаются от фотосинтезирующих бактерий, ассимилирующих в качестве источника углерода углекислый газ. Подавляющее большинство известных бактерий относится именно к этому классу гетеротроф; 2) гетеротрофные организмы синтезируют для своего питания только или преимущественно (для форм со смешанным питанием) готовые органические вещества, произведённые другими видами. К гетеротрофным организмам относятся человек и все животные, а также паразитарные высшие растения, грибы, к которым надо прибавить многих паразитов, сапрофитов покрытосеменных и микроорганизмы. В некоторых случаях деление на гетеро- и автотрофные организмы (*автотрофы*) оказывается весьма условным. См. также *консументы*.

Гештальт (нем. Gestalt – целостная форма, образ, структура) – пространственно-наглядная форма воспринимаемых предметов; в переносном смысле употребляется по отношению к психическим и культурно-историческим образованиям, части которых определяются целым и которые в то же время взаимно поддерживают и определяют друг друга; образования, чьи существенные свойства нельзя понять путем простого суммирования их частей. В психологии полагают, что душа по своей сущности способна формировать гештальты, так что высокоразвитые структуры сознания имеют тенденцию к завершённости, единству, правильности, к симметрии в пространстве, к законченности всех кривых, к чёткости, если угодно, к наилучшему чувственному оформлению внутри сферы наглядного.

Гештальтпсихология (*гештальт* и *психология*) – одно из ведущих направлений в современной психологии, основывающееся на тезисе о принципиальной несводимости целого (характеристика которого была названа «гештальт-качеством») к сумме составляющих его частей. В учении утверждается, что целое вообще нечто другое, нежели сумма его частей, выделяемых из него посредством обособления, и что первичным и основным элементом психики являются психические структуры, целостные образования (гештальты).

Гибриды (гр. *hibrida* – помесь) – организмы, получаемые в результате скрещивания (гибридизации) разнородных в генетическом отношении родительских форм (видов, пород и т.п.). Различают внутривидовую и отдалённую гибридизации, естественно происходящие и вызываемые искусственно.

Гидратация (гр. *hydor* – вода) – процесс присоединения молекул воды к химическим частицам другого вещества (молекулам, ионам, атомам), обусловленный межмолекулярными взаимодействиями между ними; процесс окружения растворённых частиц молекулами воды. Как правило, молекулы воды слабо взаимодействуют с ионами растворённых частиц, отрываются от них и замещаются другими молекулами воды, так что происходит постоянный обмен молекулами воды дальним и ближним окружением таких ионов. Если же какие-то ионы закрепляют около себя молекулы воды прочно, то такие ионы приобретают характер центральных ионов образовавшегося комплекса, а молекулы воды и другие частицы, окружающие центральный ион, становятся так называемыми лигандами.

Гидробионты (*гидро* и *бионт*) – организмы, постоянные обитатели водной среды. Различают мариобионты (обитатели океана) и аквабионты (обитатели пресных вод).

Гидролиз (*гидро* и *lysis* – растворение) – процесс взаимодействия химических соединений с ионами молекул воды, условием протекания которого является способность веществ образовывать с протонами и гидроксильными группами слабодиссоциирующие молекулы и ионы. Гидролизу подвергаются соли, в состав которых входят катионы или кислотные остатки слабых оснований и кислот, а также различные органические соединения (белки, углеводы, эфиры, жиры). В результате гидролиза раствор становится либо кислотным, либо щелочным.

Гидросфера (*гидро* и *сфера*) – одна из *геосфер*, водная оболочка Земли, место обитания *гидробионтов*, совокупность океанов, морей, озёр, рек, водохрани-

лиц, болот, поземных вод, ледников и снежного покрова. Основная масса воды гидросферы сосредоточена в морях и океанах (94%), второе место по объёму занимают подземные воды (4%), третье – лёд и снег арктической и антарктической областей (2%). Поверхностные воды суши, атмосферные и биологически связанные воды составляют доли (десятые и тысячные) процентов от общего объёма воды гидросферы. Химический состав гидросферы приближается к среднему составу морской воды. Участвуя в сложном природном круговороте веществ на Земле, вода каждые 10 млн лет разлагается и образуется вновь при фотосинтезе и дыхании.

Гидрофильные (*гидро* и *фил*) – «любящие воду» вещества, молекулы которых электрополярны и легко соединяются с молекулами воды. Противоположность – *гидрофобные* («не любящие воду») вещества.

Гидрофилы – организмы, характеризующиеся: 1) (в экологии) приспособленностью к жизни в водной среде; 2) (в биологии) приспособленностью высших растений к переносу пыльцы водой и опылению цветков на поверхности воды или в воде – гидрогамия; 3) (в физиологии) способность тканей организма связывать и удерживать воду, препятствуя её выделению.

Гидрофобы (*гидро* и *fobos* – страх) – организмы, избегающие влажных местообитаний.

Гильбертово пространство – обобщение евклидова пространства на бесконечномерный случай (пространство с бесконечным количеством размерностей). В таком пространстве сумма квадратов всех элементов пространства сходится, т.е. конечна, как конечна сумма квадратов сторон треугольника на плоскости в теореме Пифагора. Введено в рассмотрение немецким математиком Давидом Гильбертом, имеет широкое применение в *квантовой механике*.

Гипноз (гр. *hypnos* – сон) – 1) специфическое психологическое, искусственно вызываемое, близкое ко сну (гипнотический сон) состояние высших позвоночных – животных и человека, в основе которого лежат явления торможения высших отделов головного мозга, а сторожевые пункты сохраняют возбудимость, обеспечивая контакт загипнотизированного с раздражителями. В результате гипноза может возникать внушаемость, используемая в лечебных целях. Загипнотизированный человек реагирует только на обращения гипнотизёра, воспринимая их некритически и действуя автоматически, игнорируя все аспекты своего окружения, кроме тех, на которые указывает гипнотизер. Память и осознание своей собственной личности также могут быть изменены внушением, а влияние внушения (постгипнотически) может распространяться на действия человека после прекращения гипноза; 2) сам способ внушения во время гипнотического сна.

Гипотеза (гр. *hypothesis* – основание, предположение) – научное предположение, выдвигаемое в форме научных понятий с целью восполнить пробелы эмпирического познания или связать различные эмпирические знания в единое целое, либо выдвигаемое для объяснения какого-либо явления, фактов и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной научной теорией. Гипотеза верифицируется (проверяется) соответствующими фактами опыта, в особенности экспериментом, получая характер

истины; она является плодотворной как эвристическая или рабочая гипотеза, если может привести к новым знаниям и новым путям познания. Английский философ Карл Поппер писал: «Нам следует привыкнуть понимать науку не как «совокупность знаний», а как систему гипотез, т.е. догадок и предвосхищений, которые в принципе не могут быть обоснованы, но о которых мы можем с полной уверенностью говорить, что они «истинны», «более или менее достоверны» или даже «вероятны».

Гипотеза виртуальности Бехера – (в психологии) *гипотеза*, согласно которой человеческий организм представляет собой *виртуальную* форму, состоящую из согласованных между собой органов или виртуальных образований первого порядка, и благодаря руководству энтелехии является типической целостностью, все элементы которой находятся в постоянном взаимодействии. Головной мозг постоянно готов к новым виртуальным образованиям. Например, в результате нарушения равновесия каким-либо раздражителем возникает ответное ощущение, как восстановление утраченного равновесия. Нарушение равновесия и его восстановление создают виртуальное образование второго порядка. Физическим коррелятором психического является в этом случае не тело, а совокупность виртуальных процессов. Гипотеза следующим образом трактует связь души и тела: между руководством души (энтелехией) и виртуальными образованиями первого порядка имеется взаимодействие, а между процессами сознания и виртуальными образованиями второго порядка – параллелизм.

Гипотеза (модель) Гамова «горячей Вселенной» – гипотеза Георгия Гамова о физических процессах во Вселенной, согласно которой в далеком прошлом, в моменты, предшествующие возникновению Вселенной в результате *Большого взрыва*, Вселенная имела значительно большую, чем сейчас, плотность материи и очень высокую температуру (изображаемую фантастическим числом – единицей с тридцатью двумя нулями). После Большого взрыва Вселенная начала расширяться, а температура образующихся областей пространства Вселенной снижаться. Решающим подтверждением гипотезы является открытие предсказанного Гамовым *реликтового излучения* (термин предложен советским астрофизиком Иосифом Шкловским), констатирующим современную температуру открытого космического пространства исключительно маленькой величиной – в 2,73 К. В настоящее время некоторые учёные трактуют реликтовое излучение как *мировой эфир*.

Гипотеза Гаудсмита-Уленбека о спине (англ. spin – вращать веретено) – гипотеза (1925 г.) о существовании у электрона спинового (собственного вращательного) механического момента и ассоциированного с ним магнитного момента (из-за наличия у электрона электрического заряда). Позднее представление о спине было перенесено на все элементарные частицы, что позволяет разделить их на *бозоны* (частицы с целым спином) и *фермионы* (частицы с полуцелым спином). Наличие спина получило объяснение в квантовой релятивистской теории электрона, предложенной английским физиком Полем Дираком в 1928 г.

Гипотеза (принцип запрета) Паули – фундаментальная *гипотеза квантовой механики*, согласно которой две тождественные частицы с полуцелым спином, т.е. *фермионы* (например, два электрона в атоме), не могут одновременно нахо-

даться в одном и том состоянии, т.е. не могут описываться или располагать одинаковым набором квантовых чисел. Гипотеза послужила для объяснения закономерностей заполнения электронами оболочек в атоме и дала обоснование последовательности атомов в *Периодической системе элементов Менделеева*.

Гипотеза (модель) Уотсона-Крика – (в биологии) *гипотеза* (1953 г.) о структурной модели строения молекулы ДНК в виде двойной спирали (двухцепной цепи), объясняющая способ записи *генетической информации* в молекулах ДНК и возможные химические механизмы самовоспроизведения этих молекул. Данная гипотеза стимулировала бурное развитие *молекулярной биологии*.

Гипотеза об обучении путём проб – (в психологии) *гипотеза* утверждает, что бессознательных психических действий не существует и кажущееся таковым движение всегда находится в такой связи с другими, что первый член этой связи, служащий основанием (началом), всегда осознан, а последующие совершаются автоматически, обеспечивая путём проб достижение поставленной цели.

Гипотетико-дедуктивный метод – научный метод теоретического исследования, ставящий своей целью создание системы дедуктивно (см. *дедукция*) связанных между собой *гипотез*, из которых выводятся утверждения об эмпирических (опытных) фактах.

Гипотетический (гр. *hypothesis* – основание) – условный, предположительный; (в логике) суждение является гипотетическим, если действительность второго положения обусловлена действительностью первого положения: если есть *A*, то есть и *B*.

Гироскопический эффект (гр. *gyros* – круг и *skopeo* – смотрю, рассматриваю, наблюдаю) – сохранение, как правило, направления оси вращения свободно и быстро вращающихся (твёрдых) тел, сопровождаемое при определённых условиях как прецессией (движением оси по круговой конической поверхности), так и нутацией (колебательными движениями (дрожанием) оси вращения; отмечено для колебаний полюсов мира в астрономии; (в биологии) особо чётко нутационное движение выражено у вьющихся растений.

Гистерезис (гр. *hysteresis* – отставание, запаздывание) – отставание во времени реакции тела (в физике) или частей организма (в биологии) от вызывающего её внешнего воздействия, наблюдающееся тогда, когда состояние тела (или частей организма) в рассматриваемый момент времени определяется также внешними условиями, существовавшими ранее. В физике наиболее известен магнитный гистерезис, тогда как в биологии в качестве такого может выступить меняющаяся весной и осенью разница температур левой и правой рук, из-за различающейся «памяти» чувствительных клеток рук о температурном режиме предыдущего сезона.

Гистология (гр. *histos* – ткань и *logos* – понятие, мысль, разум, учение) – один из разделов *морфологии*, изучающий ткани многоклеточных организмов; наука о тканях живых организмов.

Главная последовательность диаграммы Герцшпрунга-Рессела – диаграмма выражает связь между светимостью и температурой звёзд (спектральным классом или показателем цвета – некоторыми объективными характеристиками звёзд), на ней близкие по физическим свойствам звёзды занимают обособленные

области: главная последовательность звёзд, области сверхгигантов, ярких и тусклых гигантов, субгигантов, субкарликов, белых и жёлтых карликов и др.

Глюоны (англ. glue – клей) – гипотетические частицы с нулевой массой и спином, равным единице (*бозоны*); этими частицами обуславливается взаимодействие между *кварками*, самыми на сегодняшний день «элементарными» частицами.

Гнозис (гр. gnosis – знание, познание) – то же что гностика, гностицизм – проникновение в мир сверхчувственного путём созерцания Бога. Гностиками называют тех философов или теологов первых столетий христианства, которые познавали скрытые в вере мистерии путём философской спекуляции, стремясь на этом пути обосновать христианскую веру. Подобные им и другие гностики имеют всеобщий дуализм между Богом и материей, преодоление пропасти между ними с помощью ряда опосредствующих сущностей.

Гносеология (гр. gnosis – знание, познание и *логос*) – учение о познании, философия познания; согласно современному немецкому философу Николаю Гартману, основателю критической онтологии, гносеология – метафизическая составная часть теории познания наряду с логической и психологической. Гносеологический – относящийся к процессу познания (см. также *эпистемология*).

Гносеологические предпосылки – те упрощения, огрубления, идеализации отобразённой действительности, которые принимаются наукой на определённом этапе её развития.

Гностицизм – религиозно-философское учение I–II вв. о мистическом знании, открывающем христианский (особый) путь к спасению.

Головной мозг – (у человека) центр интеллекта, памяти, речи и сознания; передний отдел центральной нервной системы позвоночных животных и человека, помещающийся в полости черепа, главный регулятор всех жизненных функций организма. В состав мозга млекопитающих входят: кора головного мозга (большие полушария), базальные ганглии, лимбическая система, мозолистое тело, мозжечок, зрительный бугор (таламус), надбугорье (эпиталамус), средний мозг, мост (варолиев мост), центральный канал, гипофиз, продолговатый мозг и подбугорье (гипоталамус). В коре головного мозга (в большом мозгу – крупной округлой структуре головного мозга, занимающем большую часть мозга) находятся: двигательные зоны (контролируют произвольные движения), сенсорные зоны (обрабатывают сенсорную информацию) и ассоциативные зоны (ответственные за научение и эмоции, связывают и объединяют двигательные и сенсорные зоны). (Если бы кора головного мозга была гладкой, а не морщинистой, по размеру мозг был бы таким же, как баскетбольный мяч, а не как два кулака, которые держат вместе). Базальные ганглии контролируют движение мышц и регулируют мышечный тонус. Лимбическая система контролирует непроизвольные элементы поведения, инстинктивные, наследственные реакции – врождённую основу эмоций. Мозолистое тело соединяет левое и правое полушария и состоит из белого вещества. Мозжечок осуществляет координацию мышц и через проприоцепторы регулирует положения частей тела относительно друг друга. Таламус – основной переключающий центр между головным и спинным мозгом, ведёт предварительную сортировку сенсорной информации. Средний мозг – также переключающий центр, контролирует рефлекторные движения

головы; красное ядро собирает информацию о тонусе скелетных мышц, позе, координации движений. Варолиев мост действует как переключающий центр между отделами мозга, между головным и спинным, выполняет при этом интегративные функции; вместе с продолговатым мозгом регулирует дыхание. Центральный канал содержит спинномозговую жидкость, защищающую и питающую мозг, в зоне расширения имеет желудочки мозга – четыре камеры со спинномозговой жидкостью. Гипофиз выполняет эндокринные функции, гормональную регуляцию организма. Продолговатый мозг – переключающий центр сенсорных и двигательных импульсов головного и спинного мозга; область ретикулярной формации контролирует сознание и возбуждение, через рефлекторные центры регулирует ритм сердца, дыхание и кровяное давление, а также процессы глотания, чихания, кашля, рвоты; через вестибулярный ядерный аппарат контролирует сохранение равновесия. Гипоталамус контролирует и координирует вегетативную нервную систему: частоту биения сердца, перемещение пищи по пищеводу, сокращение мочевого пузыря; контролирует температуру тела, голод, баланс жидкостей, периоды бодрствования и сна, моделирует чувства ярости и агрессивности.

Голография (гр. *holos* – весь и *граф*) – оптический метод получения объёмного (полного) изображения предмета (не плоского, как в обычной фотографии), основанный на явлении интерференции (сложении) двух лучей когерентного света (излучения) – одного от источника так называемого опорного луча (как правило, луча лазера), другого от самого предмета, освещаемого лазером. Запись интерференции производится на фотопластинку, а изображение на ней называется голограммой. Явление голографии открыто английским физиком Деннисом Габором (1948 г.).

Голоцен (гр. *holos* – весь и *kainos* – новый) – современная эпоха (подразделение) последнего геологического периода *антропогена* (см. *геохронология*); текущее послеледниковое геологическое время, начавшееся около 10 тыс. лет назад. Синоним – послеледниковая эпоха.

Гольджи аппарат (комплекс) – *органонид* клетки, участвующий в формировании ряда продуктов её жизнедеятельности: различных секретов, коллагена, гликогена, липидов, в синтезе гликопротеинов; состоит из цитоплазматических мембран (стопок плоских мешочков), лишённых *рибосом*. Впервые описан итальянским гистологом Камилло Гольджи (1905 г.).

Гомеостаз (гр. *homoios* – равный, одинаковый, подобный и *stasis* – стояние) – состояние подвижного динамического равновесия природной системы, направленное на максимальное ограничение воздействий внешних и внутренних факторов и среды, на сохранение относительного постоянства структуры и функций в системе, осуществляемое комплексом сложных приспособительных реакций, регулирующих возобновление основных её структур, вещественно-энергетического состава и внутренних свойств, а также постоянной функциональной саморегуляцией во всех её звеньях. Обсуждаемое понятие употребляется для организменного и популяционного уровней биологической организации.

Гоминиды (лат. homo (hominis) и гр. eidos – вид) – семейство отряда приматов, включает в свой состав как ископаемого человека (питекантроп, синантроп, неандерталец), так и современных людей.

Гомогенная система (гр. homos – равный, одинаковый, подобный) – однородная физико-химическая система, состоящая из реагирующих веществ, не разделённых (в противоположность гетерогенным системам) поверхностями раздела; она составляет единое целое, во всех её частях свойства строго одинаковы.

Гомогенность (гр. гомос) – однородность по взаимному распределению химических частиц (атомов, молекул, ионов) или других тел по объёму. Например, раствор сахара в воде: молекулы сахара в воде полностью перемешаны.

Гомозигота (гомо и гр. zigote – соединённая в пару, сопряжённый) – содержание клеткой одинаковых генов данной аллельной пары (AA или aa), возникающее вследствие соединения гамет, несущих одинаковые аллели данного гена – A и A или a и a (при размножении такой особи расщепления признаков быть не может).

Гомозиготность (происхождение слова см. гомозигота) – однородность наследственной основы (генотипа) организма, происходящего от родителей, сходных по тому или иному наследственному признаку (противоположность – гетерозиготность).

Гомология (гр. homologia – согласие) – (в биологии) 1) сходство органов или его частей одинакового происхождения (рук человека, ласт морских животных и др., называемых обычно гомологичными органами); 2) практическая идентичность двух хромосом, образующихся в митозе.

Гомологические ряды – (в химии) группы органических соединений с общими химическими функциями, отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп $-CH_2-$ в углеводородном скелете молекулы.

Горизонт событий (в космологии) – замкнутая поверхность, ограничивающая область вокруг чёрной дыры, в пределах которой поля гравитации столь велики, что никакие сигналы (фотоны, частицы и др. возможные носители информации) не могут выйти из-под этой поверхности и достичь внешнего наблюдателя.

Гормоны (гр. hormao – привожу в движение, побуждаю) – биологически активные вещества, продукт желез внутренней секреции, оказывающих целенаправленное воздействие на органы и ткани организма; участвуют во всех процессах роста, развития, размножения и обмена веществ. Гормоны по химической структуре относятся к белкам, пептидам, производным аминокислот, стероидам, липидам и т.д.

Гравитационное поле (лат. gravitas – тяжесть) – то же, что и поле тяготения; пространственное распределение действующего между любыми телами притяжения, определяемого их массами и взаимным расстоянием между ними; физический объект, непрерывно заполняющий всё пространство Вселенной и осуществляющий взаимное притяжение тел; в классической физике задаётся законом всемирного тяготения Ньютона. В теории тяготения Эйнштейна определяется распределением масс и вызываемым ими искривлением пространства. В отсутствие масс (материи) исчезает как притяжение, так и само пространство.

Гравитационный коллапс (*гравитация* и лат. *collapsus* – упавший) – (в астрофизике, астрономии) катастрофически быстрое сжатие звезды на последних стадиях эволюции под действием собственных сил тяготения, превосходящих ослабевающие силы давления нагретого газа (вещества) звезды. Гравитационный коллапс перерождает звезду либо в нейтронную (рентгеновский *пульсар*), либо при достижении её размеров *гравитационного радиуса* – в *чёрную дыру*.

Гравитационный радиус (см. *гравитация*) – радиус, до которого может сжаться небесное тело (как правило, звезда) в результате *гравитационного коллапса*. Так, для Солнца он равен 1,48 км, для Земли 0,443 см.

Гравитация (лат. *gravitas* – тяжесть) – тяготение, универсальное взаимодействие между любыми видами физической материи (подробнее см. *гравитационное поле*). В философском отношении понятие гравитации одно из ключевых при попытке построить и понять физическую картину мира. Так, современный немецкий философ Алоиз Венцель писал: «Если пространство и время являются, с одной стороны, инертной и гравитационной массой, а с другой – независимыми величинами, то гравитационная постоянная является постоянной пропорциональности, как и всякая другая постоянная пропорциональности; но так как гравитационная постоянная является универсальной постоянной, то её миссия представляется с миссией слияния пространства, времени и массы, то есть гравитационная масса определяет пространство и время».

Гравитон – *квант* поля тяготения, имеющий нулевую массу покоя, нулевой электрический заряд и целочисленный, равный 2, спин (экспериментально пока не обнаружен). Гипотетический объект.

Градиент (лат. *gradiens* – шагающий, идущий) – (в математике) *вектор*, показывающий направление наискорейшего возрастания некоторой функции; (в физике) мера возрастания или убывания в пространстве или на плоскости какой-либо физической величины на единицу длины.

Граф (гр. *grapho* – пишу) – (в математике) система точек, некоторые из которых соединены отрезками; одна из простейших математических моделей взаимодействующих систем.

График (гр. *graphikos* – начертанный) – геометрическое изображение *функциональной зависимости* при помощи линии на плоскости. Графики применяются как для наглядного изображения функциональных зависимостей, так и для быстрого нахождения значений искомых *функций* по значениям *аргументов*. Виды графиков очень разнообразны и зависят от того, какая *система координат* положена в их основу.

Греческая философия – философия как таковая, давшая начало, наряду с восточной (китайской и индийской), всей мировой философии, сформировавшаяся в период с VII–VI вв. до н.э. по VI в. н.э. После VI в. сохранялась в Византии и странах ислама в течение тысячелетия, со времен эпохи Возрождения (Ренессанса) способствовала через творческие новообразования, в основном платонизма и аристотелизма, возникновению европейской философии. В своём развитии греческая философия прошла два многовековых периода: эллинский с VII–VI вв. до III в. до н.э. и эллинско-римский с III в. до н.э. по VI в. н.э., т.е. тысячелетний путь развития. В эллинском периоде выделяют: 1) досократовский

(ранний) с космологической (космоцентристской) философией (VI и V вв. до н.э.) и антропологической (софийской) (V и IV вв. до н.э.) и 2) классический (аттический) (IV в. до н.э.) этапы. Непосредственное начало философии, по мнению Аристотеля, заложил Фалес Милетский, являющийся также основателем ионийской натурфилософской школы с её идеями о первоэлементах (воды, воздуха, огня, земли, а впоследствии и эфира), к которой принадлежали его ученики Анаксимандр, Анаксимен, Диоген Аполлонийский. За ней следует элейская школа, занимавшаяся философией бытия (в особенности проблемой движения) (58–430 гг.), к которой принадлежали её основатель Ксенофан, Парменид, ярчайший её представитель Зенон, Мелисс. Параллельно существовала школа Пифагора, занимавшаяся исследованием гармонии, меры, числа (Пифагор говорил: «Самое мудрое – число» и «Числу же всё подобно»), к которой принадлежали Филлолай, врач Алкмеон, теоретик музыки, философ и математик Архит Тарентский, скульптор Поликлет Старший. Великими одиночками этого времени были Гераклит, Эмпедокл и Анаксагор. Завершала досократовскую философию школа атомистов с Левкишпом, Демокритом. Антропологическую софистику (475–375 гг.) представляли Протагор, Горгий, Гиший, Продик. Три великих эллина – Сократ, Платон и особенно Аристотель, основали собственно то, что называется греческой философией. Сократ первым поставил вопрос о философской личности с ее решениями, диктуемыми совестью, и с ее ценностями; Платон развил философию как законченную мировоззренчески-политическую и логически-этическую систему (современный философ Альфред Уайтхед сказал: «Философия – это сумма добавлений и примечаний к Платону»); Аристотель, величайший энциклопедист, за всю историю человечества, обосновал науку как исследовательско-теоретическое изучение реально существующего. Под влиянием каждого из этих мыслителей начинает формироваться эллинско-римская философия и соответствующие школы: сократовские – сократиков, мегариков, циников, киренаиков; платоновская – Академия; аристотелевские – перипатетиков, скептиков, стоиков. Александриец Плотин основывает в этот период (III в.) неоплатонизм, затем возникают гностика и в александрийской школе Филоном Иудейским, Клементом Александрийским и Оригеном закладываются основы христианской философии. Греческая философия также проникла в ислам, в индийскую философию.

Грибы – низшие эукариоты, размножающиеся вегетативным, бесполом (спорами) и половым путём. Сочетают признаки как растений (неподвижность, верхушечный рост и др.), так и животных (гетеротрофный вид обмена, наличие хитина, образование мочевины и др.). Имеют в большинстве случаев вид паутинообразных или ватоподобных образований, мучнистых налётов, пятен и др. Плодовые тела высших грибов имеют вид шляпки на ножке. Одно из четырёх царств живой природы; насчитывает свыше 100 тыс. видов, плодовые тела свыше 100 видов съедобны.

Григорианский календарь (от Григорий и лат. *calendarium*, букв. – долговая книга; в Древнем Риме должники платили проценты в день календ, в первые числа месяцев) – новый стиль, сменивший старый, *юлианский календарь*, который применялся с 45 г. до н.э.; система летоисчисления, введённая в 1582 г. при папе

римском Григории XIII (отсюда именованное название). Длина года в григорианском календаре равна 365,2425 суток, что лишь на 26 с превышает тропический год. В России новый стиль введён с 14 февраля 1918 г. Различия между старым и новым стилями составляло в XVIII в. 11 суток, в XIX в. – 12 суток, в XX в. – 13 суток.

Груз генетический – наличие в популяции и биологическом виде летальных и других отрицательных мутаций, вызывающих гибель особей или снижение их жизнестойкости. Генетический груз особенно заметен при близкородственном скрещивании (в т.ч. при близкородственных браках у людей), усугубляется мутагенным воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды, физическим и химическим загрязнением, при алкоголизме и наркомании.

Группа – (в математике) абстрактное множество элементов называется группой, если: 1) для пары его элементов определено их произведение, ассоциативное и, вообще говоря, некоммутативное, т.е. зависящее от порядка перемножения; 2) существует единица, не меняющая величины элемента; 3) для каждого элемента в множестве существует обратный ему элемент, умножение на который даёт единицу. По своей природе элементы группы могут быть самыми различными объектами (числа, матрицы, функции, геометрические объекты и т.д.). Они также могут являться некоторыми однотипными операциями (например, группа вращений окружности, группа трансляций на прямой, на плоскости, в пространстве, группа вращений сферы в трёхмерном пространстве и т.д.).

Группы крови – типы крови, различающиеся у особей одного вида по иммуногенетическим признакам – наличию или отсутствию определённых антигенов в эритроцитах, лейкоцитах и антител в плазме крови. Группу крови определяют по реакции склеивания эритроцитов. У человека 4 группы крови: 1-я – 0(I), 2-я – A(II), 3-я – B(III) и 4-я – AB(IV) и 27 вариантов резус-систем. Типы антител плазмы обозначаются первыми двумя буквами греческого алфавита – альфа и бета. Переливание крови производится с учётом совместимости групп. Кровь животных вне зависимости от её группы несовместима с кровью человека.

Группы симметрии – *группы* операций, переводящих фигуру в новое положение, не отличающееся от исходного положения. Операциями симметрии конечных фигур в трёхмерном пространстве могут быть: единичная операция, оставляющая фигуру на месте; повороты фигуры вокруг оси симметрии соответствующего порядка (2, 3, 4, 6); отражение в плоскости симметрии; инверсия – отражение в точке, именуемой центром симметрии; зеркальные повороты (повороты, сопровождаемые зеркальными отражениями). Особо наглядными являются 230 фёдоровских пространственных групп, т.е. группы симметрии дискретных кристаллических структур, установленных русским кристаллографом Евграфом Фёдоровым (1885–1890).

Гуанин – пуриновое основание, содержащееся в клетках всех организмов в составе нуклеиновых кислот. Одна из четырёх «букв» генетического кода, обозначается G. Входит также в нуклеотидные коферменты и др. соединения. Гуанин – составная часть экскрементов птиц, на испанском языке называемых guano (гуано).

Гуманитарный (фр. *humanitaire*, лат. *humanitas* – человеческая природа, образованность) – имеющий отношение к сознанию человека и человеческому

обществу; обращенный к человеческой личности. В отличие от естественных и технических гуманитарные науки, такие, как история, филология, искусствоведение и др., – общественные науки. Различие между естественнонаучными и гуманитарными знаниями заключается в том, что первые основаны на разделении субъекта (человека) и объекта (природы) при преимущественном внимании к объекту со стороны субъекта (человека), тогда как вторые исследуют отношение прежде всего к самому субъекту.

Гумус (лат. humus – земля, почва, букв. перегной) – высокомолекулярные органические темноокрашенные вещества почвы, образующиеся вследствие разложения растительных и животных остатков и продуктов жизнедеятельности при участии микроорганизмов, влаги и кислорода атмосферы.

Дао (кит., букв. – Бог, путь, разум, слово, смысл, логос) – одна из основных категорий китайской философии, важнейшее её понятие. Согласно философии Лао-цзы, дао означает всеединое, не имеет формы, непостигаемо, неопределяемо, но совершенно; оно покоится и, однако, всегда движется; само не изменяется, но причина всех изменений; оно вечно единое, неизменное, непреходящее, существующее всегда и во все времена; оно корень всего, мать всех вещей – «Человек зависит от земли, земля – от неба (космоса), небо – от дао, а дао – от себя самого».

Даосизм – учение о дао, или «пути» (вещей), возникло в Древнем Китае в VI–V вв. до н.э., развито Лао-цзы, призывавшем следовать природе, жить естественной жизнью.

Дарвинизм – теория эволюции (исторического развития) органического мира Земли, понимаемая как теория происхождения видов. По Дарвину движущей (естественной, целесообразной) силой эволюции является *наследственная изменчивость и естественный отбор*. Философское значение дарвинизма заключается в его попытке дать каузально-механистическое объяснение «целесообразности», встречающейся в природе и в жизни человека. В эпоху неклассической и постнеклассической науки (XX в.) подвергнута серьёзному сомнению в работах основателя *номогенеза* Л.С. Берга (Россия) и основателя *ортогенеза* Л. Кроза (Франция).

Дарвинская триада – три основных понятия учения Ч. Дарвина о происхождении видов, введенные в науку его немецким последователем Э. Геккелем – *наследственность, изменчивость, естественный отбор*.

Движение – важнейший атрибут материи, способ её существования; в самом общем, широком смысле – «это изменение вообще» (К. Маркс), всякое взаимодействие материальных объектов (в естествознании), всякое воздействие любых объектов друг на друга, их взаимную обусловленность и порождение одним объектом другого (в гуманитарной сфере в т.ч.); в узком смысле – изменение положения тела в *пространстве*. Мысль об универсальности движения возникла в глубокой древности – «незнание движения необходимо влечёт за собой незнание природы» (Аристотель). Движение как понятие противоречиво по своей сути, поскольку заключается в неразрывном единстве противоположных аспектов – изменчивости и устойчивости, прерывности и непрерывности, абсолютно-го и относительного, перемещения и покоя. В противоречивом единстве измен-

чивости и устойчивости, например, ведущую роль играет изменчивость, ибо всё новое появляется через неё, а устойчивость, покой лишь фиксируют достигнутое в этом процессе. Итак, абсолютного движения нет, поскольку нет абсолютно покоящихся тел, поэтому действительное движение всегда относительно. В психологии созерцание движения имеет своей предпосылкой тождество как одну из категорий связи, состояния, при котором наблюдаемый предмет равен самому себе во времени.

Де-бройлевская длина волны (любого вида материи) – то же, что *волны материи* или длина волны де Бройля частицы.

Де Бройля гипотеза – постулат квантовой механики о существовании волн материи, соответствующих любой частице (например электрону в атоме). Выдвинут в 1924 г. французским физиком Луи де Бройлем; подтверждается, например, дифракцией электронов.

Дедукция (лат. deductio – выведение) – логическое умозаключение от общего к частному, от общих суждений к частным и другим общим выводам. Общей формой дедукции является при этом силлогизм, посылки которого образуют указанное общее положение, а выводы – соответствующее частное суждение. Дедукция, или дедуктивный метод, применяется только в естественных науках, особенно в математике. Противоположность дедукции – *индукция*.

Дезоксирибоза – простой углевод (моносахарид), входящий в состав углеводно-фосфатного скелета молекул *дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК)*.

Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) – высокомолекулярное природное соединение, содержащееся в ядрах клеток живых организмов и вместе с белками образующее вещество *хромосом*. ДНК – носитель *генетической информации*, её отдельные участки соответствуют определённым *генам*. Молекула ДНК представляет собой очень длинную неразветвлённую цепочку полимера, состоящую из звеньев, названных *нуклеотидами*. В каждый нуклеотид входят остатки сахара *дезоксирибозы*, фосфорная кислота и азотистое основание. Встречаются всего четыре типа нуклеотидов, в которых содержатся разные азотистые основания: *аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (Т)*. Цепочка ДНК состоит из чередующихся нуклеотидов с разными основаниями. Генетическая информация записана в определённых сочетаниях четырёх остатков нуклеотидов. Последовательность нуклеотидов отражает первичную структуру ДНК (однонитчатую структуру). Во вторичной структуре две нити нуклеотидов, направленные в противоположные стороны, «сшиты» связями между азотистыми основаниями, которые дополняют друг друга по принципу *комплементарности*: аденин с тимином, а цитозин с гуанином. Получившаяся двойная цепочка сворачивается в спираль (двунитчатую структуру). В одном витке спирали размещается 10 пар оснований, длина витка составляет 3,4 нм, диаметр витка – 2 нм. Макромолекула ДНК состоит из 10–15 тыс. и более нуклеотидов.

Дезинтеграция (лат. de – прочь от... и integer – цельный) – рассеивание, противоположность *интеграции*. Дезинтегрированный – растворённый, разделённый, расщеплённый.

Дезорганизация (фр. desorganisation) – нарушение порядка, дисциплины, нормальной деятельности в каком-либо деле, предприятии.

Деизм (лат. Deus – Бог) – форма веры, которая возникла в эпоху Просвещения (XVII–XVIII вв.); в основе веры лежит признание Бога как творца и первопричины сотворения мира. Однако после этого акта движение мироздания совершается без Его участия; ни чудеса, ни послание Его сына на землю не имеют отношения к миру.

Действие – физическая величина, имеющая размерность энергии на время. В классической механике, да и во всей физике, применим т.н. «принцип наименьшего действия», который постулирует, что из всех возможных движений системы, при определённых установленных ограничениях, отбираются те движения, при которых результирующее действие является минимальным.

Деление клеточное – разделение живой клетки надвое как способ её размножения; обеспечивает рост тканей, половое размножение. Различают непрямое деление, или *митоз*, и прямое, или *амитоз*, а также редукционное деление, или *мейоз*.

Демииург (гр. demiurgos) – 1) созидующее начало, созидательная сила, творец; 2) в философии Платона – Бог как создатель (творец) мира из извечно существующего первобытного хаоса, или первовещества; противоположность христианскому Богу, который создает мир из ничего.

Демон (гр. daimon – божество, дух) – непостижимая сила, приписываемая людьми таким природным явлениям, которые они не могут понять на основе своего повседневного опыта. Со времен Гераклита, Платона и стоиков демон в человеке рассматривается как его своеобразие, роковая определённость (демонический). Родственное значение зла, зловещего, возникло лишь с появлением христианства и в более позднюю эпоху античного мира вместе с верой в чудеса. «Демоническое» есть нечто настолько необъяснимое с точки зрения его действий, что вызывает ужас, часто играет роль разрушительной силы.

Демоны Лапласа и Максвелла (в физике) – своеобразные существа, духи, способные в одно мгновение обозреть весь мир, всю Вселенную, зафиксировать положение каждого объекта *мегамира* (демон Лапласа), каждой *молекулы* (демон Максвелла), обеспечить тем самым знание точных начальных условий и прогноз их положений в будущем.

Деструкция (от лат. destrucio) – разрушение, нарушение нормальной структуры чего-либо.

Детерминация (лат. determinare – ограничивать) – определение, определённость; в логике – добавление признаков к более общему понятию, благодаря чему возникает более ограниченное видовое понятие.

Детерминизм (лат. determino – определяю) – философское учение об объективной закономерности взаимосвязи и причинной обусловленности всех явлений, противостоит индетерминизму, отрицающему всеобщий характер причинности.

Детерминированность (лат. determinans – определяющий) – определяемость.

Дефект (лат. defectus) – изъян, недостаток.

Дефект массы – разность массы системы свободных и той же системы связанных тел (частиц). Знание дефекта массы позволяет определить величину энергии, выделяющейся в ядерных реакциях (деления, синтеза).

Дефиниция (лат. definitio) – то же, что *определение*; определение понятия, раскрытие понятия путём перечисления его признаков, т.е. путём указания на содержание понятия.

Деформация (лат. deformatio – искажение, уродство) – 1) (в физике) изменение положения точек твёрдого тела, при котором меняется расстояние между ними в результате внешнего воздействия; 2) в широком смысле – изменение облика, преобразование, искажение сущности чего-либо.

Диалектика (гр. dialektike – искусство вести беседу, искусство спора) – одно из важнейших общенаучных понятий – искусство аргументации, философский метод, наука логики. В античное время – раздвоение слов, обмен понятиями, умение вести *диалог*; учение о борьбе противоположностей; метод познания, рассматривающий мир во всеобщей связи и развитии. Так, для Сократа диалектика – искусство вести беседу с целью выяснения понятия путём противоборства мнений; для Платона – высшая наука, метод расчленения и связывания понятий с целью постижения сверхчувственной (идеальной) сущности вещей; для Канта – псевдофилософствование или «диалектика иллюзий» за то, что она хочет прийти к метафизическому познанию действительности, не опираясь на опыт, чисто умозрительным путём; для Гегеля диалектика есть «использование в науке закономерности, заключённой в природе мышления, и в то же время сама эта закономерность», всеобщий метод трёхступенчатого (тезис, антитезис, синтез) постижения противоречия развития бытия; для Маркса, Энгельса, Ленина – учение и метод как основа познания действительности и её революционного преобразования (диалектический материализм). Развитие диалектики продолжилось и в XX в., продолжается и сейчас, в XXI в.

Диалог (гр. dialogos – беседа) – разговор между двумя или несколькими лицами; в античной философии как особая литературная форма, употреблявшаяся для изложения проблем с помощью *диалектики*, Сократом и Платоном доведена до высшего совершенствования (см. «Диалоги» Платона).

Дивергенция (лат. divergo – отклоняюсь, divergere – обнаруживать расхождение) – 1) (в математике) некоторое скалярное поле, характеризующее интенсивность источника векторного поля в любой его точке; 2) (в биологии) расхождение признаков у родственных организмов в процессе их *эволюции* (термин введён Ч. Дарвином), а также разделение одного сообщества на два в результате внешних и внутренних причин. Противоположность – *конвергенция*.

Дивергентный (лат. divergium – точка разделения) – расходящийся в разные стороны (ср. с *бифуркация*).

Диверсификация (лат. diversio – отклонение, отвлечение) – разнообразие, разностороннее развитие; расширение (ассортимента, видов услуг и т.п.).

Дидактика (гр. didaktikos – поучающий) – часть педагогики; теория образования и обучения знаниям и умениям (стратегия, цели, задачи, содержание, закономерности, методы, принципы и организация), а также теория и методология воспитания в процессе обучения.

Динамика (гр. *dynamis* – сила, *dynamikos* – относящийся к силе, сильный) – 1) раздел *механики*, изучающий движение тел под действием сил, согласно законам динамики Ньютона; 2) состояние движения, ход развития, изменение чего-либо под влиянием действующих на него факторов (противоположность – *статика*); 3) обилие движения, действия; 4) (в музыке) различные степени силы звучания, громкости и их изменения, обозначаемые итальянскими терминами: пиано – тихо, форте – громко, крещендо – постепенно усиливая, диминуэндо – постепенно затихая и др.

Диполь (гр. *di* – дважды, двойной и *polos* – полюс) – в широком смысле – двухполюсный (например, система из двух разноименных электрических зарядов, полосовой магнит, особый тип излучающей антенны и т.д.).

Дискретность (лат. *discretus* – разделённый, прерывистый) – прерывность, раздельность; (в физике и химии) означает зернистость строения материи, ее атомистичность; (в биологии) дискретность наследственности – возможность независимого наследования, развития и изменения разных свойств и признаков организма.

Дискретный (лат. *discretus* – разделённый, прерывистый) – отдельный прерывистый, состоящий из отдельных частей; (в математике) раздельный, прерывный; дискретная величина – содержит между своими отдельными значениями конечное число других её значений. Противопоставленный *непрерывному, континуальному*.

Дискурсивный (лат. *discursus* – рассуждение, довод) – рассудочный, логический, понятийный, опосредствованный (в отличие от чувственного, созерцательного, непосредственного).

Дисперсия (лат. – рассеяние) – в широком смысле – мера рассеяния, отклонение от среднего; широко используется в математической статистике и теории вероятностей.

Диссимилиация (лат. *dis* – приставка, означающая разделение, отрицание и *assimilatio* – уподобление, отождествление, сходство) – (в биологии) одна из сторон (расходная часть) обмена веществ; окислительно-восстановительный процесс разрушения органических веществ и превращения их в более простые соединения, в результате чего высвобождается ранее накопленная в ходе *ассимиляции* энергия, необходимая для поддержания жизнедеятельности. Одновременно освобождаются ресурсы организма (*ферменты* и др.) для процесса *ассимиляции*.

Диссипативная структура (см. *диссипация*) – одно из основных понятий теории структур И. Пригожина.

Диссипативные системы – системы, у которых энергия упорядоченного процесса или состояния переходит в энергию неупорядоченного процесса или состояния, в конечном итоге переходит в форму *тепла*.

Диссипативные среды – распределённые физические системы, в которых происходит *диссипация энергии* и возрастание *энтропии*. Все реальные природные среды являются диссипативными.

Диссипация (лат. *dissipatio*) – рассеяние; (в физике) диссипация *энергии* – переход энергии упорядоченного движения в энергию хаотического движения (теплоту).

Диссонанс (лат. *dissonus* – разноголосый, нестройный) – неблагозвучие (например в музыке), разлад (в т.ч. в поэзии – неточная рифма), раздор.

Диссоциация (лат. *разъединение*) – разделение, распад на несколько частей (молекулы – на атомы и т.п.).

Дистрибутивный (распределительный) закон – (в математике) свойство сложения и умножения, выражаемое формулой $(a + b + \dots + v)n = an + bn + \dots + vn$; (в философии) дистрибутивный – действительный, имеющий силу для каждого предмета, входящего в объём одного определённого понятия.

Дифракция (лат. *diffractus* – разломанный) – (в физике) огибание волнами препятствий; в микромире наблюдается свойство дифракции у всех микрообъектов в силу присущего им *корпускулярно-волнового дуализма*.

Диффузия (лат. *diffusio* – распространение, растекание) – проникновение частиц одного вещества в другое при их непосредственном соприкосновении или через пористую перегородку, обусловленное их тепловыми движениями.

Дихотомия (гр. *dichotomia*, где *dicha* – на две части + *tome* – сечение) – деление надвое; (в логике) – подразделение на два ряда; отсюда возникает дихотомический метод классификации: классы, множества, понятия, термины и др. разбиваются на пары «соподчинённых» элементов (подклассов, подмножеств и др.); известна знаменитая апория Зенона – «Дихотомия», в которой последовательно производится деление целого надвое, затем оставшейся части снова надвое и т.д.

Дление времени – характеристика, свойство времени длиться, проявляться в нашем мире, данное В.И. Вернадским. Отличается от обыденной длительности времени, «меры продолжительности», введённой И. Ньютоном в «Математических началах натуральной философии».

Длительность – понятие философии Бергсона, означает *непрерывность процесса* восприятия и переживания, внутреннее осознание времени.

Длительность времени – количественная мера времени между двумя близкими или отдалёнными его мгновениями, измеряемая принятыми единицами времени (см. *время*).

Догма (догмат) (гр. *dogma* – мнение, учение, постановление) – застывшее положение; положение, принимаемое за непреложную истину, признаваемое бесспорным и неизменным без доказательства и при любых условиях; философский тезис, истинность которого вследствие этого кладётся в основу той или иной философской системы, оставляя его неизменным в процессе исследования (см. также *аксиома, принцип*).

Догматизм – одностороннее, схематичное, застывшее мышление, оперирующее догмами и опирающееся на слепую веру в авторитеты; защита устаревших положений. Метафизическая философия или учение, которые оставляют свои принципы неизменными.

Доказательство – установление или обоснование истинности высказывания, суждения, теории и т.п.; в самом широком смысле – приём с целью убедить

в правильности тезиса, достоверности познания. В логике различают дедуктивное, индуктивное и косвенное доказательства, а также доказательство от противного, как один из видов косвенного доказательства.

Докса (гр. *doxa* – мнение, представление) – мнение, *представление*, не переходящее в истинное знание, мнимое знание. Ср. *парадокс*.

Доктрина (лат. *doctrina* – учение) – систематизированное политическое, идеологическое или философское учение; концепция, совокупность принципов. Как правило, употребляется при обозначении догматических и схоластических взглядов, т.е. по отношению устаревших учений, концепций и пр.

Дольные единицы – составляют определенную часть (долю) от установленной единицы физической или другой величины. В Международной системе единиц (СИ), приняты следующие приставки для образования наименований дольных единиц, обозначаемых целым числом отрицательной степени по основанию 10: -1 – деци, -2 – санти, -3 – милли, -6 – микро, -9 – нано, -12 – пико, -15 – фемто, -18 – атто.

Доминант (лат. *dominans* – господствующий) – (в биологии) вид, количественно преобладающий в данном сообществе; особь, господствующая в группе (стаде, стае, прайде и т.п.).

Доплера эффект – изменение частоты колебаний или длины волн из-за движения источника волн и наблюдателя по отношению друг к другу. Находит широкое применение в спектроскопии, астрофизике, радио- и гидролокации и др. По так называемому «красному смещению» Э. Хаббл установил разбегание галактик (расширение Вселенной).

Достоверность – убеждение, основанное на знании и исключающее всякое сомнение.

Дуализм (лат. *dualis* – двойственный) – сосуществование двух различных, несводимых к единству состояний (за исключением *корпускулярно-волнового дуализма* микрообъектов), принципов, образов мыслей, мировоззрений, волеустремлений. Дуализм иллюстрируют такие пары понятий: мир идей Платона и мир действительности, Бог и дьявол (принцип добра и зла), Бог и мир, дух и материя, душа и тело, неорганическая и органическая природа, субъект и объект, чувственность и разум, вера и знание и др. *Принцип* (устаревший) учения о двух началах мира, не сводимых друг к другу.

Дух – философское понятие, перевод встречающихся в античной философии и в Библии слов «*spiritus*» (лат.) и «*pneuma*» (гр.), что означает «движущийся воздух», «дуновение», «дыхание» (как носитель жизни), невещественное начало; душа как сущность, которая может раз и навсегда покинуть тело; сама жизнь («Ибо жизнь – это любовь, а жизнь жизни – это дух» (Гёте); сущность Бога: «Бог есть дух» и т.д. В рационализме определяющей стороной духа считается мышление, сознание, в иррационализме – воля, чувство, воображение, интуиция и пр.

Душа – (в науке) – в отличие от индивидуального *духа* – совокупность тесно связанных с организмом психических явлений, в частности чувств и стремлений; в обыденном словоупотреблении – совокупность побуждений сознания (и вместе с тем основа) живого существа, особенно человека; антитеза понятий тела и материи.

Дьявол (гр. *diabolos*) – синонимы – сатана, чёрт, Иблис; в мировых религиях злой дух или глава злых духов, противостоящий Богу; властелин ада.

Евангелия (гр. *euangelion* – благая весть) – раннехристианские книги, повествующие о земной жизни Иисуса Христа (гр. *Christos*, букв. помазанник), признанные Церковью каноническими. В Новый Завет включены четыре Евангелия, два из них от непосредственных учеников Господа апостолов Матфея и Иоанна, третье – от Марка, спутника апостола Петра, и четвёртое – от Луки, спутника апостола Павла. Канонические Евангелия – один из главных источников христианского вероучения и культа. Вероятно, Евангелия складывались в конце I – начале II вв.

Евгеника (гр. *eugenēs* – благородного происхождения, породистый) – учение о наследственном здоровье человека и путях его сохранения и улучшения. Основные принципы евгеники сформулировал Фрэнсис Гальтон (1869, Англия), племянник Чарлза Дарвина, основываясь на идеях Платона, изложенных в его «Государстве». Учение использовалось в т.ч. для оправдания расизма.

Евклидова геометрия – геометрия, построенная на базе *аксиом* абсолютной геометрии (являющейся общей частью как евклидовой, так и геометрии Лобачевского) и знаменитой аксиомы Евклида о параллельных (через точку *A*, не принадлежащую прямой *a*, в плоскости, определяемой точкой *A* и прямой *a*, можно провести только одну прямую, не пересекающую *a*). Часто геометрию Евклида называют элементарной геометрией, а геометрию, изучаемую в средней школе, также часто называют геометрией Евклида. Название геометрии связано с автором её первого систематического построения, изложенного древнегреческим геометром Евклидом (III в. до н.э.) в его 13-томном труде «Начала», позднее дополненном ещё двумя томами другими авторами. «Начала» Евклида, пожалуй, самое распространённое научное сочинение в мире.

Евклидово пространство – пространство, свойства которого описываются *аксиомами евклидовой геометрии*. Упрощённо можно определить евклидово пространство, как пространство на плоскости или в трёхмерном объёме, в которых заданы прямоугольные (декартовы) координаты, а расстояние (метрика) между точками определяется по теореме Пифагора, т.е. некоторой квадратичной формой.

Единая теория поля – единая теория материи, призванная свести многообразие свойств элементарных частиц (квантовых микрообъектов) и законов их взаимодействий (и взаимопревращений) к неким универсальным принципам. Идеи об универсальных единых теориях полей и взаимодействий восходят к Т. Калуце, Ф. Клейну и А. Эйнштейну (20–30-е годы XX в.). В настоящее время программа не завершена.

Естественный отбор – процесс выживания и воспроизведения организмов, наиболее приспособленных к условиям среды, и гибели в ходе эволюции неприспособленных; следствие борьбы за существование. Понятие об естественном отборе как основном движущем факторе исторического (эволюционного) развития живой природы введено в науку Чарлзом Дарвиным. Данный фактор не представляется бесспорным.

Естественные науки – в эпоху Просвещения (XVIII в.) такое название получили науки, занимающиеся исследованием природы. Начало исследованиям

в этом направлении положили античные натурфилософы, включая природу в круг своей мыслительной деятельности. Со временем произошло дифференцирование (расчленение) единой науки о природе на отдельные её отрасли или дисциплины – в зависимости от предмета исследования или по принципу разделения труда. Главные сферы естественных наук во все времена – материя, жизнь, человек, Земля, Вселенная. Подобное представление об объектах науки позволяют сгруппировать их следующим образом: 1) физика, химия, физическая химия; 2) биология, ботаника, зоология; 3) анатомия, физиология, учение о происхождении и развитии (*эволюции*) органического мира; 4) геология, геохимия, минералогия, палеонтология, физическая география, экология; 5) астрономия, астрофизика, космология и космогония. Математика занимает особое место и не должна быть отнесена к естественным наукам, поскольку исследует воображаемые (мыслимые, знаковые) объекты, системы и процессы, и строго не соответствует определению *естествознания*, но является решающим инструментом мышления в естествознании. Своим авторитетом естественные науки обязаны, с одной стороны, научной (можно сказать, математической) точности и последовательности, а с другой – своему практическому значению как средству овладения природой (покорения природы). (См. также *Естествознание*).

Естествознание – совокупность знаний о природе, в отличие от обществоведения (наук об обществе). Указанное противопоставление условно, так как многие научные дисциплины (частные науки), например бионика, экология человека и др., развиваются как меж- или интердисциплинарные, трансдисциплинарные, на стыке естественных, общественных (гуманитарных) и технических наук. Основной принцип естествознания таков: знания о природе должны допускать эмпирическую проверку. Опыт – критерий истины в естествознании. Естествознание общезначимо, т.е. даёт истину, пригодную и принимаемую всеми людьми. Поэтому оно всегда рассматривалось в качестве *эталона* объективности. От технических наук естествознание отличается направленностью на познание, а не на преобразование мира, а от *математики* тем, что исследует природные, естественно и независимо от человека существующие, а не мыслимые, воображаемые, знаковые системы. (См. также *Естественные науки*).

Железный век – период, наступивший в истории человечества в связи с освоением и распространением металлургии железа. Сменил бронзовый век. Плавка железа открыта в Малой Азии в начале 2-го тыс. до н.э., затем распространилась на Ближнем Востоке, в Египте и Греции, а в начале 1-го тыс. до н.э. – в других областях Европы и Азии, позднее в Африке.

Жёлезы – органы животных и человека, вырабатывающие и выделяющие особые специфические вещества (гормоны, слизь, слюну, мускус и др.), которые участвуют в различных физиологических функциях и биохимических процессах организма. Различают железы внутренней (эндокринной) и внешней (экзокринной) секреции. Деятельность желез регулируется нервной системой, а также *гуморальными факторами*.

Жёсткое ядро – понятие в философии науки, обозначающее совокупность условно неопровержимых положений (принципов, постулатов, гипотез, законов) некоторой научной теории или научно-исследовательской программы.

Живое вещество – в концепции В.И. Вернадского – совокупность живых организмов биосферы (растений, животных, насекомых и др., включая человечество), численно выраженная в элементарном химическом составе, массе и энергии.

Животные – царство живых организмов, подразделяющееся на подцарства простейших и многоклеточных: группа *гетеротрофных* существ, как правило, способных к активному передвижению и поедающих органические вещества. Известно около 1,5 млн видов животных, но, по последним данным, о числе видов в тропических лесах можно предположить, что численность форм животных достигает 15–20 млн; животные возникли 800 млн лет назад.

Животный мир – исторически сложившаяся совокупность животных всей Земли или её произвольно выбранной части. Животный мир составляют сообщества диких животных (млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб, насекомых и др.), обитающих в естественных условиях на суше, в воде, почве, атмосфере. Животный мир является объектом исследования многих наук: зоологии, биогеографии, зоогеографии, экологии, морфологии и др.

Жидкие кристаллы – жидкости, обладающие *анизотропией* свойств (в частности оптических), связанной с удлинённой формой молекул и упорядоченностью в их ориентации.

Жидкости – вещества в *конденсированном* агрегатном состоянии, промежуточном между твёрдым (сохранение объёма, прочность на разрыв) и газообразным (изменчивость формы). Для жидкости характерен ближний порядок в расположении частиц (молекул, атомов), т.е. согласованность в расположении соседних частиц на расстояниях, сравнимых с размерами самих частиц.

Жизнь – комплексное, многозначное явление и понятие. 1. В естественно-научном (биологическом) смысле понятие жизни тождественно понятию органического явления, согласно Э. Расселу, характеризующемуся своей направленностью, в частности: 1) прекращением действия с достижением цели; 2) продолжением действия, если цель не достигнута; 3) возможностью варьирования методов или способностью их комбинирования при неудаче; при этом стереотипное поведение ориентировано на нормальное, обычное, а приспособленное – на непривычное; 4) ограничением, но не определением, направленного поведения внешними условиями (например, деление клеток или размножение, несмотря на недостаток вещества или питания). Такое поведение необъяснимо и невозможно с причинно-механистической (детерминистской) точки зрения; указания границы между органической и неорганической материей также недостаточно (например, не ясно являются ли вирусы низкоорганизованными организмами или их надо рассматривать как химические вещества особой сложности). С указанных позиций жизнь можно определить как самоподдержание, самовоспроизведение и саморазвитие больших систем, элементарно состоящих из сложных органических молекул (ДНК, РНК, белков и др.), происходящее в результате обмена веществ внутри этих молекул и между ними, а одновременно с внешней средой на основе затраты получаемой извне энергии и информации. 2. Жизнь в метафизическом смысле – основной мотив созерцающего мир мышления как содержание переживания человека, жизненная судьба вообще. В таком варианте

понятия жизни ставятся вопросы о смысле, ценности и цели жизни, а ответы даются на основе того или иного существующего в обществе мировоззрения. 3. Психологическая жизнь характеризуется своей естественной упорядоченностью, не оставляющей место хаосу. 4. С историко-культурной точки зрения жизнь в смысле «духовного, или духовной жизни», означает наличие на протяжении всей мировой истории действия идей, идейное содержание мыслей и поступков. Особенную важность имеет здесь использование естественнонаучного понятия жизни для объяснения духовно-исторических явлений (пример – теория пассионарности Л. Гумилёва в этногенезе). 5. С биографической точки зрения «жизнь одного человека» есть всё его телесно-душевно-духовное становление, поведение и судьба в мире, от рождения до смерти.

Забвение (по Мартину Хайдеггеру) – вид существования человека, состоящий в постоянно предпринимаемых попытках ухода от груза ответственности за существование путём погружения в будничные дела, попытки утешить себя с помощью этих дел, удалиться от самого себя. Таким образом, повседневность существования состоит из озабоченности (осмотрительности), общей заботы (заботы, совместной с другими) и забвения.

Заблуждение – представление, мысль или ход мысли, не соответствующие истине, фактическим обстоятельствам, предмету (материальная ошибка) или противоречащие законам логики (формальная ошибка). Источниками заблуждения могут быть: предубеждение, несовершенство умственных способностей, поспешность, недостаток энергии, сосредоточенности или устойчивости мышления; ограниченный познавательный материал; предрасположенность; пристрастия; опрометчивые обобщения и т.д.

Забывание – вытеснение из памяти намерений, обязанностей, целей. Согласно Зигмунду Фрейду, является результатом переживаний или неконтролируемых воздействий на сферы бессознательного, самостоятельно заботящегося о сохранении внутреннего равновесия человека.

Задний мозг – часть ствола *головного мозга*: нижняя часть заднего мозга – варолиев мост, верхняя – мозжечок.

Закон – 1) (в науке), положение, выражающее всеобщий ход вещей в какой-либо области; высказывание относительно того, каким образом что-либо является необходимым или происходит с необходимостью; «правило необходимого существования» по Канту. Понятие закона родственно понятию сущности; 2) (в общественной жизни) предписание относительно того, как человек должен вести себя в обществе (нравственный закон, правовой закон) или более общо – предписание относительно того, как что-либо должно быть или происходить.

Закон аддитивности (лат. *additives* – прибавляемый, прибавленный) – закон, свойственный некоторому набору величин физических и геометрических объектов, состоящий в том, что значение какой-либо величины, соответствующее целому объекту, равно сумме значений величин, соответствующих его частям, каким бы образом не был разбит объект. Например, *аддитивность* объёма означает, что объём целого тела равен сумме объёмов его частей. Математически 3.а. может быть выражен в виде $(a + b) + c = a + (b + c) = a + b + c$. В аддитивной

теории чисел изучаются вопросы, связанные с разложением натуральных чисел 1, 2, 3, ... на слагаемые определенного вида.

Закон ассоциативности (лат. *associatio* – соединение) – закон, которому может удовлетворять некоторая бинарная операция, которую можно мыслить как умножение чисел в виде: $a(bc) = (ab)c$. З.а. является одной из *аксиом группы*.

Закон природы – некий непреложный (часто математически выраженный) закон природного явления, который совершается при известных обстоятельствах всегда и всюду с одинаковой необходимостью. Такое представление о законе природы сформировалось в XVII–XVIII вв. как результат прогресса точных наук на этапе развития классической науки.

Закон биогенетический (см. *Биогенетический закон (Мюллера, Геккеля)*).

Закон биогенной миграции атомов Вернадского – «миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере в целом осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же она протекает в среде, геохимические особенности которой (молекулярные кислород и водород, углекислый газ и т.д.) обусловлены живым веществом, как тем, которое в настоящее время населяет биосферу, так и тем, которое действовало на Земле в течение всей геологической истории» (из книги А. Перельман. «Геохимия биосферы»).

Закон (правило) Копа – (в биологии) эмпирическое обобщение закономерностей происхождения, гласящее, что новые группы организмов происходят не от высших глубоко специализированных представителей предковых групп, а от мало специализированных форм, сохраняющих эволюционную пластичность. Закон сформулировал американский палеонтолог и зоолог Эдуард Коп в конце XIX в.

Закон сохранения информации – информация, являющаяся неотъемлемым атрибутом какой-либо развивающейся системы, может исчезнуть только с уничтожением самой системы. Передача информации другим системам сопровождается её копированием (воспроизводством, как в системах жизни) или преобразованием (эволюцией) в явном (актуальная информация) либо в неявном (потенциальная информация) виде.

Закон необратимости эволюции Долло – организм (популяция, вид) не может вернуться к прежнему состоянию, бывшему в ряду его предков, даже вернувшись в среду их обитания. Возможно приобретение лишь неполного ряда внешних, но не функциональных сходств со своими предками. Закон (принцип) сформулирован бельгийским палеонтологом Луи Долло в 1893 г.

Законы Бэра (в биологии) – обобщение закономерностей зародышевой организации и эмбрионального развития различных классов позвоночных животных (Дарвин назвал это обобщение «законом зародышевого сходства» и использовал его для доказательства эволюции): 1) общее образуется в зародыше раньше, чем специальное; 2) из более общего образуется менее общее, пока не возникнет самое специальное, т.е. по цепочке признаков «тип, класс, отряд и т.д.» до появления индивидуальных признаков особи; 3) зародыши разных классов вначале сходны, а затем отклоняются в своём развитии друг от друга; 4) «...зародыш высшей животной формы никогда не бывает похож на другую

животную форму, а лишь на её зародыша». Приведённые законы сформулированы русским эмбриологом Карлом Максимовичем Бэром в 1828 г.

Законы Менделя (в *генетике*) – 1) первый закон Менделя, он же закон доминирования, он же закон (правило) единообразия *гибридов* первого поколения – первое поколение гибридов в силу проявления у них лишь *доминантных* признаков всегда единообразно; 2) второй закон Менделя, он же закон (правило) расщепления гибридов второго поколения – во втором поколении гибридов соотношение особей с доминантными и *рецессивными* признаками статистически равно 3:1; 3) третий закон Менделя, он же закон (правило) независимого комбинирования признаков – *гены* одной *аллельной* пары распределяются в *мейозе* независимо от генов других пар и комбинируются в процессе образования *гамет* случайно, что ведёт к разнообразию вариантов их соединений. Законы установлены австрийским (чешским) естествоиспытателем, монахом, основоположником учения о наследственности (генетики) Грегором Менделем в 1866 г.

Законы (динамики) Ньютона – законы или аксиомы движения (в формулировке самого Ньютона по книге «Математические начала натуральной философии» 1687): «I. Всякое тело продолжает удерживаться в своём состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменять это состояние. II. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует. III. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие, иначе взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны».

Законы мышления – правила (принципы), применение которых способствует достижению оптимальности мыслительной деятельности. (По своей сути отличаются от *логики*, как учении о мышлении в понятиях, но не о познании посредством понятий.) Принципы, определяющие мышление и приписываемые ему законы, заложены не в мышлении как таковом, а в предметах мышления, независимо от их материальной или идеальной природы. То, что в пределах какой-либо сферы предмета с определенной структурой мыслится как правильное, в иных случаях может быть безрезультатным или даже бессмысленным.

Законы сохранения – совокупность законов, сформированных на основе принципов сохранения, отражающих наиболее постоянные свойства или отношения в явлениях и процессах природы. Связаны с принципами *инвариантности* в силу тех или иных свойств *симметрии* систем или объектов. Например, закон сохранения энергии обусловлен симметрией однородности времени (неразличимости мгновений времени на временной оси), закон сохранения импульса – однородностью пространства, момента импульса (вращательного момента) – изотропностью пространства и т.д.

Закрывающаяся система – система, не имеющая связей с внешним миром, с внешней средой, не обменивающаяся с ней энергией, материей (веществом и полями) и информацией.

Зарядовая независимость ядерных сил (изотопическая инвариантность) – независимость фундаментального сильного взаимодействия от электрического (кулоновского) заряда частиц внутри одного *изотопического мульти-*

плета (например, дуплета из протона и нейтрона, когда они находятся в ядре атома и называются в этом случае *нуклонами*; изотопического триплета *пи-мезонов* и т.д.).

Затмения – астрономические явления, состоящие в том, что земному наблюдателю небесное светило (Солнце, Луна, планеты и др.) перестаёт быть видимым полностью или частично либо вследствие того, что между светилом и Землёй происходит более близкое небесное тело, либо из-за того, что оно попадает в тень другого небесного светила (в случае планеты и спутника планеты). Так, например, солнечные и лунные затмения происходят либо когда Земля попадает в тень, отбрасываемую Луной (солнечные затмения), либо когда Луна попадает в тень Земли (лунные затмения). Ежегодно бывает не более 7 затмений, из них не более 3 лунных.

Защитный пояс – понятие в философии науки, обозначающее совокупность вспомогательных гипотез, обеспечивающих сохранение *жёсткого ядра* некоторой научной теории или научно-исследовательской программы.

Звёздная величина – мера (m), характеризующая блеск (E) небесного светила, т.е. освещённость, которую оно создаёт в пункте наблюдения на плоскости, перпендикулярной падающим лучам. Количественно звёздная величина определяется формулой $m = -2,5lgE + const$. Изменение звёздной величины на единицу соответствует изменению блеска в 2,5 раза.

Звёздная эволюция – изменение со временем физических характеристик и химического состава звёзд. Основные этапы звёздной эволюции – образование протозвезды из межзвёздного газа и пыли, возникновение в центре сжимающейся звезды термоядерного источника энергии, превращение звезды в звезду-гигант, а затем в белый карлик, *гравитационный коллапс* массивных звёзд (с образованием *нейтронных звёзд* или *черных дыр*).

Звёздные ассоциации – скопления или группы определённых типов звёзд, имеющих единое происхождение. Имеется несколько типов ассоциаций, которые впервые ввёл советский астрофизик Виктор Амбарцумян в 1947 г. Считается, что звёздные ассоциации относятся к самым молодым образованиям в Галактике (Млечном Пути).

Звёздные скопления – группы звёзд, сравнительно тесно объединённых, связанных силами тяготения и имеющих совместное происхождение и близкий химический состав. Различают рассеянные звёздные скопления – от десятков до сотен звёзд и шаровые – содержащие десятки и сотни тысяч звёзд.

Звёзды – самосветящиеся гигантские газовые (плазменные) тела, подобные Солнцу. Образуются из газовой-пылевой среды, состоящей в основном из водорода и гелия, в результате т.н. гравитационной неустойчивости – основной причины образования многих типов астрономических объектов, состоящей в том, что в практически первоначально однородной среде возникают малые возмущения (флуктуации), ведущие в итоге к образованию сгустков вещества, с последующим нарастанием этого процесса. В недрах звёзд, как правило, идут термоядерные реакции синтеза элементов, вплоть до образования элементов железа. Звёзды классифицируют по светимости, массе, температуре поверхности, химическому составу, особенностям спектра. Различают семь спектральных

классов звёзд: O, B, A, F, G, K, M – от самых горячих к самым холодным (мнемонические правила: Один Великий Англичанин Финики Жевал Как Морковь; O, Be A Fine Girl, Kiss Me). В результате *звёздной эволюции* они становятся либо *белыми карликами*, либо *нейтронными звёздами*, либо *чёрными дырами*.

Звук – упругие волны, распространяющиеся во всех агрегатных состояниях вещества; звук в газах, жидкостях и твёрдых телах воспринимается ухом человека и животных, при этом ухом человека в диапазоне частот от 16 Гц до 20 кГц. Звук до частот 16 Гц называется инфразвуком, от 20 кГц до 1 млрд Гц – ультразвуком, а выше – гиперзвуком. Наука о звуках называется *акустикой*.

Здравый смысл (англ. – common sense) – укоренившаяся совокупность взглядов общества на окружающую действительность и самое себя, используемых в повседневной практической деятельности и лежащих в основе моральных принципов. Здравый смысл не поднимается, как правило, до научных и философских осмыслений, оставаясь ограниченным поверхностным взглядом на суть явлений, не проникая глубоко в их смысл. Считается в некоторых случаях, что человеческий дух имеет неискоренимые врождённые принципы здравого смысла, особенно такие, как вера в Бога и окружающий мир. Согласно *прагматизму*, здравый смысл равнозначен той пользе или выгоде, которую человек получает в определенной ситуации.

Земля (гр. *gē* – земля, *Gē, Gaia* – Гея, богиня земли в древнегреческой мифологии) – третья от Солнца планета Солнечной системы, обращающаяся вокруг него по эллиптической орбите (впервые установленной немецким астрономом Иоганном Кеплером) со скоростью близкой к 30 км/с на среднем расстоянии 150 млн км за период 365,24 средних солнечных суток. Форма Земли – *геоид*, приближённо может считаться трёхосным эллипсоидом. Средний радиус Земли 6371 км. Гравитационное поле Земли обуславливает сферическую (почти) её форму, существование *атмосферы* (и других *геосфер*). Согласно современным космогоническим представлениям, Земля образовалась около 4,6–4,7 млрд лет назад из рассеянного в протосолнечной системе (возможно остатка после взрыва сверхновой звезды) газово-пылевого вещества. В составе Земли преобладают железо (34,6%), кислород (29,5%), кремний (15,2%), магний (12,7%). Земная кора, мантия и внутренняя часть ядра твёрдые (внешняя часть ядра считается жидкой).

Земная кора – верхняя твёрдая оболочка Земли, ограниченная снизу поверхностью Мохоровичича. Основные типы земной коры – континентальный (толщина от 35 до 70 км) и океанический (5–10 км); в переходной зоне от материка к океану развита кора промежуточного типа. В строении континентальной коры различают верхний осадочный слой, средний или (условно) гранитный, и нижний базальтовый; в океанической коре гранитный слой отсутствует, а осадочный меньшей мощности, чем в континентальной коре. Земная кора подвержена постоянным тектоническим движениям, в ней выделяют подвижные области (складчатые пояса) и относительно спокойные – платформы.

Зенит (араб. *земп*, букв. – путь, направление, фр. *zenith*) – 1) (в астрономии) верхняя точка пересечения отвесной линии с небесной сферой; точка небесной сферы над головой наблюдателя (противоположно *надир*); 2) (в широком смысле) высшая степень, высшая точка развития чего-либо.

Зигота (гр. *zigote* – соединённый в пару, вместе) – оплодотворённое *яйцо*; диплоидная клетка, образовавшаяся в результате слияния двух половых клеток – *гамет*; из зиготы развивается новая особь.

Зинджантроп (древнеараб. *зиндж* – назв. восточноафрикан. стран + гр. *anthropos* – человек) – ископаемая человекообразная обезьяна, близкая к *австралопитекам*, остатки которой найдены в Восточной Африке.

Знак – материальный, чувственно воспринимаемый предмет (*явление, действие*), который выступает как представитель другого предмета, свойства или отношения. Различают знаки языковые и неязыковые (см., например, *знаки астрономические, знаки химические*). Представление, возникающее в сознании благодаря знаку, есть *значение* знака; представление, слившееся со своим значением в некоторое внутреннее единство, есть *символ*. Важнейшие знаки для человека – познаваемые им *явления*.

Знаки астрономические – условные обозначения Солнца, Луны, планет и др. небесных светил, а также зодиакальных созвездий (см. *зодиак*), фаз Луны и пр., введённые ещё в Древней Греции и применяющиеся до сих пор в астрономической литературе и календарях. Так, принятое соответствие небесных светил и дней недели: Солнце – воскресенье, Луна – понедельник, Марс – вторник, Меркурий – среда, Юпитер – четверг, Венера – пятница, Сатурн – суббота; знаков зодиака и месяцев года: Водолей – январь, Рыбы – февраль, Овен – март, Телец – апрель, Близнецы – май, Рак – июнь, Лев – июль, Дева – август, Весы – сентябрь, Скорпион – октябрь, Стрелец – ноябрь, Козерог – декабрь.

Знаки математические – условные обозначения (символы), служащие для записи математических понятий, предложений и вычислений. О роли математических знаков великий русский математик Николай Лобачевский писал так: «Подобно тому, как дар слова обогащает нас мнениями других, так язык математических знаков служит средством ещё более совершенным, более точным и ясным, чтобы один передал другому понятия, которые он приобрёл, истину, которую он постигнул, и зависимость между всеми частями, которую он открыл...». Математические знаки в основном подразделяются на три группы: 1) знаки математических объектов; 2) знаки операций; 3) знаки отношений.

Знаки химические (по Берцелиусу) – символы химические, буквенные обозначения. Состоят из первой или из первой и одной из следующих букв латинского названия элемента. Так, например, углерод – C (*Carboneum*), кальций – Ca (*Calcium*), кадмий – Cd (*Cadmium*). Химические знаки используются также для записи химических формул и формул химических реакций.

Знание – 1) проверенный практикой результат познания действительности, верное её отражение в мышлении человека, обладание опытом и пониманием, которые являются правильными и в субъективном и объективном отношении и на основании которых можно построить суждения и выводы, кажущиеся достаточно надёжными, для того чтобы рассматриваться как знание; 2) достоверное, истинное представление о чём-либо в отличие от вероятностного мнения. Такое противопоставление мнения и знания (гр. *doxos* – докс и *episteme* – эпистеме) было разработано в древнегреческой философии Парменидом, Платоном и др. Согласно Аристотелю, знание может быть либо *интуитивным*

(непосредственным знанием), либо *дискурсивным*, опосредованным умозаключениями и логическими доказательствами. В гносеологических концепциях Нового времени получило развитие различие априорного и апостериорного знания, противостояние эмпиризма и рационализма в объяснении источника знания, а также проблема веры и знания, рожденная в теологии и философии средневековья.

Значение – 1) содержание, связываемое с тем или иным выражением (словом, предложением, знаком и т.п.) некоторого языка. Каждое сказанное слово дает возможность судить о том, что имеет ввиду говорящий, т.е. что означает данное слово. Учением о значении является семантика; 2) важность, значительность, роль предмета, явления, действия в человеческой деятельности; 3) значение физической величины – оценка этой величины в виде некоторого числа принятых для неё единиц.

Зодиак (гр. zodiakos kyklos – звериный круг, происходит от zoon – животное) – (в астрономии) пояс зодиака, пояс шириной около 15° на небесной сфере вдоль *эклиптики*, в котором движутся Солнце, Луна, большие планеты и большинство малых планет; с древних времён включает в себя совокупность из 12 зодиакальных созвездий, равных числу месяцев в году и каждый месяц обозначается знаком созвездия, в котором Солнце в этот месяц находится (см. *Знаки астрономические*). Фактически из-за непрерывного перемещения точки весеннего *равноденствия* (примерно на 1° за 70 лет) Солнце теперь каждый месяц находится в двух смежных созвездиях Зодиака, но для месяцев сохранены прежние обозначения (начиная с марта – Овен и т.д.).

«Золотое правило» – библейская заповедь: «Во всём, как хотите, чтобы другие поступали с вами, поступайте и вы с ними» – древнейший принцип моральных представлений человечества. Немецкий философ Иммануил Кант формулировал его так: человеку следует поступать так, как он считает правильным поступать для всех людей.

Золотое сечение (золотая пропорция, золотое деление, гармоническое сечение, деление в крайнем и среднем отношении) – деление отрезка a на две части таким образом, что большая его часть b относится к меньшей c так, как весь отрезок a к большей его части b , т.е. $b : c = a : b$. Приближенно (с возрастающей точностью) это отношение выражается через отношения чисел ряда Фибонначи $5/3, 8/5, 13/8, 21/13$ и т.д., т.е. ряда чисел, в котором каждый последующий член равен сумме двух предыдущих $1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, \dots$. В пределе число золотой пропорции иррационально – $1,6280338\dots$. В 1957 г. американский математик Бергман показал, что это число может быть эффективным основанием компьютерных вычислений, превосходящим по эффективности принятую в настоящее время двоичную систему счисления. В частности, в процесс автоматических вычислений она естественным образом вносит мгновенное обнаружение и мгновенное устранение ошибок из-за сбоев (в программном обеспечении на основе двоичного счисления предусмотрена целая система так называемых корректирующих кодов с целью устранения последствий сбоев). Золотое сечение известно ещё в древности, изложено в «Началах» Евклида, использовано в них для построения правильных пяти- и десятиугольников, а в стереометрии для построе-

ния правильных двенадцати- и двадцатигранников (тел Платона). Используется наряду с другими пропорциями в музыке, архитектуре, в изобразительных искусствах. Некоторые авторы называли эту пропорцию «божественной». Термин *золотое сечение* ввёл Леонардо да Винчи.

Идеал (фр. *ideal*) – образец, прообраз, понятие совершенства, высшая, как правило, недостижимая цель стремлений.

Идеализация – 1) мыслительное конструирование понятий об объектах, процессах и явлениях, не существующих в реальности, в природе, но таких, для которых есть исходные прообразы в реальном мире (например, *точка*, *плоскость* – идеально гладкая и абсолютно ровная поверхность, *абсолютно твердое (упругое) тело*, *идеальная жидкость*, *идеальный газ* и т.д.). Идеализация физических тел и понятий пространства, времени и пр. послужила началом возникновения классической науки Галилея-Ньютона, т.е. позволяет формулировать законы, строить абстрактные схемы реальных процессов; 2) представление кого-либо или чего-либо лучшим, чем есть на самом деле, в действительности; наделение качествами, соответствующими *идеалу*.

Идеализм (фр. *idealisme*, гр. *idea* – идея) – 1) (в широком смысле) всякое мировоззрение или образ жизни, определяемые подлинными *идеалами* и их практическими следствиями; 2) (в метафизическом смысле) воззрение или учение, определяющее объективно действительное как идею, дух, разум, рассматривающее даже материю как форму проявления духа; 3) в марксистской философии общее обозначение учений, утверждающих, что дух, сознание, мышление, психическое – первично, а материя, природа, физическое – вторично, производно.

Идеальная жидкость (в гидродинамике) – воображаемая жидкость, в которой, в отличие от реальной, отсутствуют вязкость и теплопроводность.

Идеальное (идеальность) – 1) способ *бытия* или бытие как голая (чистая) идея или представление, отражённое в сознании (противопоставляемое в таком смысле *материальному*); результат процесса *идеализации* – некий абстрактный объект, который не может возникнуть в опыте (например *идеальный газ*, *идеальная жидкость*); 2) нечто совершенное, соответствующее *идеалу*.

Идеальный газ – газ, в котором взаимодействием молекул можно пренебречь, а обмен энергией совершается только при упругих столкновениях молекул. К идеальному газу близки разреженные газы, вдали от температуры их *конденсации*.

Идеальный кристалл – 1) кристалл совершенной (математической, кристаллографической) формы, в которой физически равноценные грани одинаково развиты; 2) кристалл совершенной структуры, полностью удовлетворяющий требованиям пространственной симметрии, тогда как реальные кристаллы содержат дефекты и ограничены поверхностью.

Идентификация (лат. *idem* – тот же самый и *facere* – делать, а также ср.-век. лат. *Identifico* – отождествляю) – 1) признание *тождественности*, отождествление объектов, опознание; 2) уподобление; 3) (в математике, технике) установление соответствия распознаваемого предмета своему образу (знаку), называе-

мого идентификатором; условием всякой идентификации является то, что сущность вещи, лица, объекта и т.д. резко выражена и живо схватывается.

Идентичность (лат. *identico* – отождествлять, тот же самый или ср.-век. лат. – *identicus* тождественный, одинаковый) – тождественность, одинаковость, полное совпадение чего-нибудь с чем-нибудь.

Идеомоторный – определение таких поступков, которые возбуждаются бессознательно или без участия воли, под воздействием восприятия или представления; такие поступки играют важную роль в *парапсихологии*.

Идея (гр. *idea*) – 1) в собственном смысле слова зрительный образ, наглядный образ, «то, что видно», «видимое» (как и *эйдос*); 2) в философии Платона метафизическая сущность вещи, умопостигаемый прообраз вещи чувственного мира, истинное её бытие; 3) в философии Аристотеля – силообразующая и формообразующая сущность вещи (*энтелехия*); 4) в философии Канта – понятие разума, которым нет соответствующего предмета в чувственном опыте (свобода, бессмертие, Бог); 5) мысль, представление; 6) намерение, план.

Иерархия (гр. *hieros* – священный + *arche* – власть) – в буквальном смысле слова – господство святых, субординация священников; в переносном смысле – расположение частей или элементов целого в порядке от высшего к низшему (например иерархия наук, иерархия ценностей).

Излучение – 1) процесс возбуждения электромагнитных волн в окружающей среде колеблющимися заряженными частицами; 2) излучением называют также сами электромагнитные волны в процессе их распространения в той или иной среде.

Излучение Вавилова-Черенкова – излучение света заряженными частицами, чаще всего электронами, которые движутся в данной среде со скоростью большей, чем скорость распространения света в этой среде. Наблюдается во всех чистых прозрачных жидкостях. Явление установлено советскими физиками Сергеем Вавиловым и Павлом Черенковым, теоретически объяснено также советскими физиками Игорем Таммом и Ильей Франком.

Изменение – превращение в другое, переход из одного качественного состояния в другое, из одного определённого бытия в качественно другое бытие. Согласно Платону чувственные вещи находятся в постоянном изменении, тогда как их прообразы, *идеи*, остаются неподвижными, неизменными. Аристотель рассматривал четыре вида изменений: изменение места, качества, количества и субстанции.

Изменчивость (в биологии) – 1) разнообразие *генотипов* и *фенотипов* у особей и их групп любой степени родства, как правило, в *популяции* и *виде*; 2) способность организмов реагировать на воздействия факторов среды *морфологическими* изменениями; 3) характеристика степени изменения организмов какой-либо систематической группы в ходе *эволюции*. Различают множество форм изменчивости, среди них изменчивость наследственная и ненаследственная, индивидуальная и групповая, качественная и количественная, направленная и ненаправленная.

Измерение – экспериментальное сравнение искомой величины с эталонной единицей измерения. Измерения классифицируют в зависимости от при-

роды измеряемой величины, характера её изменений во времени, условий выполнения. Различают прямые измерения (например, длины чего-либо проградуированной линейкой) и косвенные (через измерение другой величины, функционально связанной с измеряемой величиной), статические и динамические, абсолютные и относительные. Важную роль при измерениях играет учёт погрешностей, среди которых различают систематические и случайные.

Изоляция (фр. isolation – разобщение, обособление) – (в биологии) разобщение особей или их групп (популяций и т.п.) друг от друга, как одного из важнейших факторов эволюции. Различают географическую (пространственную) изоляцию – горы, водотоки, морские проливы, пустыни и пр. и эколого-физиологическую (репродуктивную, биологическую), возникающую из-за фенологических, морфологических и др. преград для свободного скрещивания.

Изоморфизм (гр. isos – равный, одинаковый и morphe – форма) – 1) (в математике) понятие, уточняющее широко распространенное понятие *аналогии, модели*, а именно изоморфизм – соответствие (отношение) между объектами, выражающее тождество их структуры (строения); 2) (в химии, физике) свойство химически и геометрически близких атомов, ионов и их сочетаний замещать друг друга в кристаллической решетке, образуя кристаллы переменного состава.

Изоствия – равноправность мнений, терпимость к различным высказываниям.

Изотропия (гр. isos – равный, одинаковый и tropos – свойство) – независимость свойств физических объектов (пространства, вещества и др.) от направления. Характерна для жидкостей, газов и аморфных состояний твёрдых тел (противоположность – *анизотропия*).

Иллюзия (лат. Illusio – обман) – 1) поверхностное представление, чистая фантазия; в практической жизни – облегчающий самообман вместо трезвого взгляда на факты. Собственной питательной средой иллюзии является аффект, в особенности ожидание, страх, надежда; 2) искажённое восприятие действительности; нечто кажущееся; 3) несбыточная надежда, мечта.

Имманентный (лат. immanens – свойственный, присущий) – пребывающий внутри; внутренне присущий какому-либо предмету, явлению, процессу, протекающий из его природы; то, что пребывает в самом себе и не переходит в нечто другое, не *трансцендирует*. (Противоположность – *трансцендентный*).

Иммунитет (лат. immunitas – освобождённый от чего-либо) – 1) (в биологии) невосприимчивость, сопротивляемость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам (например ядам). Обеспечивается защитными свойствами кожи и слизистых оболочек, клетками иммунной системы (макро- и микрофагами, лимфоидными клетками), гуморальными факторами (антителами, комплементами), интерфероном и др. Различают естественный или врожденный иммунитет, приобретенный активный и пассивный, процесс развития иммунитета называют иммуногенезом; 2) (в юриспруденции) исключительное право не подчиняться некоторым общим законам, предоставленное лицам, занимающим особое положение в государстве; иммунитет депутата – неприкосновенность личности депутата, невозможность подвергнуть его аресту или при-

влекать к судебной ответственности без согласия законодательного органа; неприкосновенность личности дипломата.

Императив (лат. imperativus – повелительный) – 1) безусловное требование, повеление, приказ, закон; 2) правило, выражающее должностное поведение (объективное принуждение поступать так, а не иначе).

Имплантация (лат. im – в + plantare – сажать) – (в биологии) внедрение зародыша (оплодотворённого *яйца*) человека и высших млекопитающих в слизистую оболочку матки, осуществляемое на ранних стадиях развития (у человека на седьмые сутки после *оплодотворения*).

Имплицитный (англ. implicit) – невыраженный, подразумеваемый.

Импринтинг (англ. imprinting – оставлять след, запечатлевать) – прочная и быстрая фиксация в памяти животного (в особенности, новорождённого) признаков (облика) какого-либо объекта (например родителей). Синоним – запечатление.

Импульс (лат. impulsus – удар, толчок) – 1) побуждение, толчок, стремление; побудительная причина; 2) (в физике) мера механического движения; то же, что количество движения; 3) импульс силы – мера действия силы за некоторый промежуток времени; 4) импульс волновой – однократное возмущение, распространяющееся в пространстве или среде (примеры: звуковой импульс, световой импульс, электрический импульс).

Инбридинг (англ. inbreeding, образованного от in – в, внутри + breeding – разведение) – избирательное скрещивание между близкородственными особями, например, потомками одного и того же помёта или родителями и детьми. Эта *селекция* направлена на сохранение полезных качеств, но может вызывать снижение плодовитости и устойчивости к болезням, так как генетическая *изменчивость* сокращается. Поэтому, например, в животноводстве инбридинг нежелателен.

Инвариант (лат. invarians, фр. invariant букв. – неизменяющийся) – 1) (в математике) величина, остающаяся неизменной при тех или иных преобразованиях; 2) (в лингвистике) структурная единица языка (фонема, морфема, лексема и т.д.) в отвлечении от её конкретной реализации.

Инвариантность (см. *инвариант*) – 1) неизменность, независимость от чего-либо; 2) (в физике) неизменность какой-либо величины при изменении физических условий или (в математике) по отношению к некоторым преобразованиям (к преобразованиям Галилея, Лоренца и т.д.).

Инверсия (лат. inversio – переворачивание, перестановка, превращение) – 1) (в биологии) тип хромосомной перестройки (мутации) – разрыва и полного разворота одного из внутренних участков хромосомы; 2) (в математике) в геометрии преобразование относительно данной окружности, сферы; в комбинаторике – всякое нарушение нормального (обычного, алфавитного) порядка двух элементов независимо от того, стоят ли они рядом или нет.

Инволюция (лат. involutio – свёртывание, скрученное состояние листьев) – (в биологии) 1) обратное развитие – уменьшение, *редукция* (гл. образом в связи с утратой функции) какого-либо органа в течение индивидуального развития организма; 2) вырождение микробов в неблагоприятных условиях; 3) ат-

рофия органов при патологии и старении; 4) (в математике) такое отображение (инволюционное преобразование) совокупности элементов в себя, что повторное применение возвращает элементы на свои места; примером инволюции такого рода может быть симметрия относительно центра или прямой.

Ингибиторы (лат. *Inhibeo* – сдерживать, останавливать) – 1) вещества, замедляющие протекание химических, в т.ч. ферментативных, реакций или останавливающие их; 2) вещества, выделяемые организмом, замедляющие развитие других особей того же или других видов; 3) природные или синтетические вещества, угнетающие активность ферментов или полностью прекращающие их деятельность; 4) любой агент, тормозящий какой-либо биологический процесс.

Индетерминизм (лат. *in* – не и *determinare* – определять) – философская концепция (учение) о том, что имеются состояния и события, для которых причина не существует или не может быть указана, т.е. не существует причинного объяснения того или иного (противоположность – *детерминизм*).

Индивид (индивидуум) (лат. *individuum* – неделимое, особь) – 1) особь, каждый самостоятельно существующий организм, более точно – особь («единственное»), которая не может быть расчленена без потери её самобытности, её индивидуальности и её собственного бытия, основанных только на её целостности; 2) отдельный человек (индивидуум); 3) элементарная единица жизни, экземпляр живого; 4) в *эволюционном* смысле – существо, происходящее от одной *зиготы, гаметы, споры, почки* или другого зачатка и индивидуально подверженное действию эволюционных факторов.

Индукция (лат. *inductio* – наведение, выведение, возбуждение) – 1) философский и вообще общенаучный метод движения знания от отдельного, особенного к всеобщему, закономерному; 2) логическое умозаключение от фактов к некоторой гипотезе (общему утверждению); 3) (в физике) термин, употребляемый в электромагнетизме для объяснения наведения электрических зарядов, полей и электродвижущей силы в результате изменений состояний тел или полей; 4) (в биологии) взаимодействие процессов возбуждения (положительная индукция) и торможения (отрицательная индукция).

Инертная масса (см. *инерция*) – физическая характеристика материальных тел, определяющая их динамические свойства (то значение массы, которое используется в выражении *2-го закона Ньютона*); сопротивление тела изменению своего движения.

Инерциальная система отсчёта (см. *инерция*) – любая система отсчёта, в которой справедлив *закон инерции (1-й закон Ньютона)*, т.е. тело, не подверженное действию сил, сохраняет своё состояние или сохраняет свою скорость по величине и направлению. Законы физики одинаковы (*ковариантны*) во всех инерциальных системах отсчёта, что составляет сущность *принципа относительности* движения.

Инерция (инертность) (лат. *inertia* – неподвижность, бездеятельность) – 1) (в физике) свойство тел, устанавливаемое *1-м законом Ньютона*; мерой инерции тела при поступательном движении является инертная масса, а при круговом – момент инерции относительно оси вращения; 2) (в широком смысле) бездеятельность, отсутствие инициативы, активности.

Инженерия (биологическая) – 1) генетическая или геновая – практика целенаправленного изменения генетических программ половых клеток с целью придания исходным формам организмов новых свойств или создания принципиально новых форм организмов; также раздел молекулярной биологии; 2) клеточная – область биотехнологии, основанная на культивировании растительных клеток и тканей, способных в свободном состоянии (вне организма) производить нужные человеку вещества; 3) экологическая – целенаправленные хозяйственные мероприятия, поддержание экологического равновесия, реинтродукция исчезнувших видов и др.

Инициация (иницирование) (лат. *injacere* – вызывать, возбуждать) – 1) возбуждение цепных химических или ядерных реакций путём внешнего воздействия на систему; 2) способствование возникновению, развитию чего-либо; инициировать – выступать в качестве инициатора (побудителя, проявляющего почин, инициативу) чего-либо.

Инсайт (англ. *insight* – понимание, интуиция, проницательность) – 1) непосредственное постижение, «озарение» (см. *интуиция*); 2) (в биологии) элементы разумной деятельности у животных, необъяснимые *инстинктами*, приобретённые опытом и подражанием; внезапное, путём «озарения», решение животными задач.

Инсталляция (англ. *installation* – водворение, установка, устройство) – вызов, перемещение, установление какой-либо *виртуальной информации* из базы хранения для непосредственного использования оператором или пользователем (например, компьютера).

Инстинкт (лат. *instinctus* – побуждение, стимул) – естественное влечение; (в биологии) врождённая приспособительная форма поведения животных, представляющая собой совокупность унаследованных реакций сложных (безусловных рефлексов), возникающих в ответ на внешние и внутренние раздражения. Различают пищевые, оборонительные, половые, родительские, стадные инстинкты. Осуществляются автоматически, необходимое сознательное предвидение исхода их целесообразности или необходимости отсутствует. Инстинкты необъяснимы с точки зрения опыта отдельного *индивида*. Ни одна из гипотез о происхождении инстинктов не является удовлетворительной. Какую роль инстинкты играют в жизни человека, выяснено недостаточно. Точно известно, что, по крайней мере, сознательное мышление и воля в их глубочайшей основе направляются инстинктами.

Инсулин – белковый гормон, вырабатываемый поджелудочной железой. Недостаток инсулина приводит к тяжелой болезни – сахарному диабету.

Интеграция (лат. *integratio* – восстановление, восполнение, происходит от *integer* – целый) – объединение отдельных частей в целом, а также процесс, ведущий к такому объединению.

Интеллект (лат. *intellectus* – познание, понимание, рассудок) – разум, способность мышления (мыслить), совокупность тех умственных функций (сравнения, абстракции, образования понятий, суждения, заключения и т.д.), которые превращают восприятия в знания или критически пересматривают и анализируют.

ругут уже имеющиеся знания. Аналог древнегреческого понятия *нус* («ум»), тождественный ему по смыслу.

Интенция, интенциальность (лат. *intention* – стремление) – понятие в феноменологии, означающее направленность сознания, мышления на какой-либо предмет, вещь, объект познания.

Интеракция, интерактивность (лат. *inter* – между + *actio* – действие) – способ межличностного общения, взаимодействия.

Интерполяция (лат. *interpolatio* – изменение, искажение) – (в математике) построение приближенного или точного аналитического выражения функциональной зависимости, если о ней известны только соотношения между значениями независимой переменной и соответствующими значениями *функции* в дискретном ряде точек; проще – нахождение по дискретному ряду значений функции промежуточных её значений (противоположность – *экстраполяция*).

Интерпретация (лат. *interpretatio* – посредничество, истолкование, объяснение) – истолкование, разъяснение смысла какой-либо знаковой системы (символа, выражения, текста).

Интерфейс (англ. *interface*) – (в электронике, вычислительной технике), система связей и сигналов, посредством которых электронные устройства соединяются друг с другом.

Интерференция (от лат. *inter* – между + *ferens, ferentis* – несущий, переносящий) – 1) (в физике) интерференция волн – явление усиления или ослабления амплитуды накладываются друг на друга (складывающихся или интерферирующих) волн в зависимости от разности их фаз в той или иной точке пространства; интерференция имеет место для любых волн независимо от их природы; 2) (в биологии) взаимодействия, обычно неблагоприятные, например подавление размножения, возникающие при наличии близких соседей того же или близких видов. В таком случае иногда употребляется вместо термина *конкуренция*.

Интродукция (лат. *introductio* – введение) – (в биологии) 1) преднамеренный или случайный перенос особей какого-либо вида за пределы его *ареала*; 2) успешное внедрение какого-либо чуждого вида в местные природные комплексы.

Интроекция – философское понятие, обозначающее вкладывание в мозг мыслей об объектах мира в сознание человека.

Интуиция (лат. *intuitus* – взгляд, вид; *intueri* – пристально, внимательно смотреть) – 1) непосредственное постижение истины без обоснования с помощью логических, математических или др. доказательств, «откровение, развивающееся изнутри человека» (Гёте); чутьё, пронизательность; умозрение, непосредственное усмотрение истины; 2) (в понятиях *информации*) механизм самосборки информационных систем из элементов потенциальной информации в сфере бессознательного на основе универсальных логических принципов, выработанных (выработанных) в процессе *эволюции*.

Инфляция (лат. *inflatio* – вздутие) – 1) (в финансовой сфере) процесс обесценивания бумажных денег и падение их покупательной способности вследствие чрезмерного выпуска (эмиссии) и (или) сокращения товарной массы; 2) (в космологии) возможный вариант образования Вселенной с мгновенного

раздувания пространственных масштабов в режиме с обострением, т.е. со скоростью, значительно превосходящей скорость распространения света. Данный вариант не является общепризнанным.

Информатика – отрасль знаний, объединяющая разделы математики, физики, техники, кибернетики, изучающая структуру и общие свойства информации, способы её сбора, хранения, поиска, обработки, преобразования и т.д.

Информационная система (см. *информация*) – совокупность *информационных элементов*, связанных в единое целое с помощью набора установленных организационных принципов.

Информационный стереотип – устойчивая совокупность связей между *дискретными информационными элементами* системы (объекта), выступающая в качестве интегрирующей фундаментальной идеи исследуемой системы (объекта) или его поведения.

Информационный элемент – конечный целостный дискретный фрагмент (часть) некоторой сложной системы или организации того или иного рода, типа или класса, выполняющий роль некоторой элементарной сущности, отражающей, несущей связь с упорядоченностью действительного мира.

Информация (лат. *informatio* – ознакомление, разъяснение, изложение) – 1) в широком смысле – сведения, передаваемые людьми устно, с помощью письменности, другим символьным образом; сообщение о чём-либо; 2) (в математике) количественная мера устранения неопределённости (*энтропия*), мера организованности системы; 3) (в *кибернетике*) (по Шеннону) – сообщение, снижающее неопределённость, существующую до его поступления; (по Эшби) – то, что устраняет неопределённость и ограничивает разнообразие объектов, систем, законов и иных совокупностей знаний; всеобщее свойство структурированной материи, обеспечивающее условия или способность её упорядочивания, всеобщее организационное начало; совокупность знаний, фактов, сведений, представляющих интерес и подлежащих хранению и обработке в вычислительных машинах. Различают несколько видов информации: актуальную (активную, открытую), потенциальную (скрытую, непроявленную), структурную, регуляторную, поведенческую и интеллектуальную.

Информация генетическая (наследственная) (см. *информация, генетика*) – программа свойств организма, заложенная в наследуемых структурах (ДНК, отчасти РНК) и получаемая от предков в виде *генетического кода*. Наследуемая информация определяет морфологическое строение, рост, развитие, обмен веществ, психический склад, предрасположенность к тем или иным заболеваниям и генетическим порокам организма.

Инфразвук (лат. *infra* – ниже, под) – упругие волны низкой частоты (ниже 16 Гц), неслышимые человеческим ухом, при большой интенсивности воспринимаемые болезненными ощущениями. Возникая при природных катаклизмах (землетрясения, бури, ураганы, волны цунами и др.), могут служить их предвестниками.

Инфракрасное излучение – невидимая человеческим глазом часть оптического излучения с длинами волн в интервале от 740 нм до коротковолнового радиоизлучения с длиной (1–2) мм. Сильно поглощается водой, парами воды,

углекислотой; хорошо отражается металлическими поверхностями. В излучении Солнца на инфракрасное излучение приходится почти 50% мощности, у ламп накаливания – до 80%.

Ионосфера – одна из геосфер, ионизованная область атмосферы, начинающаяся с высот 50–60 км и распространяющаяся до высот порядка 20 000 км. Основным источником ионизации земной атмосферы – ультрафиолетовое излучение Солнца, а также мягкое (от 0,8 до 30 нм) рентгеновское излучение, главным образом солнечной короны, а также корпускулярные космические и солнечные потоки. Ионосфера имеет исключительно важное значение для радиосвязи на коротких волнах.

Иррационализм (лат. *irrationalis* – неразумный) – направление в философии (внутренне близкое *агностицизму*), отрицающее возможность разумного логического познания действительности, признающее основным видом познания инстинкт, откровение, интуицию, веру, любовь.

Иррациональный(ность) (см. *иррационализм*) – 1) недоступный рассудку; то, что не может быть постигнуто разумом, что явно не подчиняется законам логики, что оценивается как «сверхразумное», «противоразумное» (противоположный – *рациональный*); 2) (в математике) несоизмеримый с единицей, не являющийся ни целым, ни дробным рациональным числом; содержащий, помимо четырёх основных арифметических действий, ещё извлечение корня.

Испарение – переход вещества из жидкого состояния в пар; в отличие от кипения испарение происходит с поверхности жидкости при любой температуре, пока пар над жидкостью является ненасыщенным. Испарение возможно и с поверхности твёрдого тела (льда, кристалликов йода, нафталина и др.), тогда этот процесс называется возгонкой или сублимацией.

Исследование научное – процесс получения новых знаний, один из видов познавательной деятельности, характеризующийся определенными критериями научности (повторяемостью, доказательностью, системностью, полнотой и др.), объективностью, точностью. Имеет два уровня – эмпирический и теоретический, деление исследований на фундаментальные (присущие, в основном, естественным наукам), прикладные, количественные, качественные и т.п.

Истина (гр. *aletheia* – букв. нескрывность) – правильное, адекватное отражение предметов и явлений действительности познающим объектом; бытие того сущего, которое называется «истинным»; соответствие знания действительности. Критерии истины исследуются теорией познания (*гносеологией, эпистемологией*).

Истинный (см. *истина*) – соответствующий действительному положению вещей, кроме существующих неоткрытых, неизвестных истин.

Историзм (лат. *historia* – история) – историческое сознание или сознание того, что всё познаваемое является ставшим; представление о действительности, как становящейся и развивающейся во времени. Теория развития общества, основывающаяся на обобщении эмпирических фактов. Фактически получил распространение во всех науках в виде системного историзма.

История развития – наука о развитии вообще; (в биологии) наука о развитии жизни в ходе истории развития Земли (роды и виды – *филогенез*, история рода) и о развитии отдельных существ, индивидов (*онтогенез*, развитие зародыша).

Исчисление – некоторая знаковая, символическая система. Любое исчисление однозначно определяется заданием алфавита исчисления, правил образования языка в алфавите, множества аксиом и правил преобразования (вывода) его фразеологии. Приписывание символам исчисления значений преобразует исчисление в формализованный язык. Основные примеры исчислений: числовые и алгебраические системы, логические исчисления, например, логистика, как математическая логика.

Итерация (лат. *iteratio* – повторение) – (в математике) повторное применение какой-либо математической операции.

Каббала (древнеевр., *букв.* – предание, традиция) – устная передача религиозных заповедей, сложившаяся у евреев до появления письменно изложенных законов религии. По существу, каббала – мистическое учение в иудаизме, основанное на вере в то, что при помощи ритуалов и молитв человек может активно вмешиваться в божественно-космический процесс.

Кадастр (фр. *cadastre*, гр. *katastichon* – лист, реестр) – систематизированный свод (список, реестр) сведений, составляемый периодически или путём непрерывных наблюдений над соответствующими объектами и явлениями с их эколого-социально-экономической оценкой; содержит физико-географическую характеристику, классификацию, данные о динамике, степени исследованности с приложениями картографических и статистических материалов. Различают кадастры: земельный, лесной, водный, месторождений полезных ископаемых, животного мира, также природных особо охраняемых территорий, промысловый (охотничий, дичи, рыбных ресурсов и др.).

Казуальность (лат. *casus* – случай, случайность) – учение о случайности; защищавшийся Эпикуром, Лукрецием и другими философами взгляд, что в мире господствует случайность.

Казуистика (см. *казуальность*) – часть науки о морали, которая устанавливает поведение в определённых условиях и событиях; в переносном смысле – ловкость, изворотливость в доказательствах (обычно ложных или сомнительных положений); крючкотворство.

Кайнозой (гр. *kainos* – новый + *zoë* – жизнь) – новейшая эра геологической истории Земли, охватывающая последние 60–70 млн лет, и соответствующая ей группа отложений горных пород. Характеризуется интенсивными тектоническими (горообразовательными) движениями, мощным оледенением материкового типа. В органическом мире господствующее положение занимают млекопитающие; животные и растения близки к современным, в конце эры появляется человек. Подразделяется на палеоген, неоген и антропоген (он же четвертичный период). (См. также *геохронология*.)

Календарь (о происхождении слова см. *григорианский календарь*) – система счисления времени, основанная на периодических явлениях природы: смене времён года (солнечный) или фаз Луны (лунный). Различают *юлианский* и *григорианский календари* или старый стиль и новый стиль.

Канон (гр. *kanon* – правило, предписание) – 1) правило, положение какого-либо направления, учения; свод правил, действующих в определённой области; (в переносном смысле) то, что твёрдо установлено, стало традиционным, об-

щепризнанным; 2) совокупность книг Библии, признанных церковью как священное писание, без права внесения изменений в текст; 3) догматы, обряды, установленные и узаконенные церковью.

Канцероген(ы) (лат. cancer – рак + *ген*) – он же – канцерогенное вещество, онкоген, вещество или физический агент, способный вызвать развитие злокачественных новообразований или способствующий их возникновению. К ним относятся: полициклические углеводороды, азотокрасители, ароматические амины, асбест и др.

Кариотип (гр. *karyon* – орех, ядро ореха и *typos* – отпечаток, форма) – совокупность хромосом соматической клетки, типичная для данной систематической группы организмов, т.е. хромосомный набор; важнейшая генетическая характеристика вида.

Картезианство – философия приверженцев и продолжателей Декарта (латинизированное имя – Картезий, отсюда название). Исходным пунктом полагает самодостоверность сознания (*cogito, ergo sum* – мыслю, следовательно существую) и теорию врождённых идей, а также последовательный дуализм тела и души и рационалистический математический метод (Декарт – основатель *метода* в науке, наряду с Фрэнсисом Бэконом).

Картина мира – совокупность мировоззренческих знаний о мире; «совокупность предметного содержания, которым обладает человек» (немецкий философ Ясперс). Различают чувственно-пространственную, духовно-культурную и метафизическую картины мира, а также физическую, биологическую, философскую картины мира.

Катаболизм (диссимиляция на клеточном уровне) (гр. *katabole* – сбрасывание вниз, разрушение) – ферментативные, физиолого-биохимические реакции (процессы) *метаболизма*, направленные на расщепления сложных органических соединений (в т.ч. пищевых), усвоенных клеткой, а также обновление её тела. В ходе катаболизма происходит непрерывное выделение энергии на клеточном уровне.

Катализ (гр. *katalysis* – разрушение) – возбуждение химических реакций или изменение скорости их протекания посредством добавления особых веществ – *катализаторов*, не участвующих непосредственно в реакции, но изменяющих ход ее протекания.

Катализаторы (см. *катализ*) – вещества, как правило, ускоряющие (в противоположность *ингибиторам*) скорость химических реакций. Катализаторы не смещают равновесие, а изменяют скорости прямой и обратной реакций, способствуют скорейшему достижению равновесия. Биологические катализаторы – *ферменты (энзимы)*.

Катастрофа (гр. *katastrophe* – переворот) – внезапное бедствие, событие, влекущее за собой тяжелые последствия, в т.ч. катастрофа эволюционная – относительно внезапное (в геологическом масштабе времени) исчезновение или возникновение большого числа форм живого, катастрофа экологическая, возникающая из-за каких-либо природных (засуха, наводнение, пожар и т.д.) или технических катаклизмов (разлив нефти при аварии танкеров, утечки или аварии на АЭС и т.п.).

Категории (гр. *kategoria* – высказывание, признак) – 1) (в философии) пер-вопонятия, «родовые понятия» (Кант); наиболее общие, основополагающие понятия, классы, типы, отражающие наиболее существенные свойства и отношения предметов, явлений объективного мира (материя, пространство, время, движение, причинность, качество, количество и т.д.); основателем учения о категориях является Аристотель, который различал 10 категорий (единичного и общего): сущность, количество, качество, отношение, место, время, действие, страдание, обладание, самонахождение (положение), тогда как Платон выделял 4 другие категории: идентичность, отличие, постоянство, изменчивость; Декарт и Локк различали 3 категории: субстанция, состояние (модус), отношение; 2) разряд, группа предметов, явлений, лиц, объединенных общностью каких-либо признаков.

Каузальность (лат. *causa* – причина) – причинность, действительность, закономерная связь причины и действия. Как принцип (каузальный принцип или закон), каузальность понимается так: каждое явление имеет причину (вызвано, является действием) и одновременно является причиной другого явления; или же – без причины ничто не появляется. Причина и действие образуют цепь из прошлого через настоящее в будущее (каузальная связь). Принцип причинности в философии впервые четко сформулировал Демокрит, а причинную связь – стоики и Эпикур. В новейшей физике (XX в.) отрицается неограниченная применимость принципа каузальности в области микромира; он применяется как рабочая гипотеза, как эвристический принцип, как вероятностное правило. Каузальный – причинный, соответствующий причинному закону.

Качество – сложное философское и мировоззренческое понятие: свойство, специфика, «как» и «что» вещи; обозначает первоначальное и подлинное единство или многообразие реальности без её какого-либо предполагаемого расчленения, которое может тем самым свести качество к количеству в результате пересчета качества одного и того же вида. В философии существует подразделение качества на объективные и субъективные (Демокрит, Галилей), либо на «первичные» и «вторичные» (Локк), либо, напротив, объективными априорными (идеальными) и апостериорными (реальными) (Кант), тогда как Аристотель придерживался только одной объективной стороны качества. Сведение качества к количеству – основная тенденция современного естествознания.

Квazarы (англ. *quasar*, *сокр.* от – *quasistellar radiosource* – *букв.* квазизвёздный источник излучения) – мощные внегалактические источники электромагнитного излучения, превосходящие излучение обычных галактик в десятки раз; космические объекты чрезвычайно малых угловых размеров, по-видимому, активные ядра далеких галактик. Имеют рекордно высокое *красное смещение* спектральных линий, указывающее на их чрезвычайную удалённость от Млечного Пути (нашей Галактики).

Квазичастицы (лат. *quasi* – якобы, как будто + частицы) – *кванты* элементарных возбуждений систем многих взаимодействующих частиц (кристаллов, жидкостей, *плазмы*, ядерной (нейтронной) материи и т.д.). Как и обычные (реальные) частицы, характеризуются *энергией, импульсом, спином* и др. квантовыми свойствами объектов микромира.

Квант (лат. quantum – сколько) – нечто численно измеримое; определённая величина. Квант энергии – конечное количество энергии, которое излучается или поглощается какой-либо микросистемой (ядерной, атомной, молекулярной) в элементарном (одиночном, единичном) акте взаимодействия. В физическую науку понятие кванта введено немецким физиком Максом Планком в 1900 г.

Квант действия (см. *квант*) – одна из фундаментальных мировых констант природы, введённая в научный обиход Максом Планком; физически связана с *корпускулярно-волновым дуализмом* объектов микромира (микрообъектов).

Квантовая (волновая) механика – теория, устанавливающая способ описания и законы движения квантовых микрообъектов (электронов, атомов, молекул). Использует в своей физической основе концепцию (*гипотезу*) о *волнах материи Луи де Бройля* и идеологию корпускулярно-волнового дуализма микрообъектов. В основе механики лежит волновое уравнение Эрвина Шрёдингера, данное им в 1926 г.

Квантовая теория поля – релятивистская квантовая теория физических взаимодействий микрообъектов, посредством 1) квантов электромагнитного поля (квантовая электродинамика), 2) квантов слабого (обуславливающего распад микрообъектов) взаимодействия, объединённых в современной теории в единое электрослабое взаимодействие, а также 3) квантов сильного (ядерного) взаимодействия. Теория сильных взаимодействий получила название *квантовой хромодинамики*.

Квантовая хромодинамика (*квант* + гр. chromatōs – цвет) – квантовополевая теория сильного (ядерного) взаимодействия, т.е. взаимодействия, осуществляющегося в протонах, нейтронах, других тяжёлых элементарных частицах (*адронах*) посредством *кварков и глюонов* (аналог *фотонов* в *квантовой механике* – электродинамике). Одно из важных квантовых свойств (чисел) кварков – цвет (хром) – дало название данной науке. В отличие от фотонов, взаимодействие между которыми ослабляется по мере их удаления друг от друга, у глюонов взаимодействие, напротив, возрастает. Предполагается, что именно это свойство определяет короткодействие ядерных сил, невозможность разорвать связи между кварками, а отсюда отсутствие свободных кварков и глюонов.

Квантовые переходы (в атомах, молекулах) – скачкообразные переходы квантовой системы (атома, молекулы, атомного ядра, кристалла) из одного возможного состояния в другое. Правила квантовых переходов впервые были установлены датским физиком Нильсом Бором в 1914 г. Природа квантовых скачков не известна до сих пор.

Квантовый генератор – другие названия *мазер* и *лазер*, источник когерентного электромагнитного излучения, действие которого основано на вынужденном (индуцированном) излучении фотонов атомами, ионами и молекулами. Мазер излучает в радиодиапазоне (микроволновом диапазоне), лазер – в оптическом диапазоне.

Квантор (лат. quantum – сколько) – символ, используемый для обозначения некоторых операций математической логики, одновременно логическая операция, дающая количественную характеристику области предметов, к которым относится выражение, получаемое в результате её применения. Обычно

используются два квантора: 1) квантор общности (символ x читается: «для любого x », «для каждого x », «для всех x »); 2) квантор существования (символ x читается: «существует x », «найдется x »).

Кварки – гипотетические частицы с дробным электрическим зарядом, из которых, возможно, состоят некоторые элементарные частицы, по крайней мере, все *адроны* (при этом *барионы* из трёх кварков, а *мезоны* – из двух кварков, точнее, довольно сложных суперпозиций из кварков и антикварков разных типов – ароматов). Наряду с электрическим зарядом, спином, кварки обладают специфическим квантовым числом – цветом, подразделяясь на 6 типов (ароматов): u, d, s, c, b, t .

Квинтэссенция (лат. *quinta essentia* – «пятая сущность») – к ранее определённым в милетской (ионийской) школе четырём элементам (*первоэлементам*, стихиям) – воздуху, воде, огню, земле – пятый элемент у Аристотеля, *эфир*, но по своей важности, фундаментальности – наипервейший; в переносном смысле – наиболее существенное, лучшее, суть дела.

Кельвина (абсолютная) шкала температур – то же, что термодинамическая температурная шкала, абсолютная шкала температур, не зависящая от свойств термометрического вещества (начало отсчёта – абсолютный нуль температур, он же по шкале Цельсия равен $273,16^{\circ}$).

Кеплера законы движения планет – три закона движения планет, эмпирически открытые немецким астрономом Иоганном Кеплером в начале XVII в. *Первый закон*: каждая планета движется по эллипсу, в одном из фокусов которого находится Солнце. *Второй закон*: каждая планета движется в плоскости, проходящей через центр Солнца, причём радиус-вектор планеты описывает площади, пропорциональные времени. *Третий закон*: квадраты времён обращения планет вокруг Солнца пропорциональны кубам их средних расстояний от Солнца. Законы Кеплера сыграли решающую роль для обоснования закона всемирного тяготения Исааком Ньютоном.

Кибернетика (гр. *kybernetike* – искусство управления) – наука об общих принципах управления, связи и переработки информации в машинах, живых организмах и обществе, наука о самоуправляющихся машинах, в частности о машинах (устройствах) с электронным управлением («электронный мозг»).

Кинематика (гр. *kinēma* (*kinēmatjs*) – движение) – раздел классической (ньютоновой) механики, в котором изучаются геометрические свойства движения (траектории, пути) тел без учёта их массы и действующих на них сил. Исходными в кинематике являются представления о *пространстве* и *времени*, их производные – скорость, ускорение.

Кинетика (гр. *kinētikos* – приводящий в движение) – раздел классической механики, объединяющий *статику* и *динамику*. Различают: 1) кинетику биологических процессов или кинетику физико-химических процессов в организмах, изучающую соотношение скоростей реакций обмена веществ, определяющих направление и ход процессов жизнедеятельности; 2) кинетику физическую, изучающую неравновесные термодинамические процессы; 3) кинетику химическую, изучающую скорости и механизмы химических реакций.

Кислород (лат. *Oxygenium*) – химический элемент VI группы периодической таблицы. В свободном состоянии встречается в виде обычной молекулы

(газа без запаха и цвета) и в виде озона (газа с резким кислым запахом). Химически, после фтора, самый активный неметалл. Большинство других элементов кислород окисляет, как правило, с выделением энергии. При повышении температуры скорость окислительной реакции возрастает и может начаться горение. Большинство живых организмов получают необходимую энергию для жизни за счет биологического окисления различных веществ кислородом, поступающим в организм при дыхании. Самый распространённый на Земле химический элемент – общая его масса около половины массы земной коры, почти 90% в составе воды и около 70% по массе в тканях живых организмов.

Кислота дезоксирибонуклеиновая – см. ДНК.

Кислота нуклеиновая (полинуклеотид) – высокомолекулярное органическое соединение, образованное остатками *нуклеотидов*, выполняющих роль строительных блоков. Последовательность нуклеотидов в кислоте определяет её первичную структуру, кислоты присутствуют в клетках всех живых организмов, выполняя важнейшие функции по хранению, передаче и реализации *генетической информации*. В организмах находятся как в свободном состоянии, так и в комплексах с белками (*нуклеотидами*). Различают *дезоксирибонуклеиновые (ДНК)* и *рибонуклеиновые (РНК) кислоты*.

Кислота рибонуклеиновая – см. РНК.

Кислотные дожди – вызываются присутствием в атмосфере двуокисей серы и азота, которые появляются благодаря процессам окисления серы и азота при горении ископаемого горючего. Дальнейшее окисление происходит в облаках, реакции в которых катализируются озоном, аммиаком и негорючими углеводородами, и продукты этих реакций, соединяясь с водой, выливаются на землю в виде кислотных дождей, нанося ей и населяющим её живым организмам вред и значительный ущерб.

Китайская философия – подразделяется на 4 основных этапа, охватывающих период с времён от VI в. до н.э. до конца XX в.: 1 *этап* (предыстория – до VI в. до н.э.) характеризуется господством особого космогонического учения, своеобразного культа неба, который не только объясняет движение звёзд закономерностями естественных процессов, но и связывает их с судьбами государств и отдельных людей, а также, что характерно для восточных цивилизаций, с заповедями морали. В философии появляются две основные категории, первичные субстанции или силы *ян* и *инь*, наполняющие Вселенную, порождающие и сохраняющие в ней жизнь. Они же обуславливают сущность 5 элементов природы (см. также *греческая философия*): металла, дерева, воды, огня, земли; 5 естественных состояний: влаги, ветра, тепла, сухости, холода; 5 основных человеческих функций: мимики, речи, зрения, слуха, мышления и 5 основных *аффектов*: заботы, страха, гнева, радости, созерцательности; 2 *этап* (древний, классический (VI–II в. до н.э.) в VI в. ознаменован деятельностью двух величайших философов – Конфуция и Лао-цзы. Конфуций проповедовал две главные добродетели: человеколюбие и почтительность к старшим, а Лао-цзы указывал путь человека к добродетели – дао, понимаемом им как разновидности персонифицированного божества, величайшего существа, первопричины всего бытия, к которой всё снова возвращается, и человека, отчасти думающего, отчасти действующего на этом

пути. В конце этапа философы начали подвергаться преследованию, а их книги – сожжению; 3 *этап* (средневековый – II в. до н.э. – X в. н.э.) характерен полемикой между конфуцианством и даосизмом и проникшим в Китай буддизмом. Появляются первые натурфилософы, философы-материалисты, укрепляется конфуцианство, в конце этапа появляется та форма конфуцианства, которая и по сей день играет значительную роль; 4 *этап* (новое время – с X в. по н.в.) ознаменован *стагнацией* философской мысли, характеризуется догматизацией конфуцианства и причислением самого Конфуция к лику святых, в то же время гонением на даосистов, вплоть до формального его запрещения в 1183 г. В Китай проникает христианство, вновь возникает напряжение. Последними значительными китайскими философами можно назвать Сунь Ятсена и Гу Хунмина.

Класс (лат. *classis* – разряд) – термин для обозначения множества элементов, обладающих некоторыми свойствами, признаками; в биологии – одна из высших систематических *категорий*, или *таксонов*, объединяющих родственные отряды животных или порядки растений, например, класс млекопитающих, класс птиц и т.д.

Классик (лат. *classicus* – первоклассный, образцовый) – выдающийся деятель науки (Аристотель, Платон, Галилей, Ньютон, Менделеев, Вернадский, Эйнштейн и др.), искусства (Рембрант, Леонардо да Винчи, Пикассо, Репин, Чайковский, Станиславский и др.), литературы (Гомер, Сервантес, Достоевский, Пушкин, Лев Толстой и др.), труды и произведения которого имеют непреходящую ценность для национальной и мировой культуры и *цивилизации*.

Классика (см. *классик*) – стремление к спокойствию, порядку, гармонии, мере; общепризнанные произведения науки, литературы, искусства, имеющие непреходящее значение для мировой и национальной культуры. Противопоставляется страстности, мрачности, беспорядочности, необузданности, свойственным, например, барокко и романтизму. Классическим считается высший период развития античной (греческой) культуры.

Классификация (лат. *classis* – разряд + *facere* – делать) – система иерархических соподчинённых понятий (классов объектов, явлений) в какой-либо отрасли знания, составленная на основе учёта общих признаков объектов и закономерных связей между ними (см., например, *систематика*, *периодическая таблица элементов Менделеева*); систематическое деление и упорядочение понятий и предметов.

Классическая механика – часть *классической физики*, изучающая так называемые механические явления, т.е. движение и равновесие под действием механических сил: упругости, тяготения и трения, без обсуждения природы и происхождения этих сил. Основные характеристики тел – *масса*, *форма*, *размеры* и упругие свойства.

Классическая физика – часть *физики*, объединяющая изучение объектов, явлений и процессов на основании следующих представлений: 1. Объекты делятся на два вида – вещество (тела) и (силовое) поле. Основной признак вещества – *корпускулярность* (дискретность), поля – *континуальность* (сплошность) и осуществление взаимодействия между веществами (телами). 2. Свойства тел сводимы к свойствам их составных частей; *корпускулы* вещества обладают только

(инертной) массой m и электрическим зарядом q . 3. В каждый момент времени физический объект находится в строго определённом состоянии, и дальнейшее изменение его состояния во времени происходит непрерывно. 4. Законы физики (см. *законы динамики Ньютона*) позволяют однозначно определить будущее состояние объектов по их состоянию в данный момент времени (см. *детерминизм, каузальность, причинность*). Физические теории, основанные на этих представлениях, называются классическими теориями. Классическую физику условно можно подразделить на *классическую механику, электродинамику, статистическую физику и термодинамику*.

Кластер (англ. cluster – гроздь, скопление) – совокупность (скопление) однотипных объектов (например, звёздное скопление, атомный и молекулярный кластеры). На основе кластеров образуются так называемые (искусственные) кластерные материалы – сверхпроводники, в т.ч. высокотемпературные, полупроводники микро- и наноэлектроники, полимеры со специальными свойствами и т.д.

Клетка – основной элемент живых организмов (систем), основа строения и жизнедеятельности всех животных и растений, определяющая их структурные, функциональные и воспроизводящие свойства (характеристики, признаки). Клетки существуют как самостоятельные организмы (например *вирусы*) и в составе многоклеточных организмов (например, в теле новорожденного человека 2 трлн клеток), в которых имеются половые клетки (*гаметы*), служащие для размножения, и клетки тела (соматические), различные по строению и функциям (нервные, костные и др.). По размерам клетки варьируют от 0,1–0,25 мкм (бактерии) до 155 мм (яйцо страуса в скорлупе). В клетке можно выделить две основные части: *ядро и цитоплазму*, в которой находятся *органеллы* и включения. Биологическая наука, изучающая клетки – *цитология*.

Клеточная теория – впервые сформулирована немецким биологом Теодором Шванном в 1838–1839 г. как одно из крупнейших биологических обобщений, утверждающее единую общность происхождения, принципов строения и развития организмов на основе единого структурного элемента – *клетки*. Первым наблюдал и установил клеточное строение тканей и ввёл термин «клетка» английский естествоиспытатель Роберт Гук в 1665 г.

Клеточный цикл – это жизнь *клетки* от одного деления (*митоза*) до другого. Продолжительность клеточного цикла у бактерий может составлять всего 20–30 мин, а у клеток *эукариот* цикл обычно длится не менее 10–12 часов, часто сутки и более (у самых ранних зародышей – до 15–20 мин), у человека от 8 до 24 часов (при этом заменяются клетки кожи, эпителий кишечника и лёгких, клетки крови – всего около 10¹¹ клеток в день). Клеточный цикл состоит из двух фаз – собственно деления клетки (митоза) и промежутка между делениями – интерфазы (на неё приходится более 90% всего времени цикла).

Клон(ы) (гр. klon – ветвь, отпрыск) – ряд следующих друг за другом поколений наследственно однородных потомков одной исходной клетки или особи (растения, животного, микроорганизма), образующихся в результате бесполого (вегетативного) размножения. Все клоны развиваются из клеток, уже прошедших *мейоз*. Клоном у человека принято называть только однояйцевых близнецов

(клоны одной *зиготы*). По генетической однородности к клонам приближаются (но не равны им) чистые линии животных и растений, получаемые путём близкородственного скрещивания (см. *инбридинг*). В настоящее время термин клон стали применять также к *гену*, искусственно выделенному из какого-либо организма, а затем встроенному в *геном бактерии* и размножаемому в ней.

Клонирование (см. *клон*) – образование идентичных потомков (клонов) путем бесполого размножения. В 1997 г. в Великобритании осуществлено первое клонирование млекопитающих (овечка Долли) путём пересадки ядра соматической клетки в лишённую ядра яйцеклетку, культивирования эмбриона и последующей его пересадки в организм приемной матери. Сама Долли в 1998 г. дала полноценное потомство. В 2002 г. в Италии незаконно начаты опыты по клонированию человека.

К-мезоны (каоны) (гр. *mesos* – промежуточный, средний) – элементарные нестабильные частицы, массы которых лежат между массой электрона и массой протона (отсюда название), а точнее, составляют около 970 масс электрона. Относятся к *классу адронов*, не имеющих *барионного заряда*.

Коацерваты (от лат. *coacervatus* – накопленный, собранный) – в коллоидном растворе – капельки или слои с большей концентрацией коллоида, чем окружающий раствор. В гипотезе *происхождения жизни* Александра Опарина – пра-организм.

Ковалентная связь (лат. *co* – с, вместе + *валентность*) – иначе называется атомная связь, гомеополлярная связь – 1) тип химической связи, которая образуется за счёт взаимодействия неспаренных электронов с противоположной ориентацией спинов, или, другими словами, 2) связь, характеризующаяся симметричным расположением (относительно атомных ядер) электронной плотности обобществленных электронов.

Когерентность (волн, колебаний, излучения) (лат. *cohaerentia* – сцепление, связь; *cohaerere* – быть связанным) (в физике) – согласованное во времени протекание не менее двух колебательных, волновых или излучательных процессов, разность фаз которых постоянна; при сложении когерентных волн они либо усиливают, либо ослабляют друг друга, что называется *интерференцией волн*; в широком смысле – взаимосвязь, утверждение в виде принципа когерентности означает, что все существующее находится во взаимосвязи.

Когнитивное(сть) (лат. *cognitio* – знание, познание) – соответствующий когниции (познанию), познаваемый (ость).

Код (фр. *code* – сборник условных сокращенных обозначений и названий) – система символов и однозначных правил их интерпретации, используемая для представления (кодирования) информации в виде набора из таких символов для передачи, обработки и хранения (запоминания). Конечная последовательность кодовых знаков называется словом. В современных вычислительных машинах широкое распространение получили двоичные коды.

Код генетический (наследственный) – свойственная живым организмам единая кодовая система хранения наследственной информации в молекулах *нуклеиновых кислот* (в виде соответствующей последовательности *нуклеотидов*). Символами генетического кода выступают начальные заглавные буквы русского

или латинского алфавита названий четырех азотистых оснований нуклеотидов: А (А) – аденин, Г (G) – гуанин, Ц (C) – цитозин, Т (T) – тимин в молекулах ДНК и У (U) – урацил в молекулах РНК. Группы из трёх указанных символов образуют единицы генетического кода – *кодоны*, последовательность которых представляет графическое выражение генетического кода. Именно кодон предписывает включение определённой *аминокислоты* в синтезируемую молекулу белка.

Кодон (триплет) (см. *код*) – единица *генетического кода*: состоит из трёх последовательно расположенных *нуклеотидов* в молекуле ДНК или РНК. Последовательность кодонов в *гене* определяет последовательность *аминокислот* в *полипептидной* цепи белка, кодируемого этим геном. Всего кодонов 64, из них 61 кодируют включение 20 аминокислот, а 3 служат своеобразными знаками *пунктуации*, оканчивающими процесс синтеза полипептида (см. также *код генетический*).

Количество – философская и обыденная *категория*, выражающая внешнюю определённость объекта: его величину, число, объём, степень развития свойств и др.; о количестве спрашивают: «сколько», «как много», «как долго».

Количество движения – то же что *импульс* – мера механического движения, равная произведению массы тела *m* на его скорость *v*. Вектор количества движения совпадает по направлению с вектором скорости.

Коллапс (лат. *collapsus* – упавший) – (в медицине) угрожающее жизни состояние, внезапно наступающая сосудистая недостаточность, характеризующаяся резким падением артериального и венозного кровяного давления и ухудшением кровоснабжения жизненно важных органов (гипоксией – кислородным голоданием); (в астрофизике) в эволюции звёзд имеет место в определённых условиях *гравитационный коллапс* – катастрофически быстрое сжатие звезды, вплоть до *гравитационного радиуса*.

Коллективное бессознательное – термин, принадлежащий швейцарскому психиатру Карлу Юнгу и обозначающий одну из форм бессознательного (части психики, содержащей *воспоминания* и *импульсы*, не осознаваемые *индивидом*), общую для человечества в целом и являющуюся продуктом наследуемых структур мозга. Согласно Юнгу, коллективное бессознательное содержит *архетипы*, или общечеловеческие первообразы и идеи.

Коллоиды (гр. *colla* – клей + *eidos* – вид) – то же что коллоидные системы – *дисперсные системы*, промежуточные между истинными растворами и грубодисперсными системами – *суспензиями* и *эмульсиями*; жидкие коллоидные системы – золи, студнеобразные – гели.

Колония (лат. *colonia* – поселение) – (в биологии) группа совместно живущих особей одного или нескольких видов, способных жить самостоятельно, но либо выполняющих различные функции, либо служащие как бы органами целого. Выделяют четыре типа колоний: 1) объединение организмов одного вида, возникающее вследствие того, что дочерние особи при бесполом размножении не отделяются от материнского организма; 2) объединение специализированных особей типа общественных насекомых (муравьи, пчёлы, термиты и др.); 3) совокупность аналогичных особей, выигрывающая от объединения в борьбе за су-

ществование (колониальные млекопитающие, птицы и др.); 4) скопления микроорганизмов одного вида в богатой питательной среде.

Комбинация (лат. *combinatio* – соединение) – 1) сочетание, взаимное расположение чего-либо (например цифр, игральные карты); 2) совокупность объединенных единым замыслом приемов, действий и т.п.; 3) объединение, соединение однородного в мышлении; 4) ухищрение, уловка. Комбинаторика – раздел математики, в котором изучаются простейшие соединения: перестановки, размещения, сочетания.

Коммуникация (лат. *communication* и *communicare* – делать общим, связывать; общаться) – процесс (акт) общения социальный или технический, основанный на обмене информацией (актами аргументации, понимания и др.).

Коммутативность (лат. *меняющийся(ся)*) – выражается в виде коммутативного (переместительного) закона, математического закона независимости результата от перестановки элементов: $a+b = b+a$, $ab = ba$.

Комплекс (лат. *complexus* – связь, сочетание, *complexio* – связывание, соединение) – совокупность, сочетание предметов, действий, явлений или свойств, составляющих одно целое; с точки зрения психологии нерасчлененное целое, например комплекс представлений.

Комплекс Гольджи – см. *Аппарат Гольджи*.

Комплементарность (лат. *complementum* – дополнение) – пространственная взаимодополняемость молекул или их частей, приводящая к образованию водородных связей. Особую роль комплементарность играет в молекулах нуклеиновых кислот – ДНК, где две полинуклеотидные цепи в результате комплементарного взаимодействия пар пуриновых и пиримидиновых основания (А – Т, Г – Ц) образуют двуспиральную молекулу. Комплементарные структуры подходят друг к другу как ключ к замку. Комплементарный – дополняющий.

Компонент (лат. *componens (componentis)* – составляющий) – составная часть чего-либо, элемент какого-либо химического соединения.

Компонента (см. *компонент*) – составная часть.

Конвекция (лат. *convectio* – привоз, принесение) – перенос теплоты в газах и жидкостях вместе с движущимися массами (потоками) вещества. В поле тяготения Земли конвекция происходит благодаря подъёму нагретых (менее плотных) масс воздуха в одном месте и опусканию холодных (более плотных) в другом, вследствие чего возникают потоки воздуха, переносящие теплоту от тёплых мест к холодным. В помещениях может быть создана искусственная конвекция за счёт локальных нагревателей (кондиционеров, калориферов, печей и др. путём).

Конвенционализм (лат. *convention* – соглашение) – принцип познания, а также философское учение А. Пуанкаре, согласно которому истинность научного знания определяется соглашением (конвенцией) между учёными, обусловленными причинами целесообразности, удобства, экономии, простоты и пр.

Конвергенция (конвергентность) (лат. *convergere (con – вместе + vergere – сближаться)* – приближаться, сходиться) – 1) схождение, сближение; 2) (в биологии) появление в результате *эволюции* сходных анатомо-морфологических, физиологических и(или) поведенческих черт у относительно далеких по происхо-

ждению групп организмов (например, близкая форма тел у рыб (акул, тунцов) и у китов, кашалотов и млекопитающих); 3) сближение свойств систематических родственных групп до слияния их в ходе скрещивания в один вид; 4) в естественных науках – постепенное приближение результатов исследования к определённом конечному значению, которое можно рассматривать как объективное; сближение различных методов исчисления с одним, ведущим к цели, сведение всех теоретических систем к одной системе, доказавшей свою пригодность. Так, например, открытие *кванта действия* Планком позволило установить не разобщённость и первичность массы и энергии, а первичность суммы квантов действия, заполняющих одновременно и пространство, и время; то же, но исходя из других положений, установила *специальная теория относительности* Эйнштейна. Факт конвергентности представляет собой серьёзную, не подлежащую сомнения гарантию возможности реальной объективной действительности нашего познания природы.

Конденсация (лат. *condensatio* – уплотнение, сгущение) – процесс перехода газообразного вещества (например насыщенного пара) в жидкость или твёрдое тело при температуре ниже некоторой критической; осуществляется сжатием или охлаждением пара и сопровождается выделением теплоты, в т.ч. при переходе в сверхпроводящее состояние газа из электронов.

Конечность(ый) – то же что финитность(ый), свойство вещей, имеющих протяжение (ограниченность); финитность распространяется также на некоторые количественные характеристики явлений; в философском смысле – ограниченность и временность земного бытия вообще, причём в этом значении толкуемая конечность имеет оттенок принципиальной возможности дальнейшего, *потустороннего* бытия.

Конкретное (лат. *concretus* – густой, сгущённый, уплотнённый) – реально существующее, предметное, вещественное, данное в чувствах; в философии общее понятие, обогащённое частными знаниями. Противоположно *абстрактному*, отвлечённому.

Константа (лат. *constans* – постоянная) – постоянная величина. Постоянство величины x обозначается символически записью $x = \text{const}$.

Константы мировые (см. *константа*) – они же фундаментальные мировые постоянные, физические константы, фундаментальные физические постоянные – физические постоянные, входящие в фундаментальные физические законы (например закон всемирного тяготения) или являющиеся характеристиками микрообъектов или процессов микромира. К таким мировым константам относят гравитационную постоянную Ньютона, постоянную (*квант действия*) Планка, скорость света в пустоте (вакууме), электрический заряд электрона.

Консументы (лат. *consumo* – потребляю) – организмы, потребляющие готовые органические вещества, создаваемые *продуцентами*, но без разложения до простых минеральных *компонентов*. В *экосистеме* консументы играют роль управляющего звена, подразделяются на первичных, поедающих растительную пищу, и вторичных, поедающих животную пищу.

Континент (лат. *continens* – материк) – крупный участок суши, окружённый со всех или почти со всех сторон океанами и морями. На земном шаре в на-

стоящую эпоху существует шесть континентов: Евразия (Европа + Азия), Северная Америка, Южная Америка, Африка, Австралия и Антарктида.

Континуум (лат. *continuum* – непрерывное, сплошное) – 1) (в математике) непрерывное многообразие, например, совокупность всех точек прямой или какого-либо её отрезка, эквивалентная совокупности всех действительных чисел; 2) (в физике) сплошная материальная среда, свойства которой изменяются в пространстве непрерывно; в теориях относительности Эйнштейна возникли представления об единичных четырёхмерных пространствах-времени (континуумах) Минковского (неевклидов континуум) и Римана (риманов континуум), как некоторых математических построениях, имеющих тот физический смысл, что континуум связи всего происходящего – духовного и материального – реально существует; 3) (в философии) считается, что подобный континуум постижим только как чистая *абстракция* и что только абстрактное мышление способно создавать непрерывность (континуитивность, континуальность), тогда как жизнь, конкретный мир переходит из одного состояния в другое внезапно, вдруг, через «скачок», скачком (см. *квантовые переходы*); 4) в широком смысле – непрерывность, неразрывность явлений, процессов.

Контракционная гипотеза Бомона – (в геологии) гипотеза, объясняющая изрезанность земной поверхности за счёт тектонических сжатий (контракции) и деформации первоначально чрезвычайно нагретого земного шара в результате уменьшения объема внутренних подкорковых масс, происходящего, в свою очередь, из-за общего охлаждения внутренних оболочек Земли. Выдвинута французским геологом Эли де Бомоном в 1852 г.

Конфигурация (лат. *configuratio* – придание формы, расположение) – 1) взаимное расположение предметов или их частей, образующих какую-либо фигуру; 2) внешнее очертание чего-либо.

Конформный (лат. *conformis* – сходный) – подобный, согласный; (в математике) отображение одной области на другую (например, в геодезии отображение земной поверхности на карту); конформист (в осуждающем смысле) – тот, кто некритически присоединяется к суждениям, господствующим его кругах; конформизм – поведение конформиста.

Концентрация (лат. *concentratio* от *con* – с, вместе + *centrum* – центр, средоточие) – 1) сосредоточие, скопление, насыщенность; объединение; 2) (в физике, химии) величина, выражающая содержание (*количество*) данного компонента в определенном количестве смеси, растворе, сплаве.

Концептуальная структура (см. *концепция* и *структура*) – инвариантная смысловая структура знания вне зависимости от языка представления (выражения); сжатое, компактифицированное знание, его сущность, экстракт, квинтэссенция, позволяющая сохранять и передавать (транслировать) целостность знания, упорядочивать знание.

Концепция (лат. *conception* – соединение, совокупность, система, формулировка, словесное выражение, зачатие, хранилище, резервуар) – 1) система связанных между собой взглядов на то или иное понимание явлений, процессов; 2) единый, определяющий замысел, ведущая мысль какого-либо произведения,

научного труда и т.д.; внезапное рождение идеи, основной мысли, научного или творческого мотива.

Кооперация (лат. cooperation – сотрудничество) – наиболее общо, широко, целостная совокупность взаимодействующих и взаимосвязанных равноправных элементов некоторыми определенными соотношениями, обусловленными взаимодействием их внутренних структурных свойств со структурными свойствами внешней (окружающей) среды. Все сложные природные системы (от *адронов* до человеческого общества) могут рассматриваться как кооперативные.

Координаты (лат. со – совместно + ordinatus – упорядоченный) – 1) в широком смысле – основные моменты, определяющие данность; 2) (в математике) числа, заданием которых определяется положение точки на прямой, на плоскости или в пространстве; так, в декартовых (прямоугольных, ортогональных) координатах положение точки на плоскости определяется двумя числами, а в системе плоскостей в пространстве – тремя числами. В случае многомерных (четырёхмерных и более) пространств, применение ортогональных координат невозможно.

Координация (см. *координаты*) – 1) взаимосвязь, приведение в соответствие, соподчинение; 2) (в логике) – согласование, взаимное сопоставление равноценных предметов или понятий; 3) (в физиологии) гармоничное совместное действие различных мышц или групп мышц при тех или иных сложных движениях.

Кора больших полушарий (головного мозга), см. *головной мозг*.

Кора Земли, см. *геосферы*.

Корпускулы (лат. corpusculum – тельце) – элементарные тела, составные элементы макроскопических тел; частицы в классической (неквантовой, микроскопической) физике, считающиеся очень маленькими элементами вещества. Представления о корпускулах менялись с течением времени. Так, Ломоносов считал, что из «корпускулов» (в современной терминологии – молекул) состоят все тела, содержащие некоторое количество «элементов» (атомов). Некоторое время считалось, что атомы состоят из корпускул, т.е. из протонов, нейтронов, электронов; иногда и сейчас *кванты* света называют корпускулами, что неверно. Корпускулярные свойства заключаются в том, что переносящие их объекты имеют массу, заряд, энергию, спин и т.д., сосредоточены в их предполагаемом очень малом объёме и переносятся вместе с ними. Противоположность – *волны и волновые свойства*.

Корпускулярно-волновые свойства частиц – наличие у микрообъектов двух противоположных свойств – *корпускулярных* и *волновых*, которые неразрывно связаны между собой и которые одновременно присущи микрообъектам, действуют и определяют поведение их в различных условиях микромира. (См. также *волны материи* и *де Бройля гипотеза*.)

Корпускулярно-волновой дуализм – наличие корпускулярных свойств (см. *корпускулы*) у физических полей и волновых свойств (см. *волны материи*) у элементарных частиц (микрообъектов), неотделимых одно от другого. Примером является корпускулярно-волновой дуализм у электромагнитного поля и у фотонов: в явлениях дифракции и интерференции проявляются волновые свойства этих микрообъектов, а в явлениях фотоэффекта, комптоновского рассеяния,

выявляются их корпускулярные свойства. Корпускулярно-волновой дуализм – один из важнейших квантовых принципов микромира.

Корреляция (лат. *correlatio* – соотношение) – 1) взаимное соотношение предметов, понятий, взаимозависимость; 2) (в математике) понятие, которым отмечают связь между явлениями, если одно из них входит в число причин, определяющих другие, или если имеются общие причины, воздействующие на эти явления; 3) (в биологии) взаимная приспособленность, согласованность, соотнесённость всех органов, всех частей тела друг с другом, так что вообще изменение одного органа или одной части тела влечёт за собой изменение остальных. Подобная корреляция имеет место в области психологии и социологии. В биологию термин «корреляция» ввёл французский биолог Жорж Кювье.

Космические лучи – поток стабильных частиц (около 90% протоны, около 7% альфа-частицы (ядра гелия), электроны, позитроны, тяжёлые атомные ядра и гамма-фотоны (высокоэнергичное электромагнитное излучение), приходящих на Землю из глубин Вселенной. Наиболее вероятные источники этого потока частиц – вспышки *сверхновых звёзд* и образующиеся при этом *пульсары*.

Космогония (гр. *kosmogonia* – происхождение мира, *kosmos* – Вселенная) – 1) в современном варианте – раздел астрономии и астрофизики о происхождении и развитии (эволюции) небесных тел, их систем, галактик, метagalактики и Вселенной в целом; 2) в религиозных учениях – мифы о сотворении и развитии мира, как правило, связанные с мифами о сотворении человека. Различают три главных вида подобной космогонии: история творения, если она рассматривает мир в целом как продукт божественной воли; история формирования, когда бог формирует мир из вещества, которое мыслится как наличное, но не создается, и история развития, когда материя мыслится вечной, создающей мир в его многообразии своими собственными силами.

Космологическое расширение – нестационарность Вселенной, проявляющаяся в её расширении, в возрастании её размеров из-за постоянного увеличения расстояния (разбегания) между любыми двумя её галактиками, скоплениями галактик, происходящем по единому закону, открытому американским астрономом Эдвином Хабблом.

Космология (*космос* + *логия*) – физическое учение о Вселенной как едином целом; представление о мироздании у разных народов, особенно с позиций его возникновения, через *космогонию*. Развитие космологии идёт от вавилонских и египетских жрецов через Гиппарха, Аристарха, Аристотеля и Птолемея к Копернику, Тихо Браге, Кеплеру, Галилею, Ньютону. В XX столетии решающие открытия в космологии (и космогонии) сделаны Эйнштейном, Фридманом, Хабблом и Гамовым.

Космологические модели – модели Вселенной, точнее наблюдаемой её части – Метагалактики, которые следуют из уравнений теории тяготения Эйнштейна, так называемой общей теории относительности (ОТО). В наиболее общем варианте были даны русским математиком и геофизиком Александром Фридманом и носят название фридмановских. Предполагают три возможных сценария развития: стационарную Вселенную, расширяющуюся и сжимающуюся в зависимости от величины средней плотности материи во Вселенной, вели-

чины, о которой нет убедительных данных. В настоящее время наиболее признанной является модель расширяющейся или «открытой» Вселенной.

Космос (гр. *kosmos* – Вселенная) – мир, мыслимый как упорядоченное единство, целое (в противоположность *хаосу* – беспорядку); первоначальный смысл слова – порядок, гармония, построение, устройство – применялся по отношению к воинскому строю и государственному устройству. По отношению к миру слово «космос» первым употребил Пифагор.

Коферменты (гр. *co* – с, вместе + *fermentum* – закваска) – органическое вещество небелковой природы, устойчивое к температурным воздействиям, очень прочно связанное с молекулой фермента, а потому легко отщепляющееся от него; ряд коферментов – производные витаминов.

Коэволюция (лат. *co* – с, вместе + *эволюция*) – параллельная, совместная эволюция, а точнее, историческая адаптация природы и человечества; взаимное приспособление в ходе эволюции разных форм живого, обитающих совместно (насекомых и опыляемых растений), разных органов одной особи.

Крабовидная туманность – остаток вспышки сверхновой звезды 1054 г., в центре которой находится пульсар, мощный источник электромагнитного излучения широкого спектрального диапазона.

Красное смещение в спектрах излучения небесных тел – явление, по которому установлено *космологическое расширение* Вселенной или так называемое разбегание галактик. Красное смещение возникает из-за удаления источника электромагнитного излучения от приемника (Доплера эффект).

Креативность (лат. *creare* – создавать) – способность создать, сделать или каким-либо иным способом осуществить нечто конкретно новое: новое решение проблемы, новый метод, новое произведение искусства; синоним слова «творческий». Креативность как таковая находится в постоянном противоречии с установившимся, общепризнанным, как дуализм интеллекта и интуиции, сознания и бессознательного, общепринятого и нетрадиционного, сложности и простоты.

Креационизм (лат. *creatio* – создание) – религиозные учения и идеалистические воззрения в биологии, считающие, что возникновение мира, жизни, человека есть результат «божественного творения», отрицающее изменение видов в их историческом развитии; в схоластике точка зрения, согласно которой в результате зачатия возникает только тело, *душа* же создаётся Богом из ничего и соединяется с телом.

Кривизна – величина, характеризующая степень отклонения кривой линии от касательной или кривой поверхности от касательной плоскости. Кривизна кривой в какой-либо её точке равна обратной величине радиуса кривизны в этой точке. Данное понятие обобщается на любые геометрии. Например, в римановой геометрии вводится понятие римановой кривизны пространства как меры отклонения риманова пространства от евклидова. Данная величина оказывается внутренним свойством пространства и выражается так называемым ковариантным тензором кривизны 4-го ранга, т.е. величиной весьма абстрактного характера. Самое большее, на что способен человеческий ум, оценить кривизну трёхмерного риманова пространства, заданного в виде шара, охватывае-

мого двумерной сферой постоянной кривизны: её радиус и есть кривизна шара. См. также понятие *Кривизна пространства-времени*.

Кривизна пространства-времени – характеристика, возникающая в общей теории относительности (теории тяготения) Эйнштейна из-за гравитационного действия материи, а также из-за наличия (до сих пор не установленных, а потому гипотетических) гравитационных волн, проявляющихся в искривлении пространства-времени. Количественной мерой кривизны является тензор кривизны Римана.

Кристаллизация – образование и рост кристаллов из раствора, расплава и газовой фазы. Условием кристаллизации является пересыщение или переохлаждение исходной фазы относительно твёрдой фазы.

Кристаллическая решётка – тип пространственного расположения химических частиц (атомов, молекул, ионов) в кристалле. Точки, места, в которых располагаются химические частицы, называются узлами решётки. Кристаллические решётки делятся в общем на семь больших систем или *кристаллографических систем Фёдорова* (иногда их называют устаревшим словом – сингоний): триклинная, моноклинная, ромбическая, тригональная, тетрагональная, гексагональная и кубическая.

Кристаллическая структура – конкретное пространственное расположение химических частиц (атомов, молекул, ионов) в кристалле. Одному и тому же типу *кристаллической решётки* может соответствовать несколько кристаллических структур.

Кристаллографические системы Фёдорова – они же сингонии, координатные системы, в которых описываются *кристаллы*, имеющие сходные геометрические константы и принадлежащие определённым точечным группам симметрии. Под точечной группой симметрии понимается набор всех неэквивалентных операций симметрии (отражения, повороты, зеркальные отражения и их комбинации), переводящих кристалл в новое положение, неотличимое от исходного, таким образом, что хотя бы одна точка остаётся неподвижной в пространстве. Впервые в полном объёме кристаллографические системы в 230 групп симметрии кристаллов установлены русским кристаллографом и минералогом Евграфом Фёдоровым в 1890 г.

Кристаллы (гр. *krystallos* – (первоначально) – лёд) – твёрдые тела, обладающие периодическим расположением атомов в трёхмерном пространстве и при равновесных условиях образования, имеющие естественную форму правильных симметричных многогранников. Обычные формы кристаллов: тетраэдр, октаэдр, икосаэдр (так называемые тела Платона), квадратная призма. Особое место занимают молекулярные кристаллы, образованные по тому же принципу, что и обычные, но в узлах кристаллической решётки которых находятся молекулы. Примерами этих кристаллов могут быть кристаллы воды, аммиака, бензола.

Критическая масса – количество ядерного вещества (масса), способного к протеканию в нём самоподдерживающейся цепной реакции деления (в количественном отношении от единиц до сотен килограмм ядерного вещества).

Критерий (гр. *criterion* – оценка) – признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо; мерило оценки.

Критерии вида – это признаки вида (совокупность характерных черт, свойств), позволяющие отличить один вид от другого: морфологический, физиологический, географический, экологический, генетический и биохимический. Морфологический критерий базируется на внешнем и внутреннем сходстве особей одного вида; физиологический – заключается в сходстве жизненных процессов, в первую очередь в возможности скрещивания; географический основан на том, что каждый вид занимает определённую географическую территорию или акваторию; экологический – на том, что каждый вид может существовать только в определённых условиях; генетический основан на различии видов по числу и формам хромосом (кариотипам) и биохимический критерий позволяет различать виды по биохимическим параметрам, составу и структуре определённых белков, нуклеиновых кислот и других веществ.

Критика (гр. *kritike* – искусство разбирать, судить) – обсуждение, разбор чего-либо с целью обнаружить ошибку, недостаток; отрицательное суждение о чем-либо; проверка подлинности, истинности путем исследования.

Критический рационализм – философское учение, в соответствии с которым мыслящий индивид должен руководствоваться лишь убеждениями, соответствующими требованиям разума (рацио) и выдержавшими критические испытания со стороны доказательной аргументации (опытной, логической или математической).

Кровь – жидкая ткань (разновидность соединительной ткани), циркулирующая в кровеносной системе позвоночных животных и человека, состоящая из плазмы (около 55% объёма) и клеточных элементов (*эритроцитов, лейкоцитов* и др., составляющих до 45% от объёма крови). Переносит по организму воду, гормоны, кислород, питательные вещества, участвует в регуляции водно-солевого обмена и кислотно-щелочного равновесия в организме, в поддержании постоянной температуры тела, в выносе из тканей продуктов обмена и углекислого газа, в защите организма от чужеродных объектов и веществ (антител). См. также *группы крови*.

Круговорот веществ на Земле – циклически повторяющийся процесс превращения и перемещения веществ в природе, охватывающий все *геосферы* Земли. Складывается из отдельных процессов круговорота химических элементов, воды, газов и др. веществ. Не все из этих процессов обратимы, так как происходит рассеивание вещества, изменение его состава, местная концентрация и т.д. Происходит при обязательном и главенствующем участии живых организмов и человека в *антропогене* (см. *геохронологическая шкала*).

Кулона закон – даёт количественную характеристику силы взаимодействия между двумя точечными (без учёта их собственных размеров) электрическими зарядами, которая пропорциональна величине взаимодействующих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Один из фундаментальных законов природы, лежащий в основании теории электромагнетизма (электродинамики). Установлен французским военным инженером и физиком Шарлем Кулоном в 1785 г.

Кульминация (лат. culmen (culminis) – вершина) – 1) в широком смысле – точка наивысшего напряжения, подъёма, развития чего-либо; 2) (в астрономии) прохождение светила через небесный меридиан, т.е. через наивысшее (верхняя кульминация) или наинизшее (нижняя кульминация) положение светила относительно горизонта; так, верхняя кульминация Солнца определяет истинный полдень.

Культура (лат. cultura) – 1) в первом значении этого латинского слова – обработка и уход за землёй, с тем чтобы сделать её пригодной для человеческих потребностей (отсюда – «культура техники земледелия»); 2) в переносном смысле культура – уход, улучшение, облагораживание телесно-душевно-духовных склонностей и способностей человека; 3) в широком смысле культура – совокупность проявлений жизни, достижений и творчества народа, этноса, суперэтноса. Различие между культурой и *цивилизацией* состоит в том, что культура – это выражение и итог (результат) самоопределения воли народа или индивида («культурный человек»), в то время как цивилизация – совокупность достижений техники, технологий и связанного с ними комфорта.

Купера эффект – (в явлении сверхпроводимости) образование связанных электронных пар в результате их парадоксального притяжения друг к другу при определенных специфических условиях в некоторых металлах, вызванного колебаниями ионов кристаллической решётки (из-за так называемого электрон-фотонного взаимодействия). Теоретически предсказан американским физиком Леоном Купером в 1956 г. Явно проявляется в *эффекте Джозефсона* в виде своеобразного излучения, частота которого пропорциональна двойному заряду электрона, т.е. паре электронов.

4.2. Персоналии деятелей естествознания (от А до К)

Абрикосов Алексей Алексеевич (род. 1928) – русский физик, выдвинул идею о существовании сверхпроводников II-го рода, создал теорию магнитных свойств сверхпроводящих сплавов, предсказал существование бесщелевого состояния в сильных магнитных полях, построил теорию бесщелевых полупроводников, создал теорию спиновых стекол, выдвинул идею о высокотемпературной сверхпроводимости так называемого «металлического экситония», удостоен Нобелевской премии за 2003 год.

Авери (Эвери) Освальд Теодор (1877–1955) – американский биохимик, установил в 1944 г. совместно с К.М. Маклеудом и М. Маккарти, что молекула ДНК приспособлена для передачи наследственных признаков.

Аверроэс (латинизированное имя от **Ибн Рушд** – Толкователь) (1126–1198) – арабский философ и врач, просветитель учения Аристотеля в арабском мире, развивал учения о вечности сотворения мира и о двойственности истины, поставившее под угрозу понятие Бога в пользу пантеизма. Труды – «Комментарии», «Вопросы», «Рассуждения о физике» (все посвящены толкованию и приращению ислама и аристотелизма).

Авогадро Амедео (1776–1856) – итальянский физик и химик (юрист по образованию, физику и химию изучал самостоятельно), один из основателей физической химии, высказал и развил молекулярную гипотезу строения вещества,

в основу которой положил постулат, что в равных объёмах идеальных газов при равных давлении и температуре содержится одинаковое количество молекул (число Авогадро), определил химическую формулу воды как H_2O , установил, что газы водорода и кислорода состоят из двух атомов – H_2 и O_2 .

Агасси (Жан) Луи (1807–1873) – швейцарский палеонтолог и геолог, разработал концепцию ледникового периода в истории Земли.

Адамс Джон Кауч (1819–1892) – английский астроном, открыл, одновременно с У. Леверье, планету Нептун (1845), рассчитал траекторию (орбиту) метеорного потока Леонид.

Александров Александр Данилович (1912–1999) – российский математик, физик-теоретик и философ, основные работы по геометрии выпуклых поверхностей, внутренней геометрии многообразий, определённых естественными требованиями, философскому осмыслению теории пространства-времени Минковского и теории относительности Эйнштейна.

Александров Анатолий Петрович (1903–1994) – российский физик-ядерщик, конструктор атомных реакторов для подводных лодок и АЭС, разработчик метода противоминной защиты (метода размагничивания) кораблей, выдающийся организатор науки.

Алферов Жорес Иванович (род. 1930) – российский физик, создал первые полупроводниковые гетероструктуры, а также инжекционные гетеролазеры, тем самым заложивший основы новой электроники, получившей название «зонной инженерии», за что был удостоен Нобелевской премии 2000 года.

Альвен Ханнес (1908–1995) – шведский физик и астрофизик, нобелевский лауреат 1970 года, основал магнитную гидродинамику, предсказал «вмороженность» магнитного поля в плазму и открыл существование магнитогидродинамических волн в плазме (т.н. волны Альвена), предсказал существование слабого магнитного поля, пронизывающего межзвёздный космос; развил теорию северных сияний, геомагнитных бурь, солнечных пятен, образование протуберанцев, выдвинул гипотезу образования планетной Солнечной системы с учётом электромагнитных сил, позднее уточнённую английским астрофизиком Фредом Хойлом.

Альхазен (латинизированное имя Абу Али Хайсаям) (965–1039) – арабский физик, астроном, врач, философ, впервые подробно описал строение глаза и дал объяснение бинокулярного зрения (видения двумя глазами), соглашался с Ибн Синой (Авиценной) по вопросу об ограниченности скорости распространения света, исследовал камеру-обскуру, преломление света, поведение света на поверхностях зеркал.

Амбарцумян Виктор Амазаспович (1908–1996) – советский астрофизик, один из основоположников теоретической астрофизики, предсказал процессы звездообразования в Метагалактике в современную эпоху, заложил основы дезинтеграционной космогонической гипотезы или «бюраканской космогонии», согласно которой источником звёзд и всей разреженной материи являются некоторые сверхплотные сгустки массы (дозвездные или D-тела).

Ампер Андре Мари (1775–1806) – французский физик, математик и химик, открыл закон механического взаимодействия двух электрических токов (закон Ампера), впервые связал электричество и магнетизм в единый электромаг-

нетизм, первым из физиков предложил использовать электромагнитные явления для передачи сигналов, изобрел коммутатор, электромагнитный телеграф, ввел современную терминологию, связанную с током, – электродвижущая сила, электродинамика, напряжение, гальванометр и др.

Андерсон Карл Дэвид (1905–1991) – американский физик, экспериментально открыл в 1932 г. в космических лучах с помощью камеры Вильсона первую из теоретически предсказанных Полем Дираком *античастиц* – *антиэлектрон*, названную *позитроном* (из-за положительного электрического заряда), за что удостоен Нобелевской премии в 1936 г., в 1933 независимо от других открыл явление рождения электрон-позитронных пар из гамма-квантов, а в 1938 вместе с С. Неддермейером – мюоны.

Андерсон Филипп (род. 1923) – американский физик, дал объяснение ферромагнетизма, явлениям сверхпроводимости в «грязных» (примесных) сверхпроводниках, построил микроскопическую теорию эффекта Джозефсона (эффекта излучения квантов света из щели, разделяющей сверхпроводник при протекании в нём тока), за работы в области электронной структуры магнитных и неупорядоченных систем удостоен Нобелевской премии за 1977 г. (совместно с Дж. Ван Флеком и Н. Моттом).

Аристарх Самосский (ок. 320 – ок. 250 до н.э.) – древнегреческий астроном, который одним из первых высказал предположение, что Земля вращается вокруг Солнца, поскольку в результате расчетов установил удаление Солнца в 18–20 раз дальше, чем удаление Луны, при равных видимых размерах каждого из светил на небосводе, откуда следовало, что размер Солнца в 300 раз больше размера Земли.

Аррениус Сванте Август (1859–1927) – шведский физико-химик, один из основателей физической химии, сформулировал и развил теорию электролитической диссоциации, разработал теорию гидролиза солей, в химической кинетике объяснил температурную зависимость скорости химической реакции (уравнение Аррениуса), ввёл понятие энергии активации как количественной характеристики реакционной способности веществ; высказал гипотезы о природе северных полярных сияний и солнечной короны, высказал гипотезу о панспермии (о переносе спор и живых семян в космическом пространстве); удостоен Нобелевской премии за 1903 г.

Архимед из Сиракуз (Сицилия) (ок. 287–212 до н.э.) – гениальный древнегреческий учёный механик, физик и математик, открыл закон плавучести тел, указал точные пределы для числа *пи*, ввёл понятие и определил положение центра тяжести многих плоских и пространственных тел; применил в геометрии метод «мысленного взвешивания», углубив «метод исчерпывания» Евдокса, вписал в цилиндр шар и установил их объёмы как 3:2, изучал спирали, открыл закон рычага, вычислил число «пылинок» Вселенной.

Бальмер Иоганн Якоб (1825–1898) – швейцарский физик и математик, дал математическое выражение для первых четырёх спектральных линий атома водорода в оптическом диапазоне (вывел формулу Бальмера).

Бардин Джон (1908–1991) – американский физик и химик, изобрел транзистор, основу полупроводниковой электроники, дал объяснение (вместе с

Л. Купером и Дж. Шриффером) явления сверхпроводимости металлов при температурах жидкого гелия (так называемая БКШ-теория); дважды (как физик и как химик) удостоен Нобелевской премии за 1956 и 1972 годы.

Басов Николай Геннадьевич (1922–2001) – русский советский физик, один из основателей квантовой (лазерной) электроники, открыл (в соавторстве с А.М. Прохоровым) новый принцип генерации и усиления электромагнитного излучения в квантовых системах, создатель полупроводниковых инжекционных лазеров с использованием инверсной заселённости энергетических уровней в атомах; нобелевский лауреат по физике за 1959 г. (совместно с А.М. Прохоровым и Чарлзом Таунсом).

Бауэр Эрвин Симонович (1890–1937) – русский биолог венгерского происхождения, основоположник теоретической биологии, сформулировал принцип устойчивого неравновесия для живых систем: живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счёт своей свободной энергии постоянно работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях; необоснованно репрессирован.

Бекетов Андрей Николаевич (1825–1902) – русский ботаник-эволюционист, брат Н.Н. Бекетова, один из основоположников морфологии и географии растений, изучал закономерности строения вегетативных органов растений, проблемы зональности растительных покровов и целесообразности в живой природе.

Бекетов Николай Николаевич (1827–1911) – русский физикохимик, основатель отечественной школы физикохимиков, брат А.Н. Бекетова, открыл способ восстановления металлов из их оксидов, заложил основы алюминотермии, обнаружил вытеснение металлов из растворов их солей водородом под давлением.

Беккерель Антуан Анри (1852–1908) – французский физик, открыл явление естественной радиоактивности солей урана, затем самого урана и тория, испускающих α -частицы; удостоен Нобелевской премии за 1903 г. (совместно с супругами Марией и Пьером Кюри).

Беклемишев Владимир Николаевич (1890–1962) – русский советский зоолог-эволюционист, основатель научной школы паразитологов и медицинской энтомологии, автор учения о малярийных ландшафтах, работ по биоценологии, сравнительной и эволюционной паразитологии.

Берг Пол (род. 1926) – американский биохимик, изучал роль транспортных РНК в биосинтезе белков, получил рекомбинантные молекулы ДНК двух разных вирусов, на которых исследовал структуру индивидуальных генов; лауреат Нобелевской премии за 1980 г.

Бергсон Анри (1859–1941) – французский философ, представитель интуизма и философии жизни. Подлинная и первоначальная реальность, согласно Бергсону, – жизнь как метафизически-космический процесс, «жизненный порыв», творческая эволюция; структура её – длительность, постигаемая только посредством интуиции, противоположной интеллекту, аспекты длительности – материя, сознание, память, дух (в книге «Творческая эволюция»), лауреат Нобелевской премии за 1927 г.

Бернар Клод (1813–1878) – французский естествоиспытатель, патолог и физиолог, раскрыл физиологию пищеварения и функцию печени, цепочку трансформации углеводов, усвоенных кишечником (крахмал – сахар – гликоген – глюкоза), чем заложил основания эндокринологии, открыл секрецию поджелудочной железы, изучил действие ядов, давление газов и состав крови, окись углерода и отравление ею, работу нервов и действие анестезирующих и наркотических веществ.

Берталанфи Людвиг фон (1901–1972) – австрийский биолог и философ, основатель общей теории систем (системного анализа) и методологии системного мышления как основы современных междисциплинарных исследований, исследователь изоморфизма законов в разных науках, рассматривал живые организмы как открытые системы, не описываемые законами классической термодинамики.

Бертло Пьер Эжен Марселен (1827–1907) – французский химик, основатель термохимии и химического синтеза углеводородов и спиртов, сформулировал принцип максимальной работы, теорию взрывной волны, ввёл понятие об экзотермических и эндотермических реакциях, исследовал историю алхимии.

Бертолле Клод Луи (1748–1822) – французский химик, основатель теории о химическом равновесии и химическом сродстве; разработал (вместе с Лавуазье, Фуркруа и де Морво) основы химической номенклатуры и классификации химических соединений; получил один из сильнейших окислителей – бертолетову соль. Основу многих взрывчатых веществ; открыл метод белиения тканей при помощи хлора; разработал метод сохранения пресной воды в трюмах кораблей.

Берцелиус Йенс Якоб (1779–1848) – шведский химик, ввёл обозначения для химических элементов, в качестве которых предложил использовать начальные буквы их латинских или греческих названий, ввёл формулы химических соединений, открыл изомерию соединений, новые химические элементы церий, селен, торий, в свободном состоянии кремний, титан, тантал, цирконий, ванадий; развил электрохимическую теорию сродства элементов, предложил термины «катализ» и «органическая химия»; разделил вещества на органические и неорганические, выдвинул представление об аллотропии; определил атомные веса 45 элементов, предложил химическую классификацию минералов.

Бессель Фридрих Вильгельм (1784–1846) – немецкий астроном, математик и геодезист, впервые рассчитал орбиту кометы Галлея и по измеренному им параллаксу определил расстояние до звезды 61 Лебедя, высказал гипотезу о двойной системе для Сириуса и Порциона, в математике ввёл особые цилиндрические функции нескольких родов, получившие название бесселевых.

Богданов (псевдоним, настоящая фамилия **Малиновский**) **Александр Александрович** (1873–1928) – русский врач, философ, экономист, выдвинул идею создания науки об общих принципах организации – тектологии или всеобщей организационной науки, предвосхитил некоторые положения кибернетики, заложил основания системного анализа и теории систем, продолжателем которой стал австрийский биолог и философ Л.фон Берталанфи.

Боголюбов Николай Николаевич (1909–1992) – русский советский математик и физик-теоретик, основатель научных школ по нелинейной динамике и теоретической физике, разработал математический формализм для объяснения явлений сверхпроводимости и сверхтекучести слабо неидеального бозе-газа при

сверхнизких температурах; доказал дисперсионные соотношения для амплитуд рассеяния в квантовой теории поля; выдвинул идею существования у кварков нового квантового числа, названного «цветом», лежащего в основе спектроскопии адронов, квантовой хромодинамики, в построении объединённых калибровочных теорий сильного, слабого и электромагнитного взаимодействий.

Бозе Джагадис Чандра (1858–1937) – индийский физик и физиолог, один из основоположников биофизики.

Бозе Шатъендранат (1894–1974) – индийский физик, один из создателей квантовой статистики частиц с целыми квантовыми спинами – так называемых бозонов (статистика Бозе-Эйнштейна).

Бойль Роберт (1627–1691) – английский химик, физик и философ, основатель химии как науки, открыл закон изменения объёма с изменением давления (независимо от французского физика Эдма Мариотта), определил понятие химического элемента, как «первичных корпускул» и сложных тел, как «вторичных корпускул», ввёл понятие анализа состава веществ, получил ацетон, разработал способ получения фосфора и ортофосфорной кислоты.

Больцман Людвиг (1844–1906) – австрийский физик-теоретик, один из основоположников классической статистической физики, установил формулу «больцмановского распределения», вывел основное кинетическое уравнение газов, дал статистическое обоснование второму началу термодинамики соотношением, связывающим энтропию с термодинамической вероятностью через так называемую постоянную Больцмана, вывел закон излучения абсолютно чёрного тела, разработал теорию эффекта Холла, первым предпринял разработку единой физической теории.

Больяи Янош (1802–1860) – венгерский математик, независимо от Н.И. Лобачевского и несколько позднее опроверг постулат о параллельных прямых Евклида и разработал неевклидовую геометрию.

Борн Макс (1882–1970) – немецкий физик, предложил вероятностную трактовку волновой функции – функции состояния микрочастиц.

Браге Тихо (1546–1601) – выдающийся датский астроном, чьи точные измерения движений Марса привели Иоганна Кеплера к открытию законов движения планет, а точные вычисления положений Солнца легли в основу реформы календаря 1582 г. и принятию нового григорианского календаря; зарегистрировал, наблюдал взрыв сверхновой звезды (Nova Stella) 1572 года.

Бредли Джеймс (1693–1762) – английский астроном, вычислил в 1728 г. скорость света.

Броун (Браун) Роберт (1773–1858) – шотландский ботаник, обнаружил в 1831 г. ядро в клетках растений, он же открыл знаменитое броуновское движение – беспорядочное движение частиц, взвешенных на поверхности жидкости (происходит из-за неконтролируемых ударов молекул жидкости и служит подтверждением существования молекул).

Брэгг Уильям Лоренс (1890–1971) – английский физик, основоположник рентгеноструктурного анализа; удостоен Нобелевской премии за 1915 г.

Буль Джордж (1815–1864) – английский математик, основоположник математической логики, бинарной логики в виде исчисления, алгебры.

Бутлеров Александр Михайлович (1828–1886) – русский химик, один из основателей структурной химии и теории химического строения, предложил термины «химическая структура», «химическое строение», доказал существование изомерии в ряду углеводов и осуществил их полимеризацию.

Бэр Карл Максимович (Карл Эрнст) (1792–1870) – русский эмбриолог немецкого происхождения, впервые описал яйцеклетку и хорду у млекопитающих, предложил теорию зародышевых листков и сформулировал основные закономерности развития организма, выделил у организма два первичных слоя – эктотерму и энтотерму; установил, что в ходе эмбриогенеза животного первыми появляются общие признаки типа, затем развиваются признаки класса, отряда, семейства, рода и т.д.

Вавилов Николай Иванович (1887–1943) – великий русский советский биолог, брат С.И. Вавилова, сформулировал закон гомологических рядов; был необоснованно репрессирован, умер в Саратовской тюрьме от голода.

Вавилов Сергей Иванович (1891–1951) – русский советский физик-оптик, брат Н.И. Вавилова, основные работы в области люминесценции, соавтор открытия излучения Черенкова-Вавилова, сопровождающего сверхсветовое распространение электронов в жидкостях; выдающийся организатор науки.

Вайн Фредерик Джон (1939–1998) – английский геофизик, выдвинул гипотезу спрединга (раздвигания) морского дна, возникающего из-за быстрого выталкивания магмы между расходящимися тектоническими плитами, следствием которого становятся куполообразные подводные океанические хребты.

Вайнберг Стивен (р. 1933) – американский физик-теоретик, соавтор (с А. Саламом и Ш. Глэшоу) единой теории электромагнитного и слабого взаимодействий – теории электрослабого взаимодействия (теория Вайнберга), удостоен в соавторстве с упомянутыми физиками Нобелевской премии.

Ван Аллен Джеймс Альфред (род. 1914) – американский физик, открыл два радиационных пояса вокруг Земли (радиационные пояса Ван Алена).

Вегенер Альфред Лотар (1880–1930) – немецкий геофизик и метеоролог, разработал теорию континентального дрейфа тектонических плит (так называемую теорию мобилизма).

Вейсман Август (1834–1914) – немецкий биолог и эволюционист, основоположник неodarвинизма в (80–90-х гг. XIX столетия), учения, в котором предвосхитил современные представления о дискретности генов, их локализации в хромосомах и роли в онтогенезе.

Вёлер Фридрих (1800–1882) – немецкий химик, первым синтезировал органическое соединение – мочевины – из неорганических веществ.

Вернадский Владимир Иванович (1863–1945) – великий русский учёный, геохимик, биогеохимик, минеролог, радиолог, мыслитель, основатель геохимии, учений о биосфере и ноосфере (сфере разума), обосновал закон постоянства биомассы.

Вильсон Роберт Вудров (род. 1936) – американский физик-экспериментатор, обнаружил с помощью созданного совместно с А. Пензиасом радиометра сантиметрового диапазона фоновое изотропное радиоизлучение, получившее название реликтового, которое было теоретически предсказано Георги-

ем Гамовым в его модели Большого взрыва, удостоен Нобелевской премии за 1978 г. (совместно с А. Пензиасом).

Вильсон Чарлз Томсон (1869–1959) – английский физик, изобрёл прибор (камеру) для наблюдения и фотографирования треков (следов) заряженных элементарных частиц – камеру Вильсона, удостоен Нобелевской премии за 1927 г.

Винер Норберт (1894–1964) – американский математик, основатель кибернетики, науки об управлении.

Виноградский Сергей Николаевич (1856–1953) – русский микробиолог, один из основоположников отечественной микробиологии.

Вирхов Рудольф (1821–1902) – немецкий патологоанатом, антрополог, археолог, врач-гигиенист, этнограф, основатель немецкой школы физиологов, организатор науки, разработал учение о живой клетке, выдвинул в 1860 г. ключевое положение цитологии – *клетки происходят от клеток*, автор теории непрерывности зародышевой плазмы.

Воронцов-Вельяминов Борис Александрович (1904–1994) – русский советский астроном и астрофизик, выделил в диаграмме Герцшпрунга-Рессела «белоголубую» последовательность звёзд. Составил «Атлас и каталог взаимодействующих галактик» (около 2000), развил теорию взрывного происхождения комет и астероидов внутри солнечной системы; изучил нестационарные звёзды Вольфа-Райе, теряющие массу непрерывно или в результате катастрофического взрыва (новые звёзды) и возникающие вокруг таких звёзд «планетарные туманности», первым дал оценку температур их ядер (около 100 тыс. градусов) и разработал метод определения расстояний до этих чрезвычайно удалённых от нас объектов.

Вульф Георгий (Юрий) Викторович (1863–1925) – русский кристаллограф и кристаллофизик. В 1913 г. независимо от Л. Брэгга вывел условия интерференционного отражения рентгеновских лучей от кристаллов (известны как формула Брэгга-Вульфа), положенные в основу рентгеновской спектроскопии.

Ву Цзиньсян (род. 1913) – американский физик, китаянка, экспериментально в 1957 г. доказала несохранение чётности (зеркальной симметрии) при слабых взаимодействиях (при бета-распаде протона), теоретически предсказанной Ц. Ли и Ч. Янгом, в 1964 г. также экспериментально доказала сохранение векторного тока при бета-распаде и числа лептонов (лёгких элементарных частиц).

Гааз Вандер Иоханес де (1878–1960) – нидерландский физик, в физике низких температур достиг рекордно низкой температуры 0,0002 К; в 1915 г. совместно с А.Эйнштейном экспериментально обнаружил и теоретически объяснил явление возникновения вращательного импульса у тела при намагничивании его вдоль некоторой оси (эффект Эйнштейна-де Гааза), в 1930 вместе с Л.В. Шубниковым открыл при низких температурах зависимость электрического сопротивления висмута от обратной величины магнитного поля (эффект Шубникова-де Гааза), в 1931 с П. ван Альфеном – зависимость магнитной восприимчивости металлов от напряженности магнитного поля (эффект де Гааза – ван Альфена).

Габор Деннис (1900–1979) – английский физик венгерского происхождения, создатель в 1948 г. голографии, удостоен Нобелевской премии 1971 г., создал плоскую катодно-лучевую трубку, разработал матричную теорию образова-

ния оптического изображения, принципы сжатия импульса, сформулировал теорему Габора-Шеннона; последние годы жизни посвятил вопросам создания изобразительной голографии, в частности, созданию объёмного кино с использованием голографических принципов.

Галлей (Хэлли) Эдмонд (1656–1742) – английский астроном, идентифицировавший в 1705 г. издревле наблюдавшуюся астрономами всего мира комету, названную впоследствии его именем; составил также звёздный каталог.

Галуа Эварист (1811–1832) – гениальный французский математик, создатель математической теории групп, лежащей в основании современной физики элементарных частиц – квантовой хромодинамики.

Гальвани Луиджи (1737–1798) – итальянский учёный, по образованию медик, анатом, провёл на лягушках опыты по животному электричеству, заложил основы методов физиологического эксперимента, открытие привело итальянского физика А. Вольта к изобретению нового источника электричества – гальванического элемента.

Гамов Георгий (Джордж) Антонович (1904–1968) – американский физик русского происхождения, высказал гипотезу о Большом взрыве из горячего сингулярного состояния (модель горячей Вселенной), предсказал существование позднее открытого Пензиасом и Вильсоном реликтового излучения; впервые дал расшифровку генетического кода.

Ган Отто (1879–1968) – немецкий учёный в области ядерной физики и химии (химик-органик), открыл в 1938 г. явление деления (расщепления) ядер урана (совместно с Фрицем Штрассманом и Лизой Мейтнер), удостоен Нобелевской премии по химии за 1944 г.

Гаудсмит Сэмюэл Абрахам (1902–1979) – американский физик-теоретик голландского происхождения, вместе с Дж. Уленбеком ввёл понятие «спина электрона» – собственного момента импульса, имеющего, как показал П. Дирак, релятивистскую природу; первым определил спин ядра.

Гей-Люссак Жозеф Луи (1778–1850) – выдающийся французский физик и химик, установил газовые законы, названные его именем.

Геккель Эрнст (1834–1919) – немецкий биолог-эволюционист и антрополог, ввёл понятия онтогенез, филогенез, сформулировал основной биогенетический закон: онтогенез есть краткое повторение (рекапитуляция) филогенеза, а филогенез есть механическая причина онтогенеза; популяризатор эволюционных идей Ч. Дарвина, предположил существование питекантропа, как переходной формы от обезьяны к человеку.

Гельмгольц Герман (1821–1894) – немецкий учёный-энциклопедист, физик, математик, физиолог, анатом, психолог, философ, в 1847 г. впервые математически сформулировал закон сохранения энергии, заложил математические основы вихревого движения и течения жидкостей, выдвинул идею атомарной природы электричества, сформулировал второе начало термодинамики для задач химии, ввёл понятия свободной и связанной энергии; разработал учение о цветовом зрении, выделил нервную клетку – нейрон, измерил скорость распространения электрического сигнала по нервному волокну.

Гераклид Понтийский (388–315 до н.э.) – античный астроном и философ, был первым, кто указал на 24-часовое вращение Земли с востока на запад.

Гераклит Эфесский (ок. 544–483 до н.э.) – древнегреческий философ, представитель милетской (ионийской) школы, утверждал, что мир существует вечно и в нём происходят непрерывные изменения («нельзя дважды войти в одну и ту же реку»).

Герике Отто фон (1602–1686) – немецкий естествоиспытатель, доказал существование давления воздуха (опыты с «магдебургскими шарами»), установил, что воздух является проводником звука, что в пустоте звук не распространяется; построил одну из первых электростатических машин, обнаружил явление электрического отталкивания, электризацию через влияние, построил первый водяной барометр, изобрёл гигрометр, воздушный термометр, манометр.

Гершель Уильям (Фридрих Вильгельм) (1738–1822) – английский астроном-любитель немецкого происхождения, основоположник звёздной астрономии, открыл в 1781 планету Уран, два его спутника и два спутника Сатурна и определил основные контуры (модель) нашей Галактики – Млечного Пути.

Герц Генрих (1857–1894) – немецкий физик, экспериментально доказал существование электромагнитных волн и их тождество со световыми волнами, изобрёл «вибратор» и «резонатор» Герца, заложил основы теории излучения антенн, определил диаграмму направленности излучения электрического диполя; дал теоретическую запись уравнений Максвелла в современной волновой форме, впервые наблюдал явление фотоэффекта; его именем названа единица частоты колебаний – 1 колебание в секунду – 1 герц.

Герцшпрунг Эйнар (1873–1967) – датский астроном и физик, предложил понятие абсолютной (наряду с относительной) светимости звёзд, независимо от американского астронома Генри Рессела установил зависимость между светимостью и спектральным классом звёзд (так называемая диаграмма Герцшпрунга-Рессела), где особое значение имеет главная их последовательность. В таком состоянии пребывает более 85% звёзд.

Гиббс Джозайя-Уиллард (1839–1903) – американский физик, основатель химической термодинамики, открыл метод термодинамических потенциалов, аналога потенциальной энергии для консервативных механических систем, определил термодинамический потенциал или энергию Гиббса; ввёл понятие канонического ансамбля и вывел каноническое распределение Гиббса, заложил тем самым основы статистической физики.

Гильберт Давид (1862–1943) – выдающийся немецкий математик, одновременно с Эйнштейном вывел основное уравнение общей теории относительности (теории тяготения), сформулировал основные проблемы математики XX столетия (проблемы Гильберта).

Гиппарх (ок. 190 – ок. 120 до н.э.) – античный греческий астроном и математик, измеривший продолжительность солнечного года и лунного месяца, расстояние от Земли до Луны (59–60 земных радиусов); составил звёздный каталог почти тысячи звёзд, разделил их по блеску на шесть величин (получивших впоследствии название звёздных величин); открыл явление прецессии или предвращения равноденствий – перемещения точки весеннего равноденствия по эклип-

тике навстречу видимому годичному движению Солнца с периодом, равным приблизительно 26 тыс. лет (вследствие прецессии медленно изменяются координаты звёзд, в частности долготы).

Глэшоу Шелдон (род. 1932) – американский физик-теоретик, предсказал существование заряженного и нейтрального тяжелых лептонов, «очарованных» D- и F-мезонов, соавтор единой теории слабого и электромагнитного взаимодействий, так называемой теории электрослабого взаимодействия, лауреат Нобелевской премии за 1979 г. (совместно с А. Саламом и С. Вайнбергом).

Гольджи Камилло (1844–1926) – итальянский гистолог, открыл в клетке комплекс (аппарат, механизм) Гольджи, органоид клетки, способствующий формированию продуктов её жизнедеятельности, состоящий из цитоплазматических мембран, лишенных рибосом.

Гук Роберт (1635–1703) – английский естествоиспытатель, один из основателей Лондонского Королевского научного общества (Английской академии наук); создал вакуумный насос, установил вместе с Х. Гюйгенсом точки отсчёта для шкалы термометра – температуру таяния льда и кипения воды; усовершенствовал микроскоп, открыл растительную клетку; объяснил интерференционную окраску мыльных пузырей, создал теорию света и цвета, высказал гипотезу о поперечном характере световых волн; предвосхитил ньютоновы законы движения, включая закон всемирного тяготения; изобрёл барометр, открыл закон упругости твёрдых тел (закон Гука), опытно обнаружил явление дифракции (огибания препятствий, тел) света.

Гумбольдт Александр Фридрих (1769–1859) – немецкий естествоиспытатель, географ, климатолог, океанограф, картограф, магнитолог, вулканолог, основатель ботанической географии, открыл существование «магнитных бурь», доказал, что магнитный экватор не совпадает с астрономическим, ввёл понятие изотермы в климатологии.

Гумилёв Лев Николаевич (1912–1992) – русский этнограф, историк, философ (сын поэтов Николая Гумилёва и Анны Ахматовой), основатель учения о пассионарности.

Гюйгенс Христиан (1629–1695) – голландский физик, математик и астроном, изобретатель маятниковых часов со спусковым механизмом установил законы колебаний физического маятника, заложил основы теории удара; создал волновую теорию света, альтернативную корпускулярной теории света Ньютона, объяснил явление двойного лучепреломления; открыл и наблюдал кольцо Сатурна; заложил основы теории вероятностей.

Дальтон Джон (1766–1844) – английский химик и физик, возродил учение и представление об атомах, обосновал молекулярное строение вещества; ввёл понятие атомного веса, открыл законы физической атомистики газовых смесей – (1) парциальных давлений газов, (2) зависимости объёма газов при постоянном давлении от температуры и (3) зависимости растворимости газов от их парциальных давлений; теоретически предсказал и опытно открыл закон кратных отношений, составил первую таблицу относительных атомных весов H, N, C, S и P, приняв за основу массу водорода; предложил систему химических знаков для «простых» и «сложных» атомов; описал болезнь, получившую название «дальтонизм».

Денисюк Юрий Николаевич (1927–2006) – российский физик-оптик, открыл трёхмерную голографию и метод трёхмерных отражательных голограмм.

Деперэ Шарль (1854–1927), французский палеонтолог, обосновавший закон увеличения размеров организмов в филогенетическом ветвлении (правило Деперэ – закон филогенетического роста).

Джинс Джеймс Хопвуд (1877–1946) – английский астроном, автор катастрофической гипотезы и теории возникновения планет Солнечной системы.

Добржанский (Добжанский) Феодосий Григорьевич (Теодосиус) (1900–1975) – американский генетик русского происхождения, с 1927 г. в США, один из создателей популяционной генетики и синтетической теории эволюции.

Евдокс Книдский (ок. 408 – ок. 355 до н.э.) – древнегреческий математик и астроном, предложил модель небесных сфер.

Йохансен Вильгельм Людвиг (1857–1927) – датский ботаник и генетик, ввёл термин «ген» для обозначения единицы наследственности.

Кавендиш Генри (1731–1810) – английский физик и химик, первым получил водород и углекислый газ, определил состав воздуха и химический состав воды; подтвердил закон всемирного тяготения, используя изобретённые крутильные весы; установил задолго до Кулона, но при жизни не опубликовал, закон взаимодействия электрических зарядов.

Калвин Мелвин (1911–1997) – американский химик и биохимик, открыл серию реакций, известных как цикл Калвина, совершающихся в биохимических процессах в тёмную фазу фотосинтеза растений, с присоединением диоксида углерода (углекислого газа), использовал метод хроматографии, открытый русским физиком М. Цветом; нобелевский лауреат за 1961 год.

Камерлинг-Оннес Хейке (1853–1926) – голландский физик, основал криогенную лабораторию, первым получил жидкий гелий, открыл явление сверхпроводимости металлов при сверхнизких температурах; вывел уравнение состояния газов, названное его именем.

Кант Иммануил (1724–1804) – великий немецкий философ, естествоиспытатель, космолог и мыслитель, первым разработал космогоническую гипотезу происхождения планет Солнечной системы из первоначальной туманности, т.н. небулярную гипотезу.

Капица Петр Леонидович (1894–1984) – русский советский физик, один из основателей физики низких температур и физики сверхсильных магнитных полей, открыл явление сверхтекучести жидкого гелия, нобелевский лауреат за 1978 г.

Карно Никола Леонар Сади (1796–1832) – французский физик и инженер, один из основателей термодинамики, открыл идеальный термодинамический цикл и доказал теорему, названную его именем.

Кастлер Альфред (1902–1984) – французский физик, исследовал возбужденные состояния атомов и открыл метод оптической накачки, лежащий в основе физики лазеров, нобелевский лауреат за 1966 г.

Кекуле Фридрих Август (фон Страдонитц) (1829–1896) – немецкий химик-органик, создал первым теоретические основы современной структурной химии, доказал тетравалентность (четырёхвалентность) атома углерода, открыл

циклическую или кольцевую структуру ароматических соединений, таких, как бензол.

Кеплер Иоганн (1571–1630) – великий немецкий математик, астроном и астролог, открыл три закона движения планет вокруг Солнца, названных его именем, составил так называемые Рудольфовы (по имени датского короля Рудольфа, субсировавшего ещё со времен Тихо Браге астрономические исследования) планетные таблицы; заложил основы теории затмений.

Кирхгоф Густав Роберт (1829–1887) – немецкий физик, открыл законы или правила для разветвленной электрической цепи, создал вместе с химиком Робертом Бунзеном спектральный анализ и открыл химические элементы цезий и рубидий, объяснил в спектре Солнца происхождение фраунгоферовых линий.

Кирхгоф Константин Сигизмундович (Гатлиб Сигизмунд) (1764–1833) – русский химик немецкого происхождения, открыл превращение крахмала в сахар под действием кислот, положившее начало химии каталитических реакций и катализа.

Козырев Николай Александрович (1908–1983) – великий советский русский астроном и астрофизик, мыслитель, разработал причинную нелинейную механику, которую распространял на процессы во Вселенной, особое внимание уделял физической природе времени; предсказал вулканизм на обратной стороне Луны, который был зафиксирован при облетах Луны.

Комптон Артур Холли (1892–1962) – американский физик, открыл и разработал теорию явления изменения длины волны жёсткого рентгеновского излучения вследствие рассеяния его электронами вещества (эффект Комптона), дал прямое подтверждение существования фотона, впервые предположенного Эйнштейном в 1905 г., в 1921 пришёл к идее о спине электрона (независимо от Гаудсмита и Уленбека); удостоен Нобелевской премии за 1927 г.

Корана Хар Гобинд (род. 1922) – американский биохимик, по происхождению индеец, работы в области синтеза коферментов, нуклеотидов и нуклеиновых кислот, расшифровки генетического кода, впервые синтезировал ген транспортной РНК, нобелевский лауреат 1968 г. (совместно с Р.У. Холли и М.У. Ниренбергом).

Кох Роберт (1843–1910) – немецкий врач и бактериолог, исследовал цикл развития бацилл сибирской язвы и открыл процесс спорообразования, что позволяет им сохранять способность к заражению в течение многих лет и во враждебной среде; открыл бациллу туберкулёза или палочку Коха, удостоен Нобелевской премии за 1905 г.

Кребс Ганс Адольф (1900–1981) – английский биолог немецкого происхождения (с 1933 в Англии), открыл цикл Кребса, описал основные реакции аэробного окисления – цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса) и орнитинный цикл синтеза мочевины; нобелевский лауреат 1953 г. (совместно с Ф. Липманом).

Кребс Эдвин Джерард (род. 1918) – американский биохимик, совместно с Э. Фишером открыл ряд ферментов, обратимо фосфорилирующих белки, изучил их роль в механизмах регуляции биохимических реакций в клетках; Нобелевская премия 1992 г. (совместно с Э. Фишером).

Крик Фрэнсис (1916–2003) – английский биохимик, физиолог и генетик, открыл в 1953 г. совместно с Дж. Уотсоном двойную спиральную структуру молекулы ДНК, заложил основы молекулярной генетики, участник расшифровки генетического кода, был удостоен Нобелевской премии за 1962 г.

Кулон Шарль Огюстен (1736–1806) – французский физик и инженер, автор носящего его имя знаменитого закона взаимодействующих электрических зарядов, один из основателей электростатики.

Кун Томас Сэмюэл (1922–1996) – американский физик, философ и историк науки, предложил понятия парадигмы и научной революции в фундаментальном труде «Структура научных революций», опубликованном в 1962 г.

Купер Леон (род. 1930) – американский физик-теоретик, предсказал эффект образования пары электронов, лежащий в основании микроскопической теории сверхпроводимости, лауреат Нобелевской премии (совместно с Дж. Бардиным и Дж. Шриффером) за 1972 г.

Курнаков Николай Семенович (1860–1941) – русский советский физико-химик, развивая теорию сплавов и растворов, предложил деление химических соединений переменного состава на дальтониды (в честь Дальтона) и бертоллиды (в честь Бертолле).

Курчатов Игорь Васильевич (1902–1960) – русский советский физик, открыл закономерности в сегнетоэлектриках, обнаружил ядерную изомерию искусственных радионуклидов, создал в руководимом им коллективе единомышленников первый отечественный циклотрон, открыл спонтанное деление ядер урана, разработал метод противоминной защиты кораблей, создал первый в Европе ядерный реактор, отечественную атомную бомбу и первую в мире водородную бомбу, первую в мире АЭС.

Кювье Жорж, барон де (1769–1832) – французский зоолог, палеонтолог, один из реформаторов и отцов сравнительной анатомии, палеонтологии и систематики животных; разработал так называемую теорию катастроф (катастрофизма), в результате которых появляются новые виды фауны; ввёл понятие типа в зоологии, обобщил классификацию К. Линнея.

Кюри Мария (урожденная Склодовская) (1867–1934) и **Пьер** (1859–1906) – французские физики и химики; Пьер открыл пьезоэлектричество, установил симметрию кристаллов (принцип Кюри), установил законы магнетизма (закон Кюри, точка Кюри), ввёл термин радиоактивность, исследовал радиоактивное излучение, ввёл классификацию на альфа-лучи (поток ядер гелия), бета-лучи (поток электронов) и гамма-лучи (поток жёсткого рентгеновского излучения); совместно с женой Марией Склодовской-Кюри открыли химические элементы полоний и радий; получили совместно с А. Беккерелем Нобелевскую премию за 1903 г.; Мария Кюри-Склодовская получила вторую Нобелевскую премию в 1911 г. за работы по металлическому радию.

Ответы на тесты

К части I. 1. Формой, порядком, положением. 2. Достаточного основания. 3. В таком случае движение тел было бы вечным и неизменным, чего нет в бы-

тии. 4. Геоцентризм. 5. Равномерно по кругу. 6. Тожества, противоречия, исключенного третьего. 7. Милетской (ионийской). 8. Умозрение. 9. Отсутствие движения. 10. Геоцентризм. 11. Бытие дано нам в абстрактно-философском осмыслении и познается только разумом. 12. Порядок. 13. Милетской (ионийской) школе. 14. Тетраэдр, гексаэдр (куб), октаэдр, додекаэдр, икосаэдр. 15. Эфир. 16. Аттической (афинской). 17. Апории Зенона Элейского. 18. Эпихеремы Зенона Элейского. 19. Мнения и истины. 20. Метафизической. 21. Индии. 22. Геоцентрическая. 23. В центре Вселенной находится Солнце, вокруг которого обращаются Земля и другие планеты. 24. Земля не является центром мироздания, она одна из планет, движущихся вокруг Солнца. 25. Наукой. 26. Средневековья. 27. Средневековья. 28. Античной науки. 29. Конец XVII – начало XVIII вв. 30. VII в до н.э. – XV в. н.э. 31. По большому счёту, не несёт познавательной ценности. 32. Вавилонской. 33. Разрежённость или уплотнённость воздуха. 34. Число. 35. Первичным началам. 36. Материя. 37. Ничто не должно приниматься без оснований, если оно не известно или как самоочевидное, или по опыту. 38. Геоцентрическое происхождение. 39. Вода, огонь, дерево, металл, земля. 40. Греческой, индийской. 41. Скорость падения тел не зависит от их тяжести. 42. Вера в авторитет, рассуждение, опыт. 43. Все планеты движется по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце; за равные промежутки времени планеты описывают равные секториальные площади. 44. Лукреций Кар. 45. Рассмотрение окружающего мира как единого целого. 46. Вселенная состоит из атомов и пустоты, атомы вечны, находятся в постоянном движении. 47. Античной науки. 48. Цитатной науки к началам современного естествознания. 49. Математическая программа Пифагора – Платона, аналитическая программа Аристотеля, атомизм Левкиппа – Демокрита. 50. Геоцентрическая. 51. Понимании природы, как результата божественного творения (креационизме); двойственной природе истины. 52. Эратосфен. 53. Леонардо да Винчи, Николай Коперник, Томазо Кампанелла, Ауреол Теофраст Парацельс. 54. Архимед. 55. Филопон. 56. Птолемей Александрийский.

К части II. 1. Инвариантность явлений во всех инерциальных системах отсчета. 2. Макромире. 3. Законов динамики. 4. Вес человека в лифте, поднимающемся с ускорением вверх, больше, чем в покоящемся лифте. 5. Энергия. 6. Не является инерциальной из-за вращения Земли вокруг своей оси. 7. Сохранение тех или иных физических величин объектов. 8. Отталкивание. 9. Никакими механическими опытами невозможно отличить факт равномерного прямолинейного движения от состояния покоя. 10. Галилеев принцип относительности. 11. Лагранжев формализм – координата и скорость. Гамильтонов формализм – координата и импульс. 12. Увеличению беспорядка. 13. Энтропия системы возрастает. 14. Открытыми. 15. Силы внутреннего трения в замкнутой системе частиц могут только уменьшать полную механическую энергию системы. 16. Энтропия. 17. Импульс. 18. Энергия без потерь может превращаться из одной формы в любую другую. 19. Любой физический процесс в изолированной системе понижает энтропию системы. 20. Возрастание энтропии. 21. Теплообмен. 22. При обратимом процессе система возвращается в исходное состояние. 23. Любой физический процесс в изолированной системе повышает энтропию системы.

24. Энергия без потерь может превращаться из одной формы в другую форму. Полная энергия изолированной системы не меняется. 25. Дальнодействия. 26. Вид материи, обладающий массой покоя. 27. Сила. 28. Электромагнитным взаимодействием. 29. Только в инерциальных системах отсчёта и в отсутствии сил трения. 30. Ускорению тела. 31. Три. 32. Нет, так как в любой системе присутствует трение и превращение механического движения в нагревание. 33. Импульс. Момент импульса. Энергия. Электрический заряд. 34. Закон сохранения энергии. 35. Закон сохранения импульса. 36. Фактах, установленных опытным путем. 37. Масса. 38. Однородностью времени. 39. Неизменности физических законов при параллельных сдвигах (трансляциях или перемещениях) в пространстве. 40. Неизменности физических законов при параллельных сдвигах во времени. 41. Выделением и рассеянием энергии связи. 42. Понижается. 43. Однородность времени – сохранение энергии. Однородность пространства – сохранение импульса. Изотропность пространства – сохранение момента импульса. 44. Твердое тело, жидкость, газ, плазма. 45. Повышается. 46. Понижается. 47. Понижается. 48. Картина изучаемых явлений однозначно обусловлена причинно-следственными (детерминистскими) связями. 49. Принцип относительности Галилея. 50. Гамильтонов; лагранжев. 51. Передаче взаимодействия посредством дальнодействия. Единственности корпускулярных объектов в материальном мире. 52. От объекта к объекту со скоростью, не превышающей скорость света в пустоте. 53. Цепь событий однозначно определяется причинно-следственными связями. 54. Фактах, установленных опытным путём. 55. Физические и другие явления происходят в четырёхмерном пространстве-времени. 56. Относительности движения и независимости скорости света в вакууме от источника. 57. Преобразование координат пространства-времени в многообразии инерциальных систем отсчета. 58. Некоторая величина, заданная в каждой точке пространства. 59. Частица, обладающая конечной массой покоя, никогда не может достичь скорости света. 60. Тело в направлении движения испытывает сокращение, и размер тела является максимальным в системе отсчёта, где оно покоится. 61. Скорость света в вакууме одинакова в различных инерциальных системах отсчета. 62. Невозможно передать сигнал со скоростью, большей скорости света в вакууме. 63. Тяготении всех масс друг к другу. 64. Свойства пространства-времени зависят от материи. 65. Искривление лучей света. Гравитационное красное смещение. Поворот (смещение) перигелия Меркурия. 66. По геодезической линии. 67. Скорость света одинакова в различных средах. 68. Свет – суперпозиция (совокупность) электромагнитных волн. 69. Для света не выполняется принцип сложения скоростей классической механики, скорость света не зависит от скорости движения источника. 70. Скорость света в вакууме не зависит от скоростей движения источника и приёмника, она одинакова во всех направлениях, во всех инерциальных системах отсчёта. 71. Радиоволны, инфракрасные лучи, ультрафиолетовые лучи. 72. Гамма-излучение. 73. Взаимодействие подчиняется принципу близкодействия.

К главе 7. 1. Принципа тождественности тяжёлой и инертной масс. 2. Космическое фоновое излучение, следствие взрыва ранней горячей Вселенной. 3. Кривизна Вселенной возрастает. 4. Так как Вселенная однородна и изотропна,

его нет. 5. Геометрические свойства искривлённого пространства-времени определяются массой или энергией материи в этом пространстве. 6. Доступная для наблюдения Вселенная. 7. Средняя плотность Вселенной. 8. Скорость удаления галактик друг от друга пропорциональна их взаимному расстоянию. 9. Спектра излучения звезды. 10. При гравитационном сжатии массивной звезды возможно образование чёрной дыры. 11. Пульсары. 12. Квазаров. 13. Испытывают «красное смещение». 14. Сингулярным. 15. Красные гиганты, белые карлики. 16. Гигантская звёздная система, подобная нашей звёздной системе, в состав которой входит Солнечная система. 17. Равновесие вещества звезды и, следовательно, существование звезды как единого целого обусловлено равенством силы притяжения вещества, направленной к центру, и силы газового давления, направленной от центра. 18. Находится на стадии протозвезды. 19. Неудержимое гравитационное сжатие массивной звезды после того, как у нее полностью выгорит ядерное горючее; звезда при этом схлопывается в очень плотное и компактное образование. 20. Вселенная – Галактика – звёздная система – планета. 21. Межгалактическое тепловое излучение с $T = 2,73 \text{ K}$, называемое реликтовым. 22. Структура, образованная галактиками, их скоплениями и сверхскоплениями. 23. Адронная эпоха – лептонная эпоха – эпоха излучения – эпоха вещества. 24. Ближний космос – типичный образец Вселенной, так что фундаментальной чертой Вселенной является одинаковость её областей и направлений. 25. Синергетический самоорганизующийся процесс. 26. В процессе нуклеосинтеза в звёздах. 27. Радиоактивный распад вещества.

К главе 8. 1. Присущее им от природы единство корпускулярных и волновых свойств. 2. Свойства атома в основном определяются валентными электронами. 3. Адроны и лептоны. 4. Микромире. 5. Протоны и нейтроны, кварки и глюоны. 6. Масса покоя. 7. Невозможно одновременно измерить импульс и энергию микрочастицы. 8. Нейтрон. 9. Превращение ядер при их взаимодействии с элементарными частицами и друг с другом. 10. Фотон. 11. Кварки и глюоны. 12. Электрон, вращающийся вокруг положительного ядра, должен излучать энергию и, следовательно, атом нестабилен. 13. Квант электромагнитного поля с энергией, пропорциональной частоте. 14. Радиусы орбит электрона в атоме водорода прямо пропорциональны n -номеру орбиты. 15. Изотопический спин (изоспин). 16. Бесконечный радиус действия. 17. Глюоны. 18. Частицы, входящие в состав атомных ядер. 19. Постулат де Бройля о волнах материи. 20. Сильное (ядерное). 21. Слабое. 22. Сильное (ядерное). 23. Нуклоны. 24. Обменный характер. 25. Аромат. 26. Слабое, электромагнитное. 27. Сильным взаимодействием. 28. Наименьшее количество некоторой физической величины, обладающее самостоятельным существованием. 29. Квадрат волновой функции. 30. Любая физическая система не может находиться в состояниях, в которых координаты её центра инерции и импульс одновременно принимают вполне определённые, точные значения. 31. Процесс, в котором частица и отвечающая ей античастица превращаются в электромагнитное излучение – фотоны или в другие частицы – кванты физического поля иной природы. 32. Не уменьшаются, а наоборот, увеличиваются. 33. Электромагнитное – фотоны. Слабое – векторные бозоны. Сильное – пи-мезоны. Гравитационное – гравитоны. 34. Атом – электромагнитное. Ядро – сильное (ядер-

ное). Протон – цветное. 35. Электрон. 36. Естественнонаучная и гуманитарная культуры это два взаимодополняющих друг друга способа постижения мира.

К главе 9. 1. Евклида. 2. Изотропность. Однородность. Бесконечность. Непрерывность. 3. Универсальность. Одномерность. Бесконечность. Непрерывность. 4. Пространство и время. Вещество и поле. 5. Три. 6. Четыре. 7. Аристотеля. 8. Эрнеста Маха. 9. Исаака Ньютона. 10. Готфрида Лейбница. 11. Альберта Эйнштейна. 12. Лоренца. 13. Галилей. 14. Это независимость физических явлений от определённых пространственно-временных или других преобразований. Симметрия проявляется в наличии определённых законов сохранения. 15. В любых инерциальных системах отсчёта все физические явления протекают одинаково. 16. Для микроскопического объекта существует потенциальная возможность проявлять себя, в зависимости от внешних условий, либо как волна, либо как частица, либо промежуточным образом. 17. В замкнутой системе одинаковых (т.е. обладающих одинаковыми свойствами: массой, зарядом, спином и т.п.) частиц реализуются только такие квантовые состояния, которые не меняются при перестановке местами двух любых частиц. 18. Ядерная, тепловая, механическая, электромагнитная. 19. Время – физическая величина, описывающая порядок явлений в искривлённом материей пространстве. 20. Состояние, в котором отсутствуют какие-либо частицы, поля, волны, какая-либо материя. 21. Любой процесс протекает одинаково в изолированных инерциальных материальных, системах, системах, покоящихся либо равномерно прямолинейно движущихся относительно друг друга. 22. Любые микрообъекты материи обладают свойствами и частиц и волн. 23. В квантовой системе тождественных частиц с полуцелым спином две или более частицы не могут одновременно находиться в одном и том же состоянии. 24. Микромир – элементарные частицы, атомы. Макромир – отдельные тела. Мегамир – планеты, звёзды, галактики. 25. Волна – длина, частота, энергия. Элементарная частица – спин, заряд, масса покоя. 26. Механистическая, электромагнитная, квантово-релятивистская (квантово-полевая). 27. Супервзаимодействие – гравитационное, сильное, электромагнитное, слабое взаимодействия. Взаимодействие Великого объединения – сильное, электромагнитное, слабое взаимодействия. Единое электрослабое взаимодействие – слабое, электромагнитное взаимодействия. 28. Зарядового сопряжения. 29. Внутренней симметрии. 30. Механистической. 31. Электромагнитной. 32. Электромагнитное, гравитационное. 33. Электромагнитное, слабое, сильное. 34. От объекта к объекту со скоростью, не превышающей скорость света в пустоте. 35. Классическая механика, общая теория относительности, теория химического строения. 36. Теория электромагнитного поля; специальная теория относительности; эволюционная теория Ламарка. 37. Молекулярно-кинетическая теория; квантовая механика; эволюционная теория Дарвина; генетика. 38. Квантовая теория поля; генетика; антропология; ядерная физика. 39. В квантовомеханической природе существенна дискретность физических величин с размерностью действия. 40. Атом – электромагнитное, двойная звезда – гравитационное, ядро атома – сильное. 41. Квантовая механика основывается на статистических закономерностях. В микромире существенна дискретность большинства физических величин в единицах постоянной Планка.

Учебное издание

Савченко Валерий Нестерович
Смагин Виктор Павлович

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
Т. 1: Протоестествознание, античное, средневековое,
механическое, физическое полевое, квантовое.
Тезаурус и персоналии (от А до К)

Учебное пособие

Редактор С.Г. Масленникова
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Подписано в печать 07.11.2013. Формат 70×100/16.
Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 28,0. Уч.-изд. л. 26,0. Тираж 100 экз. Заказ

Издательство Владивостокский государственный университет
экономики и сервиса
690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41
Отпечатано во множительном участке ВГУЭС
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41