

Министерство образования и науки Российской Федерации

Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

**В.Н. САВЧЕНКО**

**В.П. СМАГИН**

# **КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

**Т.2. Планетное, химическое, биологическое, эволюционное,  
философия и инструменты, мега-история Вселенной.  
Тезаурус и персоналии (от А до Я)**

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, засл. деятель науки  
Российской Федерации В.В. Юдин

**Савченко, В.Н.**

**С 13**      **КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНА-**  
**НИЯ : в 2 т. Т. 2. Планетное, химическое, биологическое, эво-**  
**люционное, философия и инструменты, мега-история Вселен-**  
**ной. Тезаурус и персоналии (от Л до Я) [Текст] : учебное посо-**  
**бие / В.Н. Савченко, В.П. Смагин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Вла-**  
**дивосток : Изд-во ВГУЭС, 2013. – 312 с.**

ISBN 978-5-9736-0258-1

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 даны краткие биографии наиболее выдающихся деятелей естествознания за всю историю его развития.

Для студентов гуманитарных специальностей дневной, заочной и дистанционной форм обучения, а также лиц, обучающихся по дистанционным технологиям. 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 978-5-9736-0258-1

©Издательство Владивостокского  
государственного университета  
экономики и сервиса, 2013

© Савченко В.Н., Смагин В.П., 2013

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

<b>Часть V. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ О ВОЗНИКНОВЕНИИ, ЭВОЛЮЦИИ И САМООРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ .....</b>	<b>6</b>
---	----------

<b>ГЛАВА 10. КОНЦЕПЦИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ О ЗЕМЛЕ И ПЛАНЕТАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>7</b>
10.1. Происхождение и эволюция планет.....	7
10.2. Геосферы и эволюция Земли.....	11
10.3. Географическая оболочка Земли.....	16
10.4. Геохронологическая и стратиграфическая шкалы.....	18
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 10 .....	20

<b>ГЛАВА 11. КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПЫ ХИМИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ .....</b>	<b>24</b>
11.1. Происхождение и эволюция химических элементов в недрах звёзд и в межзвёздной среде.....	24
11.2. Предмет, объекты химии и основные этапы её развития.....	30
11.3. Концепция химических элементов и Периодический закон Менделеева.....	32
11.4. Концепция химических структур и валентность элементов .....	36
11.5. Классификация химических реакций.....	38
11.6. Скорости химических реакций и химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье .....	40
11.7. Реакция Белоусова-Жаботинского. Концепции эволюционной химии и самоорганизации эволюционирующих каталитических систем Руденко .....	47
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 11 .....	51

<b>ГЛАВА 12. КОНЦЕПЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, НАСЛЕДОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНИ .....</b>	<b>58</b>
12.1. Проблема возникновения биополимеров и протоклеток .....	58
12.2. Наследование жизни, законы генетики Менделя .....	70
12.3. Хромосомная теория наследственности Моргана.....	76

12.4. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная теория наследственной изменчивости де Фриза-Мёллера .....	81
12.5. Обмен веществ и энергии в клетках. Энтропийные процессы жизни .....	84
12.6. Биосинтез белков. Кодирование наследственной информации. Генетический код .....	89
12.7. Возникновение и эволюция жизни .....	93
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 12 .....	97
 <b>ГЛАВА 13. КОНЦЕПЦИИ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕОРИЙ САМООРГАНИЗАЦИИ СТРУКТУР .....</b>	
13.1. Возникновение и становление концепций постнеклассического естествознания.....	108
13.2. Динамика возникновения диссипативных структур .....	110
13.3. Устойчивость структур и механизм их эволюции .....	111
13.4. Механизмы потери устойчивости структур, катастрофы, бифуркации, математическая теория катастроф и прогнозы будущего .....	113
13.5. Природные диссипативные структуры (стихии) .....	117
13.6. Фундаментальные концепции постнеклассического естествознания .....	120
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 13 .....	123
 <b>ГЛАВА 14. ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ КОНЦЕПЦИИ О МЕГА-ИСТОРИИ ВСЕЛЕННОЙ, АНТРОПНОМ ПРИНЦИПЕ И ЧЕЛОВЕКЕ .....</b>	
14.1. О понятии мега-истории Вселенной.....	130
14.2. Этапы и процессы эволюционирующего космогенеза .....	132
14.3. О базовых параметрах Вселенной и нашей Галактики.....	137
14.4. Тонкая согласованность физических законов и мировых констант.....	140
14.5. Слабая формулировка антропного принципа .....	142
14.6. Сильная и сверхсильная формулировки антропного принципа.....	143
14.7. Эволюционные концепции происхождения человека .....	144
14.8. Генетика человека .....	150
14.9. О кризисе планетарного цикла жизни .....	153
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 14 .....	155

<b>ЧАСТЬ VI. ФИЛОСОФИЯ И ИНСТРУМЕНТЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ .....</b>	<b>163</b>
<b>ГЛАВА 15. ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ФИЛОСОФСКИЕ КОНЦЕПЦИИ НАУКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ .....</b>	<b>164</b>
15.1. Определение науки и естествознания как отрасли науки .....	164
15.2. Наука и не-наука. Принципы или критерии научности .....	166
15.3. Структура, эмпирический, теоретический уровни и цель естественнонаучного познания .....	167
15.4. Методы научного познания.....	169
15.5. Философия науки и динамика научного познания.....	171
15.6. О гипотезах, полагаемых в основание эволюции .....	175
15.7. Транскультурный диалог естественных и гуманитарных наук в категориях постнеклассической рациональности.....	177
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 15 .....	187
<b>ГЛАВА 16. МАТЕМАТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ МИРА.....</b>	<b>196</b>
16.1. Познание, математика, математическая истина и естественная реальность .....	196
16.2. Непостижимая эффективность математики.....	200
ТЕСТЫ К ГЛАВЕ 16 .....	203
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ или ОБРАТНЫЙ ОТСЧЁТ МИФОВ: ТЁМНАЯ МАТЕРИЯ, ТЁМНАЯ ЭНЕРГИЯ, РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ, БОЗОНЫ ХИГГСА, КВАРКИ, ГЛЮОНЫ, ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ, БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ... ..</b>	<b>206</b>
<b>ТЕЗАУРУС И ПЕРСОНАЛИИ ДЕЯТЕЛЕЙ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (от А до Я).....</b>	<b>211</b>
Тезаурус.....	212
Персоналии деятелей естествознания (от Л до Я).....	287
ОТВЕТЫ НА ТЕСТЫ.....	303
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>311</b>

**Часть V. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ  
О ВОЗНИКНОВЕНИИ, ЭВОЛЮЦИИ  
И САМООРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМ**

---

- Глава 10  
КОНЦЕПЦИИ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ О ЗЕМЛЕ  
И ПЛАНЕТАХ СОЛНЕЧНОЙ  
СИСТЕМЫ**
- Глава 11  
КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПЫ  
ХИМИЧЕСКОГО  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**
- Глава 12  
КОНЦЕПЦИИ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ,  
НАСЛЕДОВАНИЯ  
И ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНИ**
- Глава 13  
КОНЦЕПЦИИ  
ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОГО  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕОРИЙ  
САМООРГАНИЗАЦИИ  
СТРУКТУР**
- Глава 14  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ  
КОНЦЕПЦИИ О МЕГА-  
ИСТОРИИ ВСЕЛЕННОЙ,  
АНТРОПНОМ ПРИНЦИПЕ  
И ЧЕЛОВЕКЕ**

## Глава 10. КОНЦЕПЦИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ О ЗЕМЛЕ И ПЛАНЕТАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

---

---

### 10.1. Происхождение и эволюция планет

**Р**ассмотрим проблемы планетной космогонии, т.е. проблемы образования планет и планетных систем, на примере нашей Солнечной системы. Надо ответить на несколько непростых вопросов. Как образовались планеты Солнечной системы и почему? Насколько распространены планетные системы во Вселенной? Распространены ли во Вселенной системы, подобные Солнечной, с планетами, подобными Земле? Решение этих проблем можно начать с рассмотрения стадий рождения звёзд. На начавшееся спонтанно сжатие газового облака и на дальнейшую судьбу звезды оказывают влияние, кроме тяготения, ещё много факторов. Один из важнейших – возникающий во вращающемся газопылевом диске момент количества движения (вращательный момент). При сжатии диска во много раз момент вращения сохраняется неизменным, а момент инерции уменьшается пропорционально квадрату степени сжатия, и, значит, во столько же раз должна возрасти скорость вращения.

Высокая скорость вращения препятствует сжатию в сферу. По этой причине большинство галактик имеют дискообразную форму, но звёзды, как правило, скорее, по форме шары, чем какое-либо другое тело; они как-то умудряются избавиться от своего вращательного момента. Следует отметить (это сейчас установлено совершенно точно), что вдоль оси вращения звёзды несимметричны – в верхней части вытянуты, а в нижней сплюснуты. Наблюдения за газовыми дисками (туманностями) указывают на два возможных варианта сценария: первый – образование двойных звёзд; второй – образование планетных систем. В первом случае момент вращения облака переходит в момент вращения звёзд вокруг общего центра тяжести; во втором – передаётся планетам, вращающимся вокруг центральной звезды. В нашей Солнечной системе на планеты приходится всего 0,13% массы, но у них сосредоточен почти весь вращательный момент системы – примерно 98%. Почему это так, убедительного объяснения пока никто не дал.

Прямыми наблюдениями удалось доказать уже на начало 2006 г. существование планет более чем у ста звёзд в нашем ближайшем окружении. Это, как правило, планеты, превосходящие по массе Юпитер, но

можно предполагать, что большинство одиночных звёзд (которых в нашей Галактике многие миллиарды) должны иметь планетные системы и среди них должны быть (могут быть) и планеты, подобные Земле.

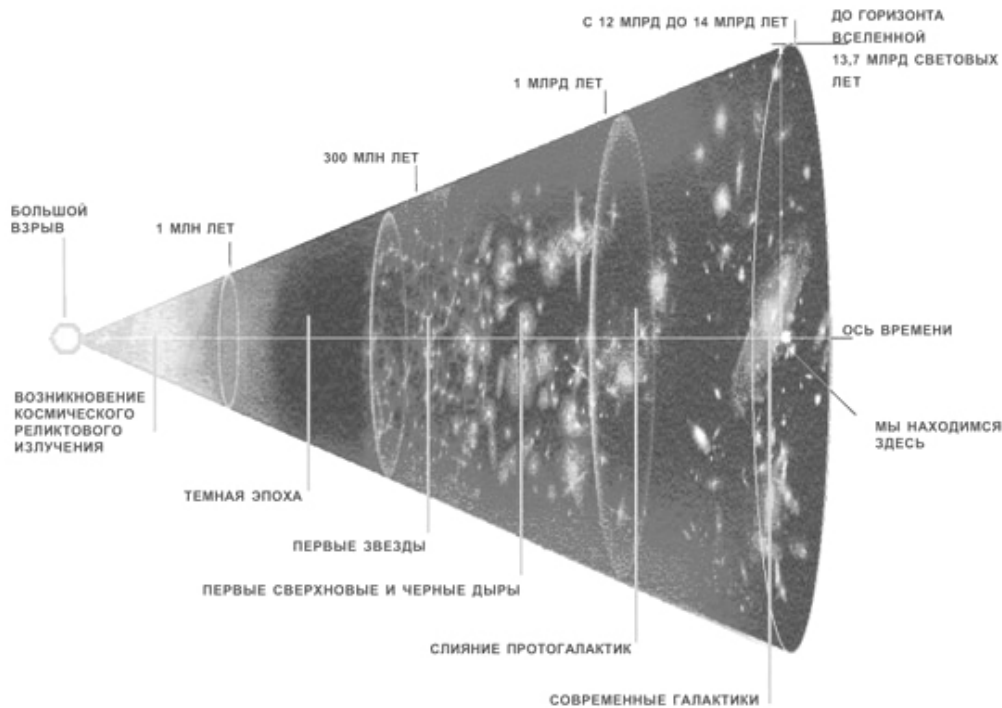


Рис. 1. Теория Большого взрыва

Относительно механизма образования планетных систем (конкретнее – нашей Солнечной системы) до сих пор нет окончательно сформированного мнения. Есть довольно продуктивные современные гипотезы и теории, восходящие к *небулярной* (из газо-пылевого облака, из *туманности*, ибо *nebula* (лат.) – *туман*) *гипотезе* Канга и Лапласа. Это теории Ф. Мультона и Т. Чемберлена, Дж. Койпера, Х. Альвена, Ф. Хойла, О. Шмидта, С. Всехсвятского и др. Но ни одна из них не может объяснить *всех* фактов, относящихся к планетам. В настоящее время можно считать достаточно точно установленными следующие два положения:

1. Планеты образовались приблизительно одновременно с Солнцем из материала того же газо-пылевого облака.
2. Образование планет происходило из холодной материи и планеты никогда не проходили через стадию полного расплавления (хотя



расплавление большей части вещества на ранних стадиях жизни некоторых планет вероятно).

Исходя из этих положений строятся основные теории образования и начальной эволюции планет. В общих чертах их образование началось в газо-пылевом или протопланетном (допланетном) облаке, которое должно было изначально иметь или принять позже уплотнённую, дискообразную форму, поскольку, как известно, траектории (орбиты) планет практически лежат в одной плоскости. Допланетное облако значительно превышало пределы самой далёкой из планет – Плутона, который удалён почти на 40 а.е. (а.е. – астрономическая единица, равная среднему расстоянию Земли от Солнца – 149,5 млн км). Планеты образовались из твёрдых тел – *планетезималей*. *Планетезимали* (англ. *planetesimal* от *planet* – планета, *infinitesimal* – бесконечно малая величина) – мелкие твёрдые частички, так называемые *допланетные тела*, образовавшиеся в допланетном облаке в результате конденсации вещества, согласно космогонической гипотезе американских астрономов Ф. Мультона и Т. Чемберлена. Первоначальный состав облака был свойственен обычным межзвёздным туманностям – 99% газа (водород и гелий) и 1% пыли. В результате гравитационного коллапса газа и пыли в центральной части облака образовалось протосолнце (протозвезда в других случаях), температура которого первоначально была десятки тысяч градусов. Это способствовало испарению пылевых частиц из протосолнца. Протопланетное облако, в основном с газовой составляющей, оказалось подверженным вихревому движению газов. Облако остывало, в нём вновь появились твёрдые частички пыли. Через какое-то время образовался тонкий пылевой диск, который начал расслаиваться на отдельные сгущения. В облаке участились столкновения и слипания отдельных пылинок, и вот только на этом этапе началось образование планетезималей. По мере возрастания масс планетезималей и достижения ими *километрового размера* у них появилась способность удерживать близлежащие частички за счёт тяготения. Образование планетезималей длилось согласно расчётам десятки тысяч лет, протопланетных тел из планетезималей – несколько сот миллионов лет. В протопланетном рое протезимали были нескольких размеров. Больше мелких, меньше средних, крупных, таких, как Луна или Меркурий, совсем немного – единицы. Со временем орбиты крупнейших тел стали приближаться к круговым, а сами они становились центрами притяжения всего окружающего их вещества, явившись зародышами планет. Всё это длилось около 100 млн лет.

В нашей Солнечной системе сейчас насчитывают 9 больших планет (всё настойчивее заявляют астрономы об открытии 10-й планеты, названия

которой пока нет, но предварительно говорят Плуто либо Цербер). Из них 4 планеты образуют «земную группу» – Меркурий, Венера, Земля и Марс. Эти планеты имеют твёрдую оболочку и медленно вращаются вокруг своей оси. Наибольшая из этих планет наша Земля. Группу *планет-гигантов* также составляют 4 планеты – Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. 9-ую планету – Плутон, обычно рассматривают отдельно от других, поскольку по своим характеристикам она относится, скорее, к планетам земной группы. Особенность ей придаёт необычная форма её орбиты – сильно вытянутый эллипс. В результате Плутон периодически подходит к Солнцу даже ближе, чем Нептун, поскольку заходит *внутри* его орбиты. Американский астроном Дж. Койпер, открывший знаменитый пояс астероидов Койпера, высказал даже гипотезу в середине XX века, что Плутон – астероид (возможно это стало основной причиной, по которой в 2007 году астрономы перестали считать Плутон планетой и перевели его в число малых планет).

Далее, к Солнечной планетной системе относится большое число «малых планет», или астероидов, расположенных в основном между Марсом и Юпитером, значительное число относительно «крупных» малых планет (200–500 километров диаметром), расположенных за Нептуном, в поясе Койпера, а также множество комет, образующих так называемое *облако Оорта*, расположенное за орбитой Плутона, и многочисленные спутники больших планет.

*Планеты земной группы* расположены ближе к Солнцу и представляют собой твёрдые шары, состоящие в основном из силикатов с относительно тонкими газовыми атмосферами. По-видимому, у всех этих планет присутствует железное или железно-никелевое ядро различного размера (относительно наибольшее у Меркурия). Атмосферы планет сильно различаются по плотности и составу. У Меркурия – примерно на 10 порядков менее плотная, чем земная, атмосфера состоит в основном из гелия, поставляемого солнечным ветром; у Марса и Венеры преобладающим компонентом (свыше 95%) атмосферы является углекислый газ, а вот плотность атмосферы Марса в 160 раз меньше, чем Земли, у Венеры, напротив, в 90 раз плотность больше.

Земля – единственная из всех планет обладает кислородной атмосферой и гидросферой – жидкой водой на поверхности. Не исключено, что когда-то жидкая вода была и на Марсе, а сейчас она присутствует в виде захороненного под пылью льда.

Внутреннее строение планет изучено весьма слабо. Больше всего мы знаем о Земле, о которой дальше будет сказано особо. Модели внутреннего строения для остальных планет земной группы строятся по аналогии с Землёй.

*Планеты-гиганты* представляют собой огромные газовые шары, чаще всего жидкие, т.е. не имеющие твёрдой поверхности, какая есть у планет земной группы. Из-за своих больших масс и достаточной удалённости от Солнца планеты-гиганты удержали почти полностью лёгкие газы, преобладавшие в протопланетном облаке, – водород и гелий, из которых и состоят в основном их необычайно мощные атмосферы. В горячих глубоких недрах планет-гигантов (до 20 тыс. градусов), вероятно, все же присутствуют твёрдые ядра, составляющие очень небольшую часть каждой планеты по массе.

Причина различий в строении планет земной группы и планет-гигантов, не исключено, связана с их расстоянием от Солнца. Так, Марс, самая удалённая планета земной группы, находится всего в 1,52 а.е. от Солнца, тогда как Юпитер, ближайший гигант, – в 5,20 а.е. Вблизи Солнца большая часть лёгких газов из атмосфер планет была «выметена» солнечным излучением в более далёкие области, в открытое космическое пространство.

В заключение добавим совсем новый материал о рождении планетных миров. По радиоизотопной датировке метеоритов и наблюдениям околозвёздных дисков (в системах доступных современной астрономии внесолнечных планет) астрономам и астрофизикам удалось воссоздать историю формирования планет.

От 0 до 100 тыс. лет – в центре диска формируется звезда, и в ней начинается термоядерный синтез.

От 100 тыс. до 2 млн лет – пылинки слипаются в протоземали, захватывают газ, протоземали слипаются в планетные зародыши с массами от лунной до земной.

2 млн лет – формируется первый газовый гигант (типа Юпитера, Сатурна) и выметает астероиды первого поколения.

10 млн лет – газовый гигант стимулирует формирование других гигантов и планет земного типа. К этому времени почти весь газ диска расходуется.

800 млн лет – возникающая перегруппировка планет продолжается порядка миллиарда лет после своего начала.

## 10.2. Геосферы и эволюция Земли

Непосредственные наблюдения показывают, что Земля представляет собой твёрдое тело, окружённое водной и газовой оболочками – *гидросферой* и *атмосферой*. Две последние обычно объединяются в *географическую оболочку* (см. п. 10.3).

Средний радиус Земли – 6371 км, плотность – 5517 кг/м<sup>3</sup>, масса – 5,973.10<sup>24</sup> кг, на гидросферу приходится около 1,4.10<sup>21</sup> кг (чуть менее 0,025%) и на атмосферу – 5,16.10<sup>18</sup> кг (около одной миллионной полной массы). Земля имеет почти сферическую форму, слегка сплюснута с полюсов и состоит из трёх основных концентрических слоёв или сфер: *ядро, мантия и кора*. Около 70% поверхности Земли покрыто водой, включая обе полярные ледяные шапки. Средняя скорость движения вокруг Солнца – 30 км/с. *Ось вращения Земли наклонена по отношению к плоскости орбиты на 23,5 градуса, что является причиной смены времён (сезонов) года.*

*Поверхность Земли сильно неоднородна. Прежде всего следует отметить такие её крупнейшие образования, как океаны и материки. Затем – неровность поверхности самих этих образований и их вещественная неоднородность (в основном на материках). Твёрдое тело Земли изучает геология, которая начиналась как прикладная наука, призванная разрабатывать методы поиска полезных ископаемых.*

Геологи довольно быстро установили, что земная твердь отнюдь не незыблема. Эрозия понижает высокие горы в среднем на несколько десятых долей миллиметра в год. То есть на несколько сотен метров за миллион лет. Это большая скорость. Даже если она была бы в 10 раз меньше, первых сотен миллионов лет хватило бы, чтобы разровнять любые горы в плоскогорья. А Земля существует по современным оценкам примерно 4,65 миллиарда лет. Следовательно, горы не только разрушаются, но и растут, также образуются и месторождения полезных ископаемых.

*Все геологические структуры являются диссипативными, они возникают и поддерживаются за счёт диссипации внутренней энергии Земли и одновременно изменяются за счёт поглощения и рассеяния энергии Солнца.*

Внутренняя энергия Земли образовалась благодаря многим процессам, выделим два из них – *аккрецию и радиоактивность.*

Предполагается, что большая часть массы Земли связалась воедино за сравнительно короткое время (порядка миллионов лет) в основном, как уже отмечалось выше, за счёт образования и последующего объединения (слипания) *планетезималей* в крупные образования. После того, как масса Земли достигла почти современной массы, но ещё не приобрела атмосферы, беспрепятственное падение метеорных и астероидных тел на её поверхность (*аккреция*) приводило к выделению значительной гравитационной энергии и нагреву. При этом доля тепла, идущая на нагрев недр молодой планеты, была тем больше, чем крупнее падающие тела. Сильные удары приводили к частичному плавлению

вещества в ограниченной области, но в целом температура растущей Земли не достигала температуры плавления (не выше 600–800°C). Примерно через 400–500 млн лет образовалась атмосфера и температура Земли снизилась почти до современной.

Среди признаваемых современных гипотез об образовании Солнца есть и та, что *Солнце – звезда второго поколения*, то есть оно образовалось не из первичного газа, а в значительной степени из вещества, выброшенного взрывами сверхновых звёзд первого поколения, обогащённого тяжёлыми элементами, в том числе и *радиоактивными*. Причём, кроме известных нам долгоживущих радиоактивных элементов – урана, тория и калия (который уже практически весь распался), в нём присутствовали и короткоживущие радиоактивные элементы (с периодом полураспада порядка десятков миллионов лет). Оценки показывают, что радиоактивного тепла могло быть достаточно для сильного разогрева и расплавления значительной части внутреннего объёма планеты (началось образование жидкого ядра Земли).

Разогрев и расплавление способствовали ускорению дифференциации недр планеты. Гравитационная дифференциация привела к расслоению вещества в соответствии с плотностью тех или иных химических соединений. Тяжёлые, нелетучие компоненты тонули, а лёгкие, летучие – всплывали (возможно, что именно так возникло железное ядро в центре и атмосфера с гидросферой на поверхности). Дифференциация также приводила и к дополнительному выделению гравитационной энергии.

Сейчас выделение радиоактивного тепла продолжается только за счет трёх долгоживущих радиоактивных элементов и оно примерно уравнивает потери в окружающее пространство. Возможно, оно несколько меньше этих потерь (и Земля понемногу остывает), хотя точно этого утверждать нельзя. Во всяком случае, несмотря на довольно эффективное расслоение, Земля ещё далека от равновесия и продолжает жить и совершенствовать свою геосферную структуру.

В самом грубом приближении строение Земли можно представить в виде концентрических слоев – *геосфер*. Сверху от её поверхности до глубины в несколько десятков километров простирается *земная кора*. Толщина её неравномерна: максимальна под горами – до 70 км и минимальна под океанами – 5–10 км. Подошва коры определяется как граница раздела, на которой скорость сейсмических волн скачком увеличивается на 1,5–2 км/с. Это увеличение связано с изменением плотности, которое, скорее всего, зависит от изменения химического состава вещества.

*Кора*, в свою очередь, также *подразделяется на несколько сфер*. Самый верхний слой – осадочный – состоит из плохо консолидированных осад-

ков – продуктов разрушения коренных пород, затем следует «гранитный» или «гранито-метаморфический» слой (скорости сейсмических волн соответствуют таковым в гранитах) и нижний «базальтовый». Толщины этих сфер (слоёв) варьируются очень сильно. По всей поверхности планеты присутствует лишь самый нижний – «базальтовый» слой; «гранитный» практически отсутствует в океанах, то есть на большей части поверхности Земли; осадочный слой может превышать по толщине 10 км в областях длительного прогибания земной коры и вообще отсутствовать в областях поднятий.

Под корой расположена мантия, для которой предполагается так называемый ультраосновной состав (меньше, чем в базальтах, кремния и алюминия и больше железа и магния). Кора вместе с самой верхней частью мантии образует *литосферу* – состоящую из жёсткого непластичного материала, сферу толщиной около 100 км, покрывающую Землю. Ниже находится *астеносфера* (ослабленная сфера) – слой материалов с пониженной по сравнению с литосферой вязкостью и скоростью сейсмических волн. *Астеносфера выполняет демпфирующую роль* для поднимающейся из недр верхней мантии, не позволяя ей разрывать поверхность земной коры. Глубже 250 км скорость волн и вязкость снова нарастают.

Мантия Земли отделена от земной коры *поверхностью* или *границей Мохоровичича*. Мантия разделяется на верхнюю, толщиной 630 км, и нижнюю – 2290 км. Температура мантии составляет 1500–300°C. Простирается она до глубины 2900 км, где проходит *граница Гутенберга* с земным ядром. *Внешнее ядро Земли расплавленное, жидкое, толщиной 2200 км, распространено до глубины 5000–5100 км и состоит в основном из железа и никеля. Глубже находится внутреннее твёрдое ядро, диаметром 2500 км, по-видимому, того же состава, что и внешнее ядро. Его твёрдое состояние говорит о том, что рост температуры плавления, обусловленный ростом давления, на этой глубине опережает увеличение температуры. Его же температура достигает 5000°C. Существуют и другие представления. Так, есть гипотеза отечественного геолога Ю.А. Колясникова о том, что центральное ядро Земли может быть твёрдым водородно-гелиевым, в чём нет особой интриги, поскольку образование и звёзд, и планет происходило всегда из водород-гелиевых облаков, но гипотеза эта малоизвестна. Однако недавно было открыто, что при высочайших давлениях (в миллионы атмосфер) водород становится металлическим (!), а ведь именно металлическим по агрегатному состоянию считается ядро Земли (рис. 2).*

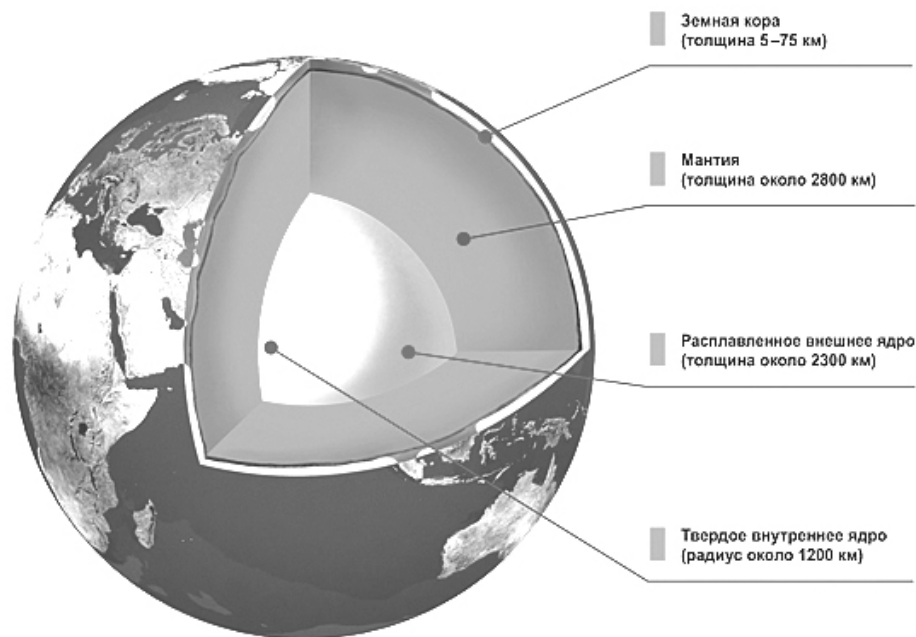


Рис. 2. Внутреннее строение Земли

Все наблюдаемые на поверхности Земли крупные *тектонические процессы* – поднятия гор, опускания котловин, перемещения крупных блоков земной коры – связаны с процессами в мантии Земли, а точнее, лишь в упоминавшейся *верхней мантии*. Первопричиной тектонических движений является *конвекция* в мантии, обусловленная диссипацией внутренней энергии Земли.

Общую структуру этих движений по современным воззрениям следует описывать в рамках так называемой «*новой глобальной тектоники*» или «*тектоники плит*» (гипотеза немецкого геофизика Альфреда Вегенера, получившая развитие в середине XX века). Согласно этой теории, литосфера разбита на сравнительно небольшое число независимых жёстких блоков – *литосферных плит*, и все изменения, происходящие на поверхности планеты, связаны с движением по ней этих плит. Плиты могут двигаться поступательно, разворачиваться, сталкиваться и расходиться. Они могут нырять одна под другую и тонуть в мантии, в так называемых *зонах субдукции*, и могут вновь создаваться из мантийного вещества, поднимающегося к поверхности в *зонах спрединга*, *зонах раздвижения* морского дна. Рождение плит и их уход обратно в мантию происходит в океанах. Зоны спрединга расположены вдоль *срединноокеанических хребтов*, а зоны субдукции – по границам океанов, они отмечены узкими и глубокими впадинами – *глубоководными желобами* и *островными дугами*.

У наших российских дальневосточных берегов такой зоной является Курило-Камчатская островная дуга.

Почти все эти движения плит сейчас подтверждены непосредственными измерениями с использованием методов высокоточной астрономической и спутниковой геодезии. Уже измерены их скорости, которые составляют сантиметры и даже миллиметры в год, но окончательной точной модели структуры мантийной конвекции, их порождающей, пока ещё нет. Тем не менее, независимо от деталей механизма, порождающего изменения лика Земли, установлено твёрдо, что этот лик непрерывно меняется, причём глобально. Главным открытием последнего времени явилась нестабильность и относительная молодость океанов. Возраст Атлантического океана находится в пределах первых сотен миллионов лет. Он моложе многих горных систем, моложе многих рек. (Крупные реки, как правило, – весьма старые объекты: река Ганг, например, гораздо старше Гималайских гор, которые она прорезает). Такие крупные перестройки, как изменение конфигурации материков и океанов, очень сильно влияют на все процессы в верхних оболочках Земли, в частности на атмосферные процессы и на климат.

### 10.3. Географическая оболочка Земли

Верхняя часть (прежде всего поверхность) земной коры, включающая гидросферу, и атмосфера образуют *географическую оболочку* – особую глобальную структуру, жизнь и развитие которой определяется как результатами диссипации внутриземной энергии, так и преобразованием потока энергии, получаемой от Солнца (и в малой степени воздействием других планет и дальнего космоса). *Географическая оболочка* – это та *окружающая среда*, в которой происходит жизнь человека. Поэтому изучение её, глубокое понимание всех происходящих в ней процессов – жизненно важная задача.

Географическая оболочка представляет собой сложнейшую динамическую систему, относительная стабильность которой поддерживается системой обратных связей, обеспечивающих баланс *конструктивных* и *деструктивных* процессов. Неоднородности поверхности Земли и внутренней структуры самого верхнего её слоя, входящего в географическую оболочку, создаются в основном внутренними тектоническими – *эндогенными* – силами, возникающими за счёт диссипации внутренней энергии планеты. Эти неоднородности разрушаются и сглаживаются в основном за счёт внешних, *экзогенных*, факторов – действия перепадов температуры, текучей воды, ветра, живых организмов. Экзогенные факторы действуют за счёт энергии солнечного излучения. В основном это факто-



ры деструктивные, однако они не только разрушают, но и создают. Результат действия экзогенных сил – разнообразные осадочные горные породы, специфические формы рельефа и, в значительной степени, такой создающий и разрушающий фактор, как *жизнь*.

Итак, *в географическую оболочку входит не вся земная кора, а лишь верхняя её часть*, толщину которой точно определить затруднительно. Можно сказать, что это та часть коры, вещество которой непосредственно участвует в круговороте, непрерывном взаимном обмене с другими компонентами (гидросферой и атмосферой), обеспечивающим стабильность географической оболочки. Это несколько верхних километров. Прежде всего, это горы и горные массивы, имеющиеся на всех континентах.

Поднимающиеся горы сразу начинают разрушаться экзогенными силами, а прогибающиеся впадины – заноситься продуктами этого разрушения, образующими слои осадков. Поэтому высота гор и глубина впадин не превышает нескольких километров. Высота гор, кстати, ограничивается и предельной твёрдостью слагающих их пород, поскольку на основание гор давит вся над ними возвышающаяся масса, под действием которой *твёрдые породы начинают течь*. Расчёты показывают, что предельная высота гор не может быть по этой причине больше 9 км. В то же время толщина слоя осадков, заполняющих внешне неглубокую впадину, может достигать 20 км, а на вершине горы могут оказаться породы, сформировавшиеся на глубине во много километров. Сележавшиеся, сцементированные осадки образуют *осадочные горные породы*. На большой глубине под действием высоких температур и давлений осадочные породы сильно изменяют свой облик и превращаются в так называемые *метаморфические породы*. Исходные материалы метаморфических пород до метаморфизма – это сланцы с несколькими видами минералов, песчаники с кварцем и известняк с кальцитом. Превращаются они последовательно на глубинах от 15 до 30 км в аспидный и кристаллический сланец, в гнейсы и филлиты; песчаники – в кварцит, а известняк – в мрамор. Слабо метаморфизованные породы не очень сильно отличаются от осадочных, а сильно метаморфизованные очень похожи на *магматические*. Магматические породы представляют собой поднявшиеся из глубины и застывшие расплавы. Такие расплавы пронизывают метаморфические и осадочные толщи, они могут останавливаться и застывать, не достигнув дневной поверхности, и образовывать *плутонические тела*, а могут изливаться на поверхность при *вулканизме* в виде *лавы*. Вертикальные движения земной коры обычно знакопеременны – глубокое погружение сменяется поднятием столь же большой амплитуды.

Таким образом, *поверхность Земли слагают* три основных типа горных пород: *магматические, осадочные и метаморфические*. Последние – результат переработки осадков действием высоких температур и давлений.

*Атмосфера* – воздушная оболочка Земли – имеет примерно такой состав: азот – 78%, кислород – 21%, благородные газы (в основном аргон) – 1% и *сотые доли процента составляет углекислый газ*. Состав атмосферы Земли не похож на состав атмосфер других планет солнечной системы, так как на Земле он в основном обусловлен наличием жизни. Вся атмосфера Земли, кроме 1%, лежит в узком приповерхностном слое, ограниченном высотой 30 км. Температура атмосферы сильно меняется с высотой. По этому признаку образуются слои, которые называются *тропосферой, стратосферой, мезосферой и термосферой*. Температура в этих слоях колеблется от -100 до +100°C. На высотах выше 200 км температура днём достигает 1500°C.

*Гидросфера* включает воду морей и океанов, рек и озёр, ледников полярных и горных, грунтовые воды, лед вечной мерзлоты, водяной пар атмосферы. Таким образом, гидросфера пересекается с литосферой и атмосферой: лёд, особенно лёд вечной мерзлоты, – это, по существу, нормальная горная порода, а водяной пар – один из компонентов атмосферных газов. И всё же всю воду выделяют в отдельную оболочку, так как только она способна в пределах географической оболочки *одно-временно* существовать во всех трёх фазах – твёрдой, жидкой и газообразной – и играет в ней такую исключительную роль.

Географическая оболочка Земли практически совпадает с *биосферой* – областью распространения *жизни*. Жизнь не только располагается в этой зоне Земли, но является её неотъемлемым компонентом, в значительной степени определяющим весь её состав и структуру. Состав атмосферы Земли в основном сформирован жизнью, и ею же создана значительная часть горных пород (например известняки). Полностью обязан жизни и такой важный компонент географической оболочки, как *почва*. На огромную геологическую роль живого вещества впервые указал великий русский геохимик и мыслитель Владимир Иванович Вернадский.

#### 10.4. Геохронологическая и стратиграфическая шкалы

В геологии существует понятие геологического времени, или *геохронологии*, которое охватывает всю историю Земли, от момента зарождения до наших дней. За последние 200 лет учёными было накоплено, проанализировано и упорядочено огромное количество геологических фактов. Результатом работы многих поколений геологов стала стратиграфическая (палеонтологическая или биохронологическая)

шкала – геологическое летоисчисление, фиксирующее относительную хронологическую последовательность формирования горных пород, слагающих литосферу Земли. Поскольку до сих пор нет единой международной стратиграфической шкалы, мы ограничимся одним из её вариантов. Геологи уже давно классифицируют понятие геохронологии, выделяя в ней такие временные градации или *геохронологические единицы*, как *зон*, *эра*, *эпоха* иногда *период*, *отдел*, *время* и *хрон*. Породы, представляющие интервал геологического времени, называются *хроностратиграфическими единицами*. Каждый геохронологический термин имеет хроностратиграфический эквивалент. Например, горная порода, образованная во время *зоны*, носит название *зонотема*, а во время *эры* – *эратема*. Хроностратиграфическими эквивалентами *периода*, *эпохи*, *времени* и *хрона* являются *система*, *серия*, *фаза* и *хронозон* соответственно.

Самое крупное подразделение *геохронологической* (а также *стратиграфической*) *шкалы*, отвечающее длительному этапу развития Земли, – *зон* (объединяющий несколько меньших по временным масштабам *эр* (*эратем*)), в течение которого формируется *зонотема*. Древнейший *зон* (*зонотема*) – *криптозой*, этап *скрытой*, *непроявленной жизни*, он же *докембрий*, начало которого относят на 4 млрд лет назад, имеет общую продолжительность около 3,5 млрд лет. До криптозоы выделяют *зон гадес* и его *эру* – *катархей*, начавшиеся с момента образования Земли, продолжительностью в 600 млн лет. *Криптозой* включает в себя *эры археозой* (продолжительностью около 1,5 млрд лет) и *протерозой* (продолжительностью не менее 2 млрд лет). Последующие три *эры* (*эратемы*) – *палеозой*, *мезозой* и *кайнозой* – образуют *зон* (*зонотему*) *фанерозой* – этап *явной*, *наблюдаемой жизни*, длительностью в 570 млн лет.

Особую значимость в эволюции Земли имеют три последние указанные *эры*. Их длительность такова: *палеозой* – 340 млн лет, *мезозой* – 169 млн лет; *кайнозой* – 66 млн лет. Они подразделяются в свою очередь на 12 *эпох* (в некоторых шкалах, как указывалось выше, их также называют *периодами* или *системами*). Начала этих эпох и их продолжительность в млн лет такова: *палеозой* – *кембрий* – 570/80, *ордовик* – 490/65, *силлур* – 435/30, *девон* – 400/55, *карбон* (он же *каменноугольный*) – 345/65, *пермь* – 280/45; *Мезозой* – *триас* – 235/50, *юра* (*юрский*) – 185/53, *мел* – 132/66. *Кайнозой* – *палеоген* – 66/41, *неоген* – 25/25, *антропоген* (он же часто именуется как *четвертичный*) – от 0,6 до 3,5 млн лет. Кстати, для запоминания последних 12 эпох студенты-геологи придумали нескольких шуточных стихов, восстанавливая названия эпох по первым буквам слов стиха: «Когда Одна Стипендия, Дуи Квас Пенистый, Только Юмора Мало, Пытайся Найти Аналог».

Укажем ещё *отделы двух последних эпох* – неогена и антропогена, поскольку в это геологическое время произошло формирование совре-

менной фауны и флоры, а в конце неогена появились древнейшие люди. Неоген состоит из отделов *миоцена* и *плиоцена*, антропоген из отделов *плейстоцена* и *голоцена*. Время этих отделов в миллионах (млн) лет таково: миоцен – 25–9, плиоцен – 9–1,8 (2), плейстоцен – 1,8–0,01 и голоцен – 0,01–0. *Антропоген* – это век человека, время эволюции рода Homo.

### Тесты к главе 10

1. При удалении источника света от наблюдателя линии спектра:
  - а) смещаются к его красному концу;
  - б) смещаются к его фиолетовому концу;
  - в) положение линий спектра водорода не изменяется.
2. Солнце относится к классу звёзд:
  - а) жёлтый гигант; б) жёлтый карлик; в) белый гигант; г) сверхгигант; д) белый карлик.
3. Солнечная система образовалась примерно:
  - а) 15 млрд лет назад; б) 25 млрд лет назад; в) 5 млрд лет назад; г) 5 млн лет назад.
4. На каких небесных телах или на каком небесном теле Солнечной системы днем на небе можно видеть сразу и Солнце, и звёзды:
  - а) на Плутоне; б) на тех, на которых нет атмосферы; в) на Марсе; г) на Земле.
5. Наблюдаемое видимое перемещение каких небесных тел на звёздном небе представляет спираль с переменным размером и шагом:
  - а) комет; б) астероидов пояса Койпера; в) астероидов; г) болидов; д) метеоров.
6. Какой вариант соответствует правильному геохронологическому чередованию эонов (эонотем):
  - а) археозой (архей), фанерозой, криптозой; б) криптозой, мезозой, кайнозой; в) палеозой, мезозой, кайнозой; г) археозой (архей), докембрий, венд; д) гадес, криптозой, фанерозой; е) палеозой, фанерозой, рифей.
7. Какой вариант соответствует правильному геохронологическому следованию эр (эротем):
  - а) протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой; б) палеозой, кайнозой, мезозой; в) палеозой, рифей, архей; г) кайнозой, докембрий, рифей; д) венд, кембрий, карбон; е) палеозой, архей, мезозой, кайнозой; ж) протерозой, фанерозой, кембрий.

8. Какая по физическому или химическому характеру и по типу реакция идет в недрах Солнца? Какие микрообъекты участвуют в этой реакции? (Ответ дать самостоятельно)

9. Укажите правильный период времени, в течение которого Луна совершает полный круг с запада на восток:

а) календарный месяц; б) год; в) сутки; г) лунный месяц; д) 24 суток.

10. Выберите единственно правильное утверждение об озоновом слое в атмосфере:

а) озон образуется в ионосфере под действием солнечного излучения; б) концентрация озона в атмосфере не зависит от выбросов газа в процессе промышленной деятельности на Земле; в) максимальное содержание озона наблюдается на высоте 20–25 км, так как образование озона происходит при электрических разрядах и под действием ультрафиолетового излучения Солнца; г) основная причина возникновения озоновых дыр заключается в выбросе углекислого газа в атмосферу.

11. Чем обусловлена смена времён года на Земле:

а) изменением расстояния от Земли до Солнца в течение года; б) изменением ориентации земной оси по отношению к Полярной звезде; в) движением Земли вокруг Солнца и наклоном оси вращения Земли к плоскости орбиты; г) вращение Земли вокруг своей оси.

12. Какая приведённая единица измерения расстояний является наибольшей:

а) световой год; б) астрономическая единица; в) парсек; г) ангстрем.

13. Какое утверждение о характеристиках Солнечной системы является неправильным:

а) солнечная система возникла примерно 5 млрд лет назад из газопылевого облака; б) хвосты комет имеют постоянную длину; в) периоды обращения планет возрастают с увеличением расстояния от Солнца; г) астероидный пояс находится между Марсом и Юпитером.

14. На каком единственном небесном теле можно видеть невооружённым глазом следы его столкновения с другими космическими телами:

а) Юпитере; б) Венере; в) Луне; г) Солнце; д) Марсе.

15. Какая из внутренних (глубинных) геосфер Земли демпфирует (гасит) давление поднимающегося к земной коре вещества верхней мантии:

а) поверхность Мохоровичича; б) астеносфера; в) граница Гуттенберга; г) Ван Алена; д) мезосфера; е) верхняя мантия.

16. Какой тип земной коры является более молодым:  
а) магматический; б) метаморфический; в) океанический; г) материковый; д) вся литосфера в целом имеет примерно одинаковый возраст.
17. Какими представлениями, методом или какой деятельностью интуитивно пользовались наши предки, чтобы составить достаточно правильную картину о строении Земли:  
а) сказаниями, мифами и легендами; б) наблюдениями; в) сейсмическим методом.
18. Определите наиболее крупные внутренние оболочки Земли (внутренние геосферы):  
а) поверхность Мохоровичича и астеносфера; б) мантия и ядро; в) внутреннее и внешнее ядра; г) литосфера и земная кора; д) астеносфера и мантия.
19. Земная кора толще:  
а) под Африкой; б) под материками; в) под океанами; г) везде одинакова; д) вообще говоря, толщина земной коры всё время меняется; е) под Евразией.
20. Движение земной коры зависит:  
а) от внутренних сил Земли; б) от времени года; в) от внешних сил Земли; г) от состояния атмосферы; д) от количества людей на планете.
21. Земная кора под материками состоит из:  
а) гранитов и базальтов; б) осадочных пород; в) магматических пород; г) магния, железа, алюминия и калия; д) из всех названных пород.
22. Верхний покров материковой земной коры – это:  
а) метаморфический слой; б) гранитный слой; в) базальтовый слой; г) осадочный слой; д) магма; е) лава; ж) почва.
23. Осадочные породы образовались вследствие:  
а) вулканизма; б) действия цунами; в) разрушения других пород; г) землетрясений.
24. Магматические породы образовались вследствие действия:  
а) внутренних сил Земли; б) внешних сил Земли; в) пульсаций в ядре Земли; г) внутренних и внешних сил Земли; д) приливного влияния Луны.
25. В каком агрегатном состоянии, по мнению учёных, находятся породы мантии и ядра:  
а) в парообразном; б) в вязком; в) в жидком; г) в газообразном; д) в твёрдом; е) плазмы.

26. Энергию внутренним силам Земли даёт (ют):  
а) вулканизм; б) Луна; в) распад радиоактивных элементов горных пород Земли; г) приливы и отливы; д) Солнце; е) парад планет.
27. Энергию внешних сил Земли обуславливает:  
а) Солнце; б) определённая конфигурация планет; в) Луна; г) мантия и ядро; д) деятельность людей (антропогенный фактор); е) Венера и Марс; ж) распад радиоактивных элементов горных пород Земли; з) вулканизм.
28. Часть (геосфера) земного шара твёрдая и одновременно пластичная, это:  
а) мантия; б) ядро; в) земная кора; г) литосфера; д) континентальные платформы.
29. Если планеты перечислять в порядке возрастания их расстояния от Солнца, то этот порядок будет соответствовать увеличению:  
а) периода обращения вокруг Солнца; б) размеров планет; их видимой яркости; в) периода вращения планет вокруг своих осей; г) эксцентриситета орбит.
30. Установите правильное направление, в котором движутся планеты вокруг Солнца по своим орбитам:  
а) все планеты движутся в прямом направлении, кроме Венеры и Урана; б) все планеты движутся в одном направлении, как Земля (прямом); в) все планеты движутся в обратном направлении по отношению к Земле; г) некоторые планеты движутся в прямом направлении, некоторые – в обратном, это зависит от времени года и точки наблюдения.
31. Какие планеты могут находиться в противостоянии друг с другом:  
а) нижние; б) верхние; в) только Марс; г) только Венера; д) только Меркурий.
32. Все наблюдаемые на поверхности Земли крупные тектонические процессы:  
а) связаны с процессами в мантии Земли; б) связаны с процессами в коре Земли; в) связаны с процессами в ядре Земли; г) связаны с лунными приливами.
33. Какой из химических составов первичной атмосферы современная геохимия считает предпочтительным:  
а) нейтральный состав  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ; б) восстановленный, с присутствием  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ .

## Глава 11. КОНЦЕПЦИИ И ПРИНЦИПЫ ХИМИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

---

---

### 11.1. Происхождение и эволюция химических элементов в недрах звёзд и в межзвёздной среде

**П**роцесс образования химических элементов во Вселенной неразрывно связан с эволюцией Вселенной. Мы уже познакомились с процессами, происходящими вблизи «*Большого взрыва*», знаем некоторые детали процессов, происходивших в «первичном бульоне» элементарных частиц. Первые атомы химических элементов, находящиеся в начале таблицы Д.И. Менделеева (водород, дейтерий, гелий, литий), начали образовываться во Вселенной ещё до возникновения звёзд первого поколения. Именно в звёздах, в их недрах, разогретых снова (после Big Bang температура Вселенной начала стремительно падать) до миллиардов градусов, родились ядра химических элементов, следующих за гелием и литием. Учитывая значение звёзд как источников, генераторов химических элементов, рассмотрим некоторые этапы звёздной эволюции. Без понимания механизмов звёздообразования и эволюции звёзд невозможно представить процесс образования тяжёлых элементов, без которых в конечном счёте не возникла бы жизнь. Без звёзд во Вселенной так бы вечно и существовала водородо-гелиевая плазма, в которой организация жизни, очевидно, невозможна (на современном уровне понимания этого явления).

Ранее (п. 6.5 и 6.6) мы указали три наблюдательных факта, или теста, современной космологии (фридмано-хаббловское разбегание галактик, реликтовое излучение Гамова и крупномасштабную структуру космоса), теперь укажем четвёртый – распространённость лёгких химических элементов в космосе. Необходимо подчеркнуть, что образование лёгких элементов в первые три минуты и распространённость их в современной Вселенной впервые были рассчитаны в 1946 г. группой учёных во главе с Георгием Гамовым. С тех пор физики, занимающиеся атомной и ядерной физикой, неоднократно рассчитывали образование лёгких элементов в ранней Вселенной и распространённость их сегодня. Можно утверждать, что стандартная модель нуклеосинтеза хорошо подтверждается наблюдениями.





**МЕНДЕЛЕЕВ Дмитрий  
Иванович**  
(27.01.1834 Тобольск –  
20.02.1907 Петербург)

Великий русский учёный-энциклопедист, создатель Периодической системы (таблицы) химических элементов. Открыл «температуру абсолютного кипения жидкостей» (т.н. критическую температуру), законы растворения спирта в воде, ставшие основанием гидратной теории растворов, и «периодическую законность химических элементов», посредством которой предсказал существование неизвестных элементов – галлия, германия, скандия и вычислил их атомные веса. Вывел общее уравнение идеального газа (Менделеева-Клапейрона), сконструировал барометр, выдвинул идею подземной газификации угля. Член более 90 академий, научных обществ, университетов разных стран. Его именем назван 101-й химический элемент в Периодической системе – менделевий.

**Эволюция звёзд.** Механизм образования и эволюции основных объектов Вселенной – звёзд – изучен наиболее хорошо. Учёным помогла возможность наблюдать огромное количество звёзд на самых разных стадиях развития – от рождения до смерти, в том числе множество так называемых «звёздных ассоциаций» – групп звёзд, родившихся почти одновременно. Помогла и «простота» строения звезды, которая довольно успешно поддается теоретическому описанию и компьютерному моделированию.

Звёзды образуются из газовых облаков, при определённых обстоятельствах распадающихся на отдельные «сгустки», которые дальше сжимаются под действием собственного тяготения. Сжатие газа под действием собственного тяготения препятствует повышающемуся давлению. При адиабатическом сжатии должна повышаться и температура – в виде тепла выделяется гравитационная энергия связи. Пока облако разреженное, всё тепло легко уходит с излучением, но потом, в плотном ядре возникших сгущений, вынос тепла затрудняется и оно быстро разогревается. Соответствующее повышение давления тормозит сжатие и оно продолжает происходить только за счёт продолжающегося падать (аккреции) на рождающуюся звезду газа. С ростом массы растут давление и температура в центре, пока, наконец, последняя не достигает величины порядка  $10^6$  К. В этот момент в центре звезды начинаются ядерные реакции слияния, превращающие водород в гелий, которые поддерживают стационарное

состояние вновь образовавшейся звезды миллионы, миллиарды или десятки миллиардов лет, в зависимости от массы звезды.

Звезда превращается в огромный *термоядерный реактор*, в котором устойчиво и стабильно протекает та же реакция *термодинамического синтеза гелия*, которую человек пока научился осуществлять только в *неуправляемом варианте* – в *водородной бомбе*. Выделяемое при реакции тепло стабилизирует звезду, поддерживая внутреннее давление и препятствуя её дальнейшему сжатию. Небольшое случайное усиление реакции слегка «раздувает» звезду, и соответствующее уменьшение плотности приводит снова к ослаблению реакции и стабилизации процесса. Звезда «горит» с почти неизменной яркостью.

Температура и мощность излучения звезды зависит от её массы, причем нелинейно: при увеличении массы звезды в 10 раз мощность её излучения увеличивается почти в 100 раз. Поэтому более массивные, более горячие звёзды расходуют свои запасы ядерной материи быстрее, чем менее массивные, и живут относительно недолго. Стабильность звезды нарушается, когда выгорает значительная часть водорода в её недрах. Образуется лишённое водорода *гелиевое ядро*, а горение водорода продолжается в тонком слое на его поверхности. При этом ядро сжимается, в центре его давление и температура повышаются, в то же время верхние слои звезды, расположенные выше слоя горения водорода, наоборот, расширяются. Диаметр звезды растёт, а средняя плотность падает. Благодаря росту площади излучающей поверхности медленно растёт также и полная светимость, хотя температура поверхности звезды падает. Звезда превращается в *красного гиганта*. В какой-то момент температура и давление внутри гелиевого ядра оказывается достаточной для начала следующих реакций синтеза более тяжёлых элементов – углерода и кислорода – из гелия, а на следующем этапе и ещё более тяжёлых. В недрах звезды могут образоваться из водорода и гелия *все элементы Периодической системы вплоть до железа*, обладающего наибольшей энергией связи, приходящейся на одну частицу. Более тяжёлые элементы образуются в других более редких процессах, поэтому в природе их мало.

После начала горения гелия расходование энергии идёт очень быстрыми темпами, так как энергетический выход всех реакций с тяжёлыми элементами намного ниже, чем при реакции горения водорода, и, кроме того, общая светимость звезды на этих этапах значительно возрастает. Если водород горит миллиарды лет, то гелий – миллионы, а все остальные элементы – не более тысяч лет. Когда в недрах звезды все ядерные реакции затухают, ничто уже не может препятствовать её гравитационному сжатию, и оно происходит катастрофически быстро (как говорят, *коллапсирует*). Верхние слои падают к центру с ускорением свобод-

ного падения (величина его на многие порядки превосходит земное ускорение падения из-за несопоставимой величины масс звёзд и планет), выделяя огромную гравитационную энергию. Вещество сжимается. Часть его, переходя в новое состояние высокой плотности, образует *звезду-остаток*, а часть (обычно большая) выбрасывается в пространство в виде отражённой ударной волны с огромной скоростью. Происходит взрыв *сверхновой* звезды – взрыв грандиозной «*водородной бомбы*».

Когда же остановится сжатие звезды и что будет представлять собой остаток сверхновой – всё зависит от его (остатка) массы. Если эта масса менее 1,4 солнечной – это будет *белый карлик*, звезда с плотностью  $10^9$  кг/м<sup>3</sup>, медленно остывающая без внутренних источников энергии. От дальнейшего сжатия её удерживает давление *вырожденного электронного газа* (астрофизике не обойтись без физики). При большей массе (примерно до 2,5 солнечной) образуется *нейтронная звезда* (их существование было предсказано великим советским физиком, нобелевским лауреатом Львом Ландау, и были открыты как так называемые *пульсары*) с плотностью, примерно равной плотности атомного ядра. При ещё большей массе образуется *чёрная дыра* – безудержно сжимающийся объект, который, однако, должен казаться внешнему наблюдателю застывшим из-за релятивистского замедления времени. *Чёрная дыра ничего не излучает сама*, так как огромное гравитационное поле на её поверхности не может выпустить даже фотоны, быстрее которых в природе ничего нет, но может быть наблюдаема по излучению падающего на неё с ускорением вещества (явление, называемое *аккрецией*).

**Химическая эволюция в звёздах.** Таким образом, *звёзды являются* не только мощным *источником энергии высокого качества*, рассеяние которой способствует возникновению сложнейших структур, включающих и жизнь, но и реакторами, в которых производится вся таблица Менделеева – необходимый материал для этих структур. Взрыв заканчивающей свою жизнь звезды, выбрасывает в пространство всё многообразие химических элементов, которые смешиваются с галактическим газом. За время жизни Вселенной закончили свою жизнь очень многие миллиарды звёзд. Все звёзды типа Солнца и более массивные, возникшие из первичного газа, уже прошли свой жизненный путь. Поэтому Солнце и ему подобные звёзды – это звёзды *второго поколения* (а может быть и *третьего*), существенно обогащённые тяжёлыми элементами. Без такого обогащения вряд ли около них могли бы возникнуть планеты земного типа и жизнь.

Именно *при взрывах сверхновых* (звёзд) *происходит образование элементов тяжелее железа*, для которых нужны чрезвычайно плотные потоки частиц высокой энергии, чтобы были достаточно вероятны многочас-

тичные столкновения. В таблице 1 приведена информация о распространённости некоторых химических элементов во Вселенной.

Таблица 1

Таблица распространённости химических элементов

Атомы	Относительное содержание числа атомов	Атомы	Относительное содержание числа атомов
Водород	10 000 000	Натрий	17
Гелий	1 400 000	Магний	290
Литий	0,003	Алюминий	19
Углерод	3000	Фосфор	3
Азот	910	Калий	0,8
Кислород	6800	Аргон	42
Неон	2800	Кальций	17
		Железо	80

Как видно, преимущественными химическими элементами и в настоящее время являются водород и гелий (почти 75 и 25% каждый). Относительно малого содержания тяжёлых элементов оказалось достаточным для образования жизни. Помимо уже отмеченного, надо помнить, что в открытом космическом пространстве присутствуют *космические лучи*, по сути, являющиеся потоками элементарных частиц, в первую очередь электронов и протонов разных энергий. В некоторых областях межзвёздного пространства имеются локальные области повышенной концентрации межзвёздного вещества, получившие название *межзвёздных облаков*. В отличие от *плазменного состава звезды*, вещество межзвёздных облаков уже содержит (об этом свидетельствуют многочисленные астрономические наблюдения) *молекулы и молекулярные ионы*. Например, обнаружены межзвёздные облака из молекулярного водорода  $H_2$ , очень часто присутствуют в спектрах поглощения такие соединения, как ион гидроксила  $OH$ , молекулы  $CO$ , молекулы воды и др. Сейчас число обнаруженных в межзвёздных облаках химических соединений составляет свыше ста. Под действием внешнего облучения и без него в облаках происходят разнообразные химические реакции, зачастую такие, которые невозможно осуществить на Земле по причине особых условий в межзвёздной среде. Вероятно, примерно 5 миллиардов лет назад, когда образовалась наша Солнечная система, первичным материалом при образовании планет

были такие же простейшие молекулы, которые сейчас мы наблюдаем в других межзвёздных облаках. Другими словами, процесс химической эволюции, начавшийся в межзвёздном облаке, затем продолжился уже на планетах. Хотя сейчас в некоторых межзвёздных облаках обнаружены достаточно сложные органические молекулы, вероятно, химическая эволюция привела к появлению «живого» вещества (т.е. клеток с механизмами самоорганизации и наследственности) только на планетах.

**Планетная химическая эволюция.** Рассмотрим процесс химической эволюции на Земле. Первичная атмосфера Земли содержала в основном простейшие соединения водорода  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ . Кроме этого, атмосфера была богата инертными газами, прежде всего гелием и неона. В настоящее время обилие благородных газов на Земле ничтожно мало, что означает, что они в своё время диссонируют в межпланетное пространство. Наша современная атмосфера имеет вторичное происхождение. Первое время химический состав атмосферы мало отличался от первичной. После образования гидросферы из атмосферы практически исчез аммиак  $NH_3$ , растворившийся в воде, атомарный  $H$  и молекулярный водород  $H_2$  улетучился в межпланетное пространство, атмосфера была насыщена преимущественно азотом  $N$ . Насыщение атмосферы кислородом происходило постепенно, сначала благодаря диссоциации молекул воды ультрафиолетовым излучением Солнца, затем из земных недр и переплавки окислов в расплавленном ядре, а значительно позже благодаря фотосинтезу растений.

Не исключено, что некоторое количество органических веществ было принесено на Землю при падении метеоритов и, возможно, даже комет. Например, в кометах присутствуют такие соединения, как  $N$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$  и др. Известно, что возраст земной коры примерно равен 4,5 млрд лет. Имеются также геологические и геохимические данные, указывающие на то, что уже 3,5 млрд лет назад земная атмосфера была богата кислородом. Таким образом, первичная атмосфера Земли существовала не более 1 млрд лет, а жизнь возникла, вероятно, даже раньше этого времени.

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал, иллюстрирующий, каким образом такие простые вещества, как вода, метан, аммиак, окись углерода, аммонийные и фосфатные соединения, превращаются в высокоорганизованные структуры, являющиеся строительными кирпичиками *клетки*. Американские учёные Кельвин, Миллер и Юри в 1950-е годы провели ряд опытов, в результате которых было показано, как в первичной атмосфере могли возникнуть *аминокислоты*. Учёные создали смесь газов – метана  $CH_4$ , молекулярного водорода  $H_2$ , аммиака  $NH_3$  и паров воды  $H_2O$ , моделирующую состав первичной атмосферы Земли. Через эту смесь пропускали электрические

разряды, в результате в исходной смеси газов были обнаружены глицин, аланин и другие аминокислоты. Вероятно, существенное влияние на химические реакции в первичной атмосфере Земли оказывало Солнце своим ультрафиолетовым излучением, которое не задерживалось в атмосфере в связи с отсутствием *озона*.

Немаловажное значение на химическую эволюцию оказали не только электрические разряды и ультрафиолетовое излучение Солнца, но и вулканическое тепло, ударные волны, радиоактивный распад калия *K* (доля энергии распада калия примерно 3 млрд лет назад на Земле была второй после энергии ультрафиолетового излучения Солнца). Например, газы выделяющиеся из первичных вулканов ( $O_2, CO, N_2, H_2O, H_2, S, H_2S, CH_4, SO_2$ ), при воздействии различных видов энергии реагируют с образованием разнообразных *малых органических соединений*: цианистый водород  $HCN$ , муравьиная кислота  $HCO_2H$ , уксусная кислота  $H_3CO_2H$ , глицин  $H_2NCH_2CO_2H$  и т.д. В дальнейшем, опять же при воздействии различных видов энергии малые органические соединения реагируют с образованием более *сложных органических соединений*, таких, как аминокислоты, содержащие аминогруппу  $NH_2$ , кислотный остаток  $COOH$  и активную группу – радикал, пурины и пиримидины (циклические соединения, содержащие *C* и *N* в кольцах), а также жирные кислоты  $H_3 - (CH_2)_n - CO_2H$ .

Таким образом, на Земле были подходящие условия для образования сложных органических соединений, необходимых для создания клетки.

## 11.2. Предмет, объекты химии и основные этапы её развития

Примерно с 60-х годов XVII столетия химия определилась с предметом и своими объектами, породила и развила к настоящему времени, к началу XXI столетия, четыре концептуальные системы.

Наш великий химик *Дмитрий Иванович Менделеев* (1834–1907) называл химию «*наукой о химических элементах и их соединениях*»; другие определяют её как «*науку о веществах и их превращениях*» либо как «*науку, изучающую процессы качественного превращения веществ*» и т.д. По-видимому, все эти определения правильные, так что можно согласиться с наиболее полным: *химия – наука, изучающая свойства и превращения веществ, сопровождающиеся изменением их состава и строения*.

Итак, *вещества и их превращения* есть предмет химии. Основой вещества выступают *атомы*, объединяющиеся их взаимодействиями (электромагнитными и квантовыми) в *молекулы, радикалы* (соединения со свободными электронами), *агрегаты молекул* (объединения), *смеси*. Собственно химические превращения происходят в *системах* вещества или

совокупностях веществ, которые могут быть *гомогенными* (однородными) или *гетерогенными* (неоднородными). Гомогенными могут быть смеси газов, чистые растворы; гетерогенными – лёд в воде, речная вода со взвесями, растворы с осадками. Для химии исключительно важным оказалось понятие элемента (и это так в каждой науке), её, по существу, начала (как и у милетцев). *Химический элемент* – это совокупность одинаковых атомов. Сегодня известное их число 118. *При химических превращениях элементы остаются неизменными*. Вещества же, из них составленные, при химических превращениях, как правило, изменяются, трансформируются, поскольку разрушается одна из комбинаций атомов и образуется другая. Вещества делятся на простые и сложные; на неорганические, органические и синтетические; на дальтониды и бертоллиды. Простые вещества (их разнообразие превышает 500) состоят из атомов одного элемента, например  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $C_{60}$  – фуллерен и т.п., сложные – из атомов двух, трёх и более химических элементов –  $H_2O$ ,  $C_6H_6$ ,  $C_2H_5OH$  и т.п. Сложные вещества (или структуры) представлены неорганическими, органическими и синтетическими соединениями. К *неорганическим* соединениям (их разнообразие около 500 тысяч) относят *оксиды* (соединения каких-либо элементов с кислородом), *кислоты* (соединения водорода с кислотными остатками, либо соединения, подвергающиеся диссоциации в водном растворе с образованием гидратированных ионов), *основания* (соединения гидроксида  $OH^-$  и металла) и *соли* (продукты соединения оснований и кислот, образующиеся в результате замещения водорода кислот металлами). *Кислоты* характеризуются *основностью* – числом атомов водорода, способных замещаться металлами, подразделяясь на *одноосновные* ( $HCl$ ), *двухосновные* ( $H_2SO_4$ ), *трёхосновные* ( $H_3PO_4$ ). К *органическим* соединениям (их известное многообразие превышает 18 миллионов, поэтому приводимая ниже классификация весьма упрощена) относят *углеводороды* (структуры из C и H), *кислородосодержащие* органические соединения (из C, H и O), *фосфорсодержащие* – (C, H, O и P) и *азотсодержащие* – (из C, H и N). Из них состоят *углеводы* (*сахара*), *аминокислоты*, *пептиды* (*белки*), *липиды*, *нуклеотиды*, АТФ, АДФ, АМФ – все *биополимеры*. *Дальтониды* и *бертоллиды*, соответственно, соединения постоянного и переменного состава. К дальтонидам относят газы и твердые вещества с молекулярной кристаллической решеткой, к бертоллидам – ионные кристаллы (многие *оксиды*, *сульфиды металлов* (соединения металлов с серой S) – соли сероводородной кислоты  $H_2S$  –  $Na_2S$ ,  $NaHS$ ).

В развитии химии можно выделить до десяти этапов (концептуальных систем), мы укажем неполный их перечень и ограничимся всего четырьмя основными (рис. 3). *Первая концептуальная система* началась с трудов Роберта Бойля (1627–1691) (особо следует отметить его антиалхимический трактат «Химик-скептик» 1661 г.) – изучения химических элемен-

тов – и в определённой степени завершилась созданием *Периодической таблицы элементов Д.И. Менделеева* в 1869 г. Эта система дала элементный состав вещества.

*Вторая концептуальная система связана со структурой веществ.*

*Третья концептуальная система установила особенности протекания химических реакций, заложила основы химических технологий.*

*Четвёртая концептуальная система – эволюционная химия, связана с изучением природы реагентов, роли катализаторов в химических реакциях, природы и причин самоорганизации и саморазвития химических структур, предопределивших начало предбиологической эволюции.*

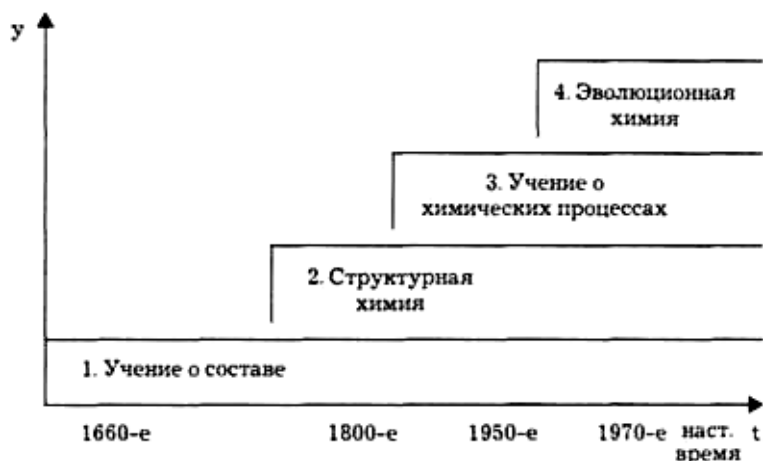


Рис. 3. Концептуальные уровни развития химии

### 11.3. Концепция химических элементов и Периодический закон Менделеева

Представления о химических элементах возникают при попытках установить состав вещества. Простейшей процедурой для этого является химическое разложение или химический анализ, в результате которого получаются вещества, не подвергающиеся дальнейшему разложению. Эти вещества и есть химические элементы, первоначально называвшиеся «простыми телами», в отличие от «сложных тел», состоящих из нескольких простых тел. Решающее значение в химии элементов сыграло объяснение роли кислорода в процессе горения и дыхания *Антуаном Лавуазье* (1743–1794), в результате чего была опровергнута бытовавшая до того гипотеза *Георга Штала* (1659–1734) о *флогистоне* – некотором «невесомом горячем теле». Постепенно химикам стали известны, наряду с уже известными алхимикам семи металлами, новые элементы – *водород, азот, сера, фосфор, углерод*, а *Д.И. Менделееву* к 1869 г. были известны уже



62 элемента. В эти же годы параллельно решалась другая не менее важная проблема, проблема *химического соединения*. Первым начал решать её немецкий химик *Иеремий Рихтер*, открывший в результате *законы стехиометрии* и введший понятия эквивалентов и эквивалентного веса. Французский химик *Жозеф Пруст* (1754–1826) первым в 1801–1808 гг. установил *закон постоянства состава* вещества, согласно которому любое индивидуальное химическое соединение обладает строго определённым, неизменным составом и тем самым отличается от смесей. Точная его современная формулировка такова: *всякое чистое вещество независимо от его происхождения и способа получения имеет один и тот же состав*. Теоретическое обоснование этого закона Пруста и установление в 1803 г. другого, не менее важного *закона кратных отношений* осуществил английский химик и физик, фактический создатель химического атомизма, возродивший для науки античную идею атомизма *Левкиппа-Демокрита*, *Джон Дальтон* (1766–1844). (Он же первым описал дефект зрения, которым страдал сам и который получил позже название *дальтонизм*). Закон кратных отношений Дальтона гласит: *если определённое количество одного элемента вступает в соединение с другим элементом в нескольких весовых отношениях, то количества первого и второго элементов относятся между собой как целые числа*. После трудов Берцелиуса, Гей-Люссака и Либиха этот закон стал одним из самых фундаментальных законов химии. Дальтон ввёл в химию такое, как оказалось, основополагающее понятие, как *атомный вес*, которое сыграло во многих случаях решающую роль. Так, например, его роль в поисках *системообразующего* и *системопорядочивающего факторов* в проблеме элементов, предпринимавшихся в течение столетия со времени открытия кислорода англичанином Дж. Пристли, шведом К. Шееле и французом А.Л. Лавуазье, оказалась решающей и удалась *Дмитрию Менделееву* (1834–1907).



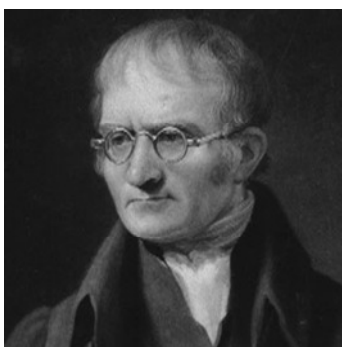
**ПРУСТ Жозеф Луи**  
(26.09.1754–5.07.1826)

Французский химик, провёл количественный анализ многих солей металлов, солей органических кислот, исследовал ферменты, мочевины, клейковину; наивысшее достижение – открытие закона постоянства состава химических соединений, противником которого был Клод Бертолле, в научном споре (1801–1808) с которым одержал победу. Исследование состава различных оксидов металлов, а также их хлоридов и сульфидов, выполненное в 1797–1809 гг., послужило основой для открытия им закона постоянных отношений.



**ЛАВУАЗЬЕ Антуан  
Лоран**  
(26.08.1743– 8.05. 1794)

Великий французский химик, один из создателей современной химии; опроверг теорию флогистона Георга Штала, создал теорию горения и окисления, на основании которой показал, что дыхание – медленное горение, поглощающее кислород и выделяющее углекислый газ; выполнил первые анализы органических соединений; классифицировал тела как простые и сложные, отнес к последним оксиды, кислоты и соли; определил состав воды; предложил первую (ошибочную) классификацию 30 химических веществ, а также рациональную номенклатуру химических соединений; переоткрыл закон сохранения материи, известный как закон Ломоносова-Лавуазье; гильотирован в период Французской революции, через два года реабилитирован.



**ДАЛЬТОН (Долтон)  
Джон**  
(6.09.1766–27.07.1844)

Английский химик и физик, создатель химического атомизма, самоучка. Установил закон кратных отношений, ввёл понятие атомного веса, первым определил атомные веса (массы) элементов, таких, как H, N, C, S и P, приняв за основу массу водорода; открыл газовые законы – парциальных давлений, зависимостей растворения газов от парциальных давлений (закон Дальтона); ранее Ж. Гей-Люссака установил, что коэффициент расширения всех газов одинаков. Первым описал дефект зрения (искажённое восприятие цвета предметов), которым страдал сам, ставший известным как «дальтонизм».

В качестве системного фактора Д. Менделеев установил именно атомный вес (точное измерение атомных весов элементов произвёл одним из первых Йенс Берцелиус, так что они практически совпадают с современными), который упорядочивает химические элементы в Периодический закон. Исследование этого Периодического закона, или Периодической таблицы элементов, через 70 лет после Менделеева уже в квантовой механике, показало, что индивидуальные свойства и положение каждого из элементов в таблице определяются на самом деле не атомным весом, а электрическим зарядом атомного ядра. Кроме того, оказалось, что атомов одного

и того же элемента может быть и 5, и 11, и 37, и 46 – у Ag, и даже 59 – у In (индия), различающихся по атомному весу, но имеющих один и тот же ядерный заряд. Такие *различающиеся по массе элементы* стали называть *изотопами*.

Символика химических элементов, формулы соединений и химических уравнений были предложены Берцелиусом в 1814 г. В качестве символа элемента он предложил принимать первую букву его латинского или греческого названия. В тех случаях, когда название элементов начинаются с одних и тех же букв, к ним добавляется вторая буква названия. Форм таблиц много, но наиболее известны короткая (менделеевская), длинная и лестничная (в ней 7 ступенек содержат 2, 8, 8, 18, 18, 32 и 32 элемента).

В таблице различают периоды, группы, подгруппы и семейства: периодов 7 (занимают горизонтальные строки), групп 18 (столько элементов в 3-м и 4-м периодах), состоящих из 2-х подгрупп по 9 элементов в каждой и 2-х семейств – лантаноиды и актиноиды. Элементы со сходными свойствами расположены в подгруппах и группах (в вертикальных столбцах таблицы). Они имеют следующие названия: *щелочные металлы* (1-я группа), *щелочно-земельные металлы* (2-я группа), *переходные металлы* (3–12-я группы), лантаноиды (элементы с номерами 57–71), *плохие металлы* (13–14-я, иногда 15, 16-я группы – алюминий, галлий, индий, олово, таллий, свинец, висмут, полоний), *металлоиды* (среднее между металлами и неметаллами), *неметаллы* (14–17-я группы – сера, бром, селен, мышьяк, сурьма, теллур) и *инертные газы* (18-я группа). Есть определённые закономерности свойств в периодах и группах. Поскольку число электронов у элементов *в периоде* возрастает (иногда до 12), то слева направо убывают металлические (восстановительные) свойства и нарастают окислительные. В начале каждого периода находятся типичные металлы, в конце – неметаллы, а последним в каждом периоде оказывается инертный элемент (газ). В *группе* у элементов сверху вниз нарастают металлические свойства. Более того, если в таблице провести диагональ от 5-го элемента (В – бора) к 85-му (At – астату), то левый нижний угол занимают металлы, правый верхний – неметаллы, вблизи диагонали элементы не имеют особо выраженных (металлических или неметаллических) свойств, проявляя их двойственность. Большая часть элементов – металлы, их 88. Каждый из металлов имеет 1, 2, 3 или 4 электрона на внешней оболочке (в оболочке *s* – 2, в *p* – 6, в *d* – 10 и в *f* – 14 электронов, но последние три оболочки – глубинные, внутренние). Элементы металлов имеют большие размеры самого атома, отсюда связь электронов с ядром ослаблена, что способствует их достаточно свободному перемещению по телу металла и определяет их способность к окислительно-восстановительным реакциям.

Все металлы, за исключением жидкой ртути, в нормальном состоянии – твёрдые кристаллические вещества, для которых характерен

металлический блеск и серый цвет, кроме золота (жёлтый) и меди (красный). Атомы металлов сравнительно легко отдают электроны, *проявляя наиболее общее их химическое свойство – восстановительное*. Восстановительная способность металлов по периоду химической таблицы слева направо уменьшается, а по подгруппе сверху вниз нарастает. Наиболее активными металлами являются металлы первой группы: цезий (в 6-м периоде) и франций (в 7-м периоде). В металлах проявляется так называемая *металлическая связь* – химическая связь, обусловленная взаимодействием обобществленных (валентных) электронов – *электронного газа* металлов с остовом положительно заряженных ионов кристаллической решетки. В неметаллах осуществляется химическая *ковалентная связь* (связь, образованная общими парами электронов). Неметаллы образуют, либо двухатомные соединения – O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>, либо полимерные – углерод (в модификациях графита, фуллерена, углеродных нанотрубок – (графена), кремний, сера. Неметаллы, в нормальных условиях, могут быть в твердом (углерод, кремний, сера, фосфор), жидком (бром) или газообразном (кислород, азот, фтор, хлор) состояниях.

Всего же разных элементов в начале XXI-го столетия известно 118 в 7-ми полных периодах. Распространённость же элементов различна. Так, установлено, что в составе земной коры, морской воды и атмосферы содержится приблизительно: 49,5% – кислорода, 25,3% – кремния, 7,5% – алюминия, 5,1% – железа, 3,4% – кальция, 2,6% – натрия, 2,4% – калия, 1,9% – магния, 0,9% – водорода, остальных же элементов менее 1%. *В этом последнем проценте скрыта и доля углерода, основы жизни на Земле.*

#### 11.4. Концепция химических структур и валентность элементов

В концепции химических структур, или структурной химии, основное внимание уделяется другому понятию – именно *структуре как некой устойчивой упорядоченности качественно неизменной системы*, например молекулы. Концепция эта основывается на *химической атомистике* англичанина Дж. Дальтона и учении шведа Йенса Берцелиуса (1779–1848), позднее уточнённых немецким химиком Фридрихом Кекуле (1829–1896) и нашим выдающимся соотечественником Александром Бутлеровым (1828–1886). Берцелиус интересовал вопрос об упорядоченности или произволе в объединении атомов в молекулах, на путях решения которого он разработал новую теорию строения химического вещества и предложил все вещества разделить на органические и неорганические. Берцелиус выдвинул гипотезу, согласно которой все *атомы химических элементов обладают различной электроотрицательностью* и, объединяясь между собой в молекулы, не компенсируют полностью свои заряды, оставаясь электрозаряженными, чем и заложил основания понятий «структура» и «электрохимия».

Дальнейшее развитие теория Берцелиуса получила в работах немецкого химика Фридриха Кекуле. Он *сформировал основные положения теории валентности*, обосновал наличие у углерода *четырёх единиц сродства*, а для азота, кислорода и водорода, соответственно, трёх, двух и одной. Впоследствии, через несколько десятилетий, в квантовой механике все это получило объяснение. *Число единиц сродства, присущее атому того или иного элемента, получило название «валентность»*. Объединение атомов в молекулу происходит в результате замыкания свободных единиц сродства (валентности). Так образуются простейшие молекулы вроде молекул водорода, воды образуются и очень важные в органике углерод-углеродные цепи. Комбинируя атомы разных элементов, можно создать структуры (структурные формулы) любого химического соединения, но не каждая из формул, которая может быть записана, осуществляется в природе.



**Фридрих Август  
КЕКУЛЕ фон  
ШТРАДОНИЦ**  
(7 сентября 1829 –  
13 июля 1896)

Немецкий химик-органик, применил теорию валентности к органическим веществам. В 1854 г. Кекуле впервые высказал предположение о «двухосновности», или «двухатомности», серы и кислорода. В 1857 г. он предложил разделение элементов на три главные группы: одно-, двух- и трёхосновные, а углерод определил как четырёхосновный элемент. Основность (валентность) Кекуле считал фундаментальным свойством атома, таким же постоянным и неизменяемым, как и атомный вес.

В честь Кекуле был назван синтезированный в 1978 г. кекулен (англ.) или углеводород (русск.), состоящий из 12 сконденсированных друг с другом бензольных колец в форме макроциклического шестиугольника.

А.М. Бутлеров показал, что необходимо учитывать помимо методики составления формул по Кекуле ещё так называемую *химическую активность реагентов*. Идеи Бутлерова блестяще подтвердились квантовой механикой, так что согласно современным воззрениям *структура молекул – это пространственная и энергетическая упорядоченность системы, состоящей из атомных ядер и электронов*. Главное, чему способствовали учения Кекуле и Бутлерова, так это *синтезу сначала простейших, а затем и более сложных углеводородов*.



**БУТЛЕРОВ Александр Михайлович**  
(3 сентября [15 сентября]  
1828 – 5 августа  
[17 августа] 1886)

*Русский химик, создатель теории химического строения органических веществ, родоначальник «бутлеровской школы» русских химиков, учёный-пчеловод и лепидоптеролог, общественный деятель, ректор Императорского Казанского университета в 1860–1863 годах.*

*Бутлеров впервые начал на основе теории химического строения систематическое исследование полимеризации, продолженное в России его последователями и увенчавшееся открытием С.В. Лебедевым промышленного способа получения синтетического каучука.*

Прогрессивную роль в развитии представлений о структуре соединений сыграла гипотеза *Якоба Вант-Гоффа* (1852–1911) и независимо от него *Жозефа Ле Беля* (1847–1930) о *пространственной тетраэдрической модели атома углерода*, согласно которой четыре связи углерода направлены к четырём вершинам тетраэдра, в центре которого находится атом; все четыре связи при этом равноудалены друг от друга, угол между любыми связями равен примерно  $109^\circ$ . В результате родилась *стереохимическая теория Вант-Гоффа – Ле Беля*, которая была проверена на сахарах, аминокислотах.

Однако структурная химия не смогла решить проблемы получения этилена, бензола, ацетилен, дефинила (необходимого при производстве каучука) и других углеводородов с *цепочкой из четырёх атомов углерода*.

### 11.5. Классификация химических реакций

*Третья концептуальная система в химии возникла на стыке химии и физики, чем открывает пути к пониманию биологических систем. Химический процесс (реакция) в этой концепции – это мост от объектов физики к объектам биологии, так как возникает возможность последовательно проследить путь от простых микрообъектов, таких, как электрон, протон, атом, молекула и полимер, к биополимеру, к клетке.*

Концепция основывается на понятии химической реакции, которой называется превращение исходных веществ (реагентов) в продукты реакции. При реакции *сохраняются: суммарная масса вещества* (закон, открытый в 1748 г. Михаилом Ломоносовым, переоткрыт в 1789 г. Лавуазье) и *энергия, количество атомов каждого элемента, сопровождающееся, однако,*

изменениями структур их электронных оболочек. Химические реакции протекают при смешивании или физическом контакте реагентов либо самопроизвольно, либо при активизации реагентов, которая достигается нагреванием, воздействием света, ионизирующим излучением, механическим воздействием, при участии катализаторов, электрического тока и т.д. Химические реакции записываются стехиометрическими уравнениями типа  $aA + bB = cC + dD$ , которые устанавливают количественные соотношения между реагентами и продуктами реакции, где  $a, b, c, d$  – количества (числа) каждого из участвующих объектов. *Сущность химических реакций* состоит, как правило, в *преобразовании молекул* – в разрыве химических связей в реагентах и образовании новых в продуктах, чем они собственно и отличаются от физических процессов.

Многообразие химических реакций классифицируется признаками: по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции; по степени превращения веществ; по изменению степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ; по тепловому (термическому) эффекту.

По числу и составу исходных веществ и продуктов различают:

- 1) реакции *соединения* вида  $A + B = C$ ,  
 $HCl + NH_3 = NH_4Cl$ ;
- 2) реакции *разложения*  $A = B + C$ ,  
 $2H_2O = 2H_2 + O_2$ ;
- 3) реакции *замещения*  $AB + C = AC + B$ ,  
 $CuSO_4 + Fe = Cu + FeSO_4$ ;
- 4) реакции *обмена*  $AB + CD = AC + BD$ ,  
 $H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2HCl$ .

По степени превращения реакции делятся на *обратимые* (идущие в прямом и обратном направлениях, отмечаются знаком обратимости  $\leftrightarrow$ ) и *необратимые*, протекающие до полного израсходования одного из реагентов, ими обязательно оказываются реакции с выделением газа и малорастворимого вещества или слабого электролита.

По признаку изменения степени окисления атомов, входящих в состав реагентов, различают *окислительно-восстановительные реакции без изменения степени окисления атомов*, например  $HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$ , и с *изменением степени окисления атомов*, например  $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2$ . *Окислением* называется *процесс отдачи электронов*; атом или молекула, отдающие электроны, называются *восстановителями*. Восстановительные свойства проявляют металлы, водород, а также объекты (ионы, молекулы), содержащие элементы в низших степенях окисления. *Восстановление* есть *процесс присоединения электронов*; восстанавливающие объекты называются *окислителями*. Окислителями являются *фтор, кислород, многие неметаллы,*

а также ионы и молекулы, содержащие элемент в высшей степени окисления.

По признаку выделения или поглощения тепла (термичности) реакции делят на *экзотермические* (с выделением тепла) и *эндотермические* (с поглощением тепла). Химические уравнения с указанием количества выделенной или поглощённой теплоты называются термохимическими.

Некоторые химические реакции имеют специальные названия: *нейтрализация* – взаимодействуют кислоты и основания; *гидролиз* (*гидро* + *лиз* от гр. *lysis* – *растворение, разложение, распад*) – обменная реакция между веществом и водой (растворение в воде); *горение* и пр. На основании агрегатного состояния реагентов различают *газо-, жидко- и твёрдофазные* реакции. Если реагенты и продукты находятся в *одной фазе*, то реакция *гомогенная*, если реакция происходит *на поверхности раздела фаз*, то она *гетерогенная*. Различаются реакции и по способу разрыва химической связи в молекуле на *гомолитические* (от *гомо* + *лит* от гр. *lytos* – *разлагаемый* или *lysis*) – с разрывом электронной пары и *гетеролитические* – без разрыва электронной пары. Особо выделяются в химии цепные реакции (например горение, полимеризация), в которых промежуточные активные частицы (свободные радикалы, возбужденные атомы и молекулы), регенерируясь в каждом элементарном акте, вызывают большое число (цепь) превращений исходного вещества.

## 11.6. Скорости химических реакций и химическое равновесие.

### Принцип Ле-Шателье

Простейшая теория, описывающая химические реакции, – *теория столкновений*. Её основные положения:

1. Взаимодействующие частицы (атомы или молекулы) до вступления в химическую реакцию, чтобы образовать другие частицы – *продукты*, должны столкнуться.

2. Чтобы химическая реакция состоялась, сталкивающиеся частицы должны обладать определённым минимальным общим количеством энергии. Эта *минимальная энергия* называется *энергией активации*.

3. *Ориентация* молекул при столкновении должна быть вполне определённой, чтобы химическая реакция произошла.

При столкновении межмолекулярное или межатомное взаимодействие имеет сложный характер, сила взаимодействия на больших расстояниях мала и отрицательна (притяжение), на очень малых расстояниях сила велика и положительна (отталкивание) – это так называемые *межмолекулярные силы Ван дер Ваальса*. Для перестройки внутренней структуры взаимодействующих частиц перераспределения электронов с образованием новых частиц необходимо, чтобы реагенты сблизилась



на расстояние, где сила взаимодействия равна нулю. С макроскопической точки зрения такое *сближение и есть столкновение*. Таким образом, первое положение о роли столкновения является практически очевидным.

Не всегда столкновение частиц приводит к химической реакции. Произойдёт химическое взаимодействие с образованием новых частиц или нет – это зависит ещё от суммарной энергии, которой обладают сталкивающиеся частицы. Если суммарная энергия сталкивающихся частиц будет меньше некоторой определённой минимальной энергии, то химического взаимодействия не произойдёт. Этот *энергетический барьер*, величина (высота) которого зависит от химических характеристик сталкивающихся частиц, и есть *энергия активации*. Если даже сталкивающиеся частицы и имеют суммарную собственную энергию, превышающую энергию активации, ещё не значит, что эти частицы химически прореагируют. Это касается частиц, имеющих сложную, сферически несимметричную структуру, характерную для большинства многоатомных молекул. Третье необходимое условие химического реагирования двух частиц – это наличие определённой взаимной *ориентации* при столкновении. Рассмотрим в качестве примера реакцию взаимодействия  $NO_2$  и  $CO$  с образованием  $NO$  и  $CO_2$ :  $NO_2 + CO \rightarrow NO + CO_2$ .

Благоприятная для химической реакции ориентация между молекулами  $NO_2$  и  $CO$  такова: атом углерода из  $CO$  сближается с любым из двух атомов кислорода из  $NO_2$ . В этом случае образуется химическая связь  $C-O$ , и атом  $O$  из  $NO_2$  переходит к  $CO$  с образованием  $CO_2$ . При всех других возможных ориентациях при столкновении  $NO_2$  и  $CO$  химической реакции не произойдёт, будет обычное *физическое или механическое столкновение*.

Схематично химические реакции по термике можно представить тремя вариантами: 1) без выделения тепла *реагенты  $\rightarrow$  продукты*; 2) с добавлением тепла *реагенты + энергия  $\rightarrow$  продукты (эндотермическая)*; 3) с отводом тепла *реагенты  $\rightarrow$  продукты + энергия (экзотермическая)*. Обозначим суммарную энергию химических связей частиц реагентов –  $E_{реак}$ , продуктов –  $E_{прод}$ , энергию активации –  $E_a$ , кинетическую энергию реагентов –  $E_{кин.реаг}$ , кинетическую энергию продуктов –  $E_{кин.прод}$ . Рассмотрим, какие энергетические соотношения должны выполняться для разных типов (экзотермические и эндотермические) реакций, а также условие возможности реакции. Для *экзотермических* реакций:  $E_{реак} > E_{прод}$ , для *эндотермических* наоборот:  $E_{реак} < E_{прод}$ . Для того чтобы реакция произошла независимо от типа реакции, необходимо, чтобы  $E_{кин.реаг} > E_a$ . Энергия, выделяемая при *экзотермической* реакции:  $E_{экз} = E_{реак} - E_{прод}$ ,

а поглощаемая при эндотермической реакции:  $E_{\text{энд}} = E_{\text{прод}} - E_{\text{реак}}$ . Уравнение энергетического баланса для экзотермической реакции:  $E_{\text{реак}} + E_{\text{кин.реак}} = E_a + E_{\text{кин.прод}} + E_{\text{прод}} + E_{\text{экс}}$ , а для эндотермической реакции:  $E_{\text{реак}} + E_{\text{кин.реак}} + E_{\text{энд}} = E_a + E_{\text{кин.прод}} + E_{\text{прод}}$ .

Рассмотрим теперь факторы, влияющие на скорость реакции. Очевидно, самым важным фактором является *физическое* состояние реагентов – жидкое, твёрдое или газообразное, а далее их *физическая гомогенность* (однородность) или *гетерогенность* (разнородность). Молекулы в газовой фазе обладают наибольшей степенью свободы, поэтому если реагенты находятся в одной газовой фазе, то вероятность эффективных столкновений между молекулами (т.е. приводящих к химической реакции) выше, чем в других случаях (газ + твёрдое тело, жидкость + жидкость и т.д.). Если, например, физическое состояние реагентов является гетерогенным, в частности жидкость и твёрдое тело, то скорость химической реакции будет больше, если твёрдый реагент будет в виде порошка, а не в виде некоего массивного куска. Дело в том, что реакция происходит на граничной поверхности между жидкостью и твёрдым телом, а у порошка площадь поверхности значительно больше, чем у большого куска такой же массы.

В дальнейшем, при рассмотрении влияния других факторов на скорость реакции, ограничимся только случаем, когда реагенты и продукты находятся в газовой фазе. Достаточно просто объяснить зависимость скорости реакции от *концентрации* реагентов. При увеличении концентрации вероятность столкновений молекул увеличивается и скорость химической реакции растёт, но следует учесть, что нет прямой пропорциональности между скоростью и концентрацией. При *физическом* смешивании газов действительно вероятность столкновений *прямо* пропорциональна концентрациям. При *химическом* смешивании не так: увеличение концентрации одного из реагентов, например в два раза, не приводит к увеличению скорости также в два раза. Этот вопрос рассмотрим ниже при обсуждении принципа Ле-Шателье.

Качественное объяснение влияния *температуры* на скорость реакции снова даёт теория столкновений. При увеличении температуры увеличивается кинетическая энергия молекул, а следовательно, их скорость; частота столкновений молекул *прямо* пропорциональна средней относительной скорости молекул, поэтому скорость химической реакции растёт с ростом температуры.

На скорость химической реакции влияет также *катализатор*, который может быть гомогенным или гетерогенным по отношению к реагентам. Катализатором называют такое вещество, которое при

добавлении в смесь реагентов увеличивает скорость реакции, а само это вещество не изменяется до конца реакции. Увеличение скорости реакции в присутствии катализатора объясняется тем, что при добавлении к реагентам он уменьшает энергию активации, т.е. высоту потенциального барьера.

В живом организме катализаторы (*ферменты, энзимы*) дают возможность протекать биохимическим реакциям при нормальной для организма температуре; для протекания аналогичной реакции в лабораторных условиях без катализатора понадобилась бы более высокая температура. Вообще говоря, роль энзимов в живом организме не сводится к простому аналогу катализатора в «неживой» природе. Проиллюстрируем различие, неполное совпадение функциональных ролей катализатора и энзима на примере витаминopodobного вещества *коэнзима*  $Q_{10}$ . Коэнзим  $Q_{10}$  содержится во всех клетках и участвует в двух важнейших биохимических процессах: *выработке энергии в клетке и антиоксидантной защите*. Клетка – это биохимическая машина, которая превращает питательные вещества в особые молекулы АТФ (аденозинтрифосфорную кислоту), которые снабжают энергией всё живое. В этой машине коэнзим  $Q_{10}$  играет ключевую роль – сопрягает химические реакции в единый биохимический процесс. При выработке АТФ происходит образование так называемых *свободных радикалов*. Это активные молекулы, способные разрушать клеточные структуры. Противостоят радикалам антиоксиданты.  $Q_{10}$  – один из важнейших антиоксидантов. Он не только защищает клетки, но и препятствует отложению холестерина на стенках сосудов. В клетке имеется система регенерации (в отличие от катализатора, который не изменяется «самостоятельно», участвуя в химических реакциях), поэтому молекулы  $Q_{10}$  используются в гашении свободных радикалов многократно. Синтез  $Q_{10}$  в организме – сложный, многоступенчатый процесс, который часто нарушается, уменьшая необходимый уровень  $Q_{10}$  в организме (причины могут быть различные: болезни, неправильное питание, возраст и т.д.). Компенсировать недостаток  $Q_{10}$  в организме (и тем самым замедлить процесс старения клеток и увеличить работоспособность) можно путём введения в организм дополнительных коэнзимов, например в виде соответствующих БАДов (биологически активных добавок).

*Химическое равновесие.* При протекании химической реакции с течением времени может возникнуть (быть достигнута) ситуация, когда скорость прямой реакции *реагенты* → *продукты* становится равной скорости обратной реакции *продукты* → *реагенты*. Состояние, когда скорости

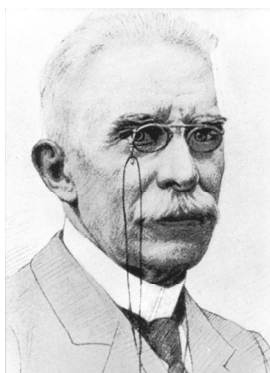
одновременно протекающих прямой и обратной химических реакций равны, а концентрации реагентов и продуктов сохраняют постоянное во времени значение при заданных внешних условиях (давление, температура и другие факторы), называется *химическим равновесием*.

Рассмотрим следующий пример:  $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$ . В начале реакции продукты – молекулы йодистого водорода – отсутствовали, и шла только прямая реакция. С течением времени в ходе прямой реакции концентрации  $H_2$  и  $I_2$  уменьшались, а концентрация продуктов  $HI$  росла. Одновременно с появлением продукта прямой реакции началась обратная реакция  $2HI \rightarrow H_2 + I_2$ , и при достижении одинаковых значений этих скоростей, возникает химическое равновесие в смеси газов  $H_2$ ,  $I_2$  и  $HI$ , в положении химического равновесия данная реакция записывается следующим образом:  $H_2 + I_2 \leftrightarrow 2HI$ .

*Константа химического равновесия.* При достижении химического равновесия в реакции  $aA + bB \leftrightarrow cC + dD$  концентрации реагентов  $[A]$ ,  $[B]$  и продуктов  $[C]$ ,  $[D]$  принимают некоторые определённые постоянные значения. Для характеристик равновесия вводится *константа равновесия*  $K$ , в выражение которой включают концентрации только тех соединений, участвующих в реакции, которые находятся или в газовой фазе или в (жидком) растворе. В случае участия в реакции чистых жидкостей или твёрдого вещества в выражении константы соответствующие концентрации принимаются за единицу. Следует подчеркнуть, что при химическом равновесии равны скорости прямых и обратных реакций, однако концентрации продуктов и реагентов различны. Величина константы химического равновесия, в сущности, даёт информацию о соотношении концентраций реагентов и продуктов. Условно принято считать диапазон значений константы химического равновесия равным от  $10^{-3}$  до  $10^3$ , в котором химическая реакция считается совершенной. Внутри этого диапазона существует непрерывное множество *равновесных положений*, отвечающих различным соотношениям между концентрациями продуктов и реагентов, когда химическая реакция происходит до конца и достигается химическое равновесие. Большое значение константы ( $K > 10^3$ ) означает, что продуктов больше, чем реагентов, и положение равновесия *сдвинуто вправо*, и, наоборот, при константе  $K < 10^{-3}$ , концентрации реагентов преобладают над концентрациями продуктов, а положение равновесия *сдвинуто влево*.

*Принцип Ле-Шателье.* Если в химически равновесной системе изменить один (любой) из параметров, определяющих состояние этой системы (это изменение будем называть внешним воздействием), то внут-

реннее состояние химической системы перестроится, перейдёт в новое в таком направлении, в котором происходит уменьшение этого внешнего воздействия. Основными параметрами, определяющими химическое равновесие системы, являются, как отмечалось выше, *концентрация* (реактентов и продуктов), *давление* и *температура*.



**ЛЕ-ШАТЕЛЬЕ Анри Луи**  
(8.10.1850–17.09.1936)

Французский физико-химик и металлург, сформулировал принцип динамического равновесия или общий закон смещения химического равновесия в зависимости от внешних факторов (принцип Ле-Шателье – Брауна); определил условия синтеза аммиака; создал теорию затвердевания цемента (теория кристаллизации); разработал термоэлектрический пирометр для измерения высоких температур раскалённых тел по их цвету; создал металлографический микроскоп для изучения непрозрачных объектов.

Рассмотрим влияние концентрационного изменения реагентов и продуктов на химическое равновесие в газовой смеси, в которой происходит химическая реакция:  $3H_2 + N_2 \leftrightarrow 2NH_3$ . После добавления дополнительного количества  $H_2$  химическое равновесие нарушится, скорость прямой реакции увеличится, начнёт расти концентрация продуктов  $NH_3$ , т.е. равновесие *сдвинулось вправо*. После достижения нового положения химического равновесия новые постоянные концентрации изменились по сравнению со старыми так: концентрации  $H_2$  и  $NH_3$  увеличились, а концентрация  $N_2$  уменьшилась после добавления  $H_2$ . Если в этой рассматриваемой реакции удалим часть  $NH_3$ , равновесие снова сдвинется вправо, т.к. концентрации  $H_2$  и  $N_2$  начнут уменьшаться, продукт  $NH_3$  будет вырабатываться с большей скоростью, чтобы компенсировать убыль  $NH_3$ .

Рассматриваемое изменение положения равновесия касалось реакции, где все вещества находятся в газовой фазе. Теперь рассмотрим ситуации, когда в реакциях есть вещества в твёрдой или жидкой фазе. Например:



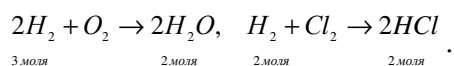
Константа химического равновесия  $K = [CO_2]$  не зависит от  $CaCO_3$  и  $CaO$ , поэтому добавление или убавление реагентов  $CaCO_3$

или  $CaO$  не изменит положения равновесия. Для произвольного химического равновесия справедливо утверждение: *добавление или удаление тех веществ нарушает химическое равновесие, от которых зависит константа равновесия*. В этой же рассматриваемой реакции, например, если удалить часть  $CO_2$ , равновесие сдвинется вправо. Кроме газовых концентраций в выражения для констант химического равновесия могут входить концентрации водных растворов веществ. Например, изменение концентраций одного из двух (любого) ионов в равновесной реакции  $Pb^{2+}(ж.) + 2Cl^-(ж.) \leftrightarrow PbCl_2(тв.)$  приведёт к нарушению равновесия. Константа химического равновесия в подобных реакциях определяется концентрацией ионов солей, оснований и кислот.

Следующим параметром, изменение которого приводит к нарушению химического равновесия, является *температура*. Принцип Ле-Шателье может быть использован для предсказания влияния изменения температуры на положение равновесия. Для примера рассмотрим следующую экзотермическую реакцию:  $H_2 + F_2 \leftrightarrow 2HF + \text{тепло}$  (все газы).

Тепло выделяется при протекании реакции вправо, т.е. прямой реакции  $H_2 + F_2 \rightarrow 2HF + \text{тепло}$ . Если добавить к равновесной смеси  $H_2$ ,  $F_2$  и  $HF$  дополнительное количество тепла (увеличить температуру смеси), система сдвинется влево, скорость обратной реакции (распад  $HF$ ) увеличится, для того чтобы, согласно принципу Ле-Шателье, добавляемое тепло расходовалось и температура смеси не увеличивалась. И наоборот, если мы начнем понижать температуру смеси (где идет экзотермическая реакция), система откликнется увеличением скорости прямой реакции (что означает сдвиг вправо), для того чтобы температура не понижалась. Поведение системы (смесь веществ, находящихся в химическом равновесии) при изменении температуры в случае эндотермической реакции прямо противоположное случаю с экзотермической реакцией. Например:  $2CO_2 + \text{тепло} \leftrightarrow 2CO + O_2$  (все газы). Увеличение температуры смеси сдвинет равновесие вправо, понижение температуры – влево.

*Давление* (его изменение) может влиять только на ту часть системы, которая находится в газовой фазе. Но только то изменение давления будет изменять положение равновесия в химической реакции, когда это изменение вызвано добавлением или отводом порции или реагента продукта, т.е. вещества в газовой фазе, участвующего в реакции. Добавление, к примеру, *инертного* газа к химической смеси (следовательно, повышение давления) *не изменит* химического равновесия. Рассмотрим две химические реакции до установления химического равновесия:



В первом случае при протекании реакции из 3-х молей газа (реагенты) получается 2 моля газа (продукт), давление падает. Во 2-м случае давление не меняется. Рассмотрим теперь смесь газов в химическом равновесии:



Слева 9 молей, справа 6 молей. Увеличение давления в такой смеси приведет к сдвигу равновесия *вправо* (в сторону уменьшения давления), уменьшение давления в смеси приведёт к сдвигу равновесия *влево* (в сторону повышения давления). Это снова пример действия принципа Ле-Шателье – система откликается на внешнее воздействие в данном случае изменением давления таким образом, чтобы уменьшить это изменение. Что же касается катализатора, то он не влияет на положение химического равновесия.

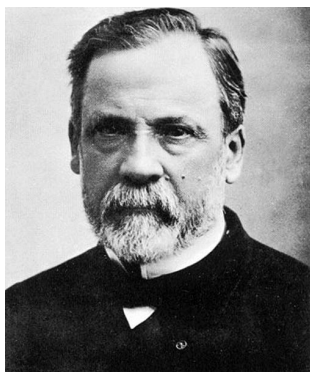
Итак, суть принципа Ле-Шателье заключается в том, что система, находящаяся в состоянии химического равновесия, откликается на внешнее возмущение (изменение концентраций, температуры, давления) внутренним переустройством (приводящим к сдвигу равновесного положения) в направлении сокращения, уменьшения внешнего воздействия.

### 11.7. Реакция Белоусова-Жаботинского. Концепции эволюционной химии и самоорганизации эволюционирующих каталитических систем Руденко

Система положений самоорганизации в химических структурах в форме химической эволюции стала формироваться химиками в 60–70-е годы XX века и в своей основе отвечает их давней мечте (А.Е. Арбузов, Н.Н. Семёнов) освоить и перенять опыт лаборатории живого организма. Этому послужили, во-первых, работы в области моделирования биокатализаторов через искусственный отбор и, во-вторых, экспериментальные факты прогрессивной эволюции химических структур через собственно естественный отбор (тот, который они прошли в земной химической эволюции, см. п.11.1).

Данное направление – химия каталитических реакций, или каталитическая химия – родилось в 1812 г., когда русский химик Константин Кирхгоф (1764–1833) открыл реакцию гидролиза крахмала до образования глюкозы (возникает ускорение реакции) под влиянием незначительного количества серной кислоты, а в 1814 г. – под влиянием фермента амилазы.

В 1816 г. английский химик *Гемфри Дэви* (1778–1829) установил, что порошкообразная платина *во много раз ускоряет* присоединение водорода к кислороду и различным органическим соединениям. В 1835 г. Берцелиус назвал это явление *катализом*. Существенное продолжение составили исследования химиков и биологов *процесса брожения*, в которых в основном господствующая химическая концепция брожения сводила весь биокатализ к обычному химическому катализу, но способствовала, тем не менее, развитию такой науки, как *ферментология* (*энзимология*), будущим успехам эволюционного катализа и молекулярной биологии. И хотя учёные тогда ещё не видели принципиальных различий в уровнях материальной организации, на которых осуществляются химические процессы *in vitro* и биохимические – *in vivo*, тем не менее, были заложены основы современной энзимологии: были установлены: 1) аналогия катализа и биокатализа, катализаторов и ферментов; 2) наличие в ферментах неравноценных компонент – центров и носителей; 3) заключение об особой роли ионов переходных металлов; 4) вывод о распространении на биокатализ законов химической кинетики; 5) сведение в отдельных случаях биокатализа к катализу неорганическими агентами. Великий французский биолог *Луи Пастер* (1822–1895), однако, изучая *процесс брожения как деятельность молочно-кислых бактерий*, относил дрожжи не к химическим соединениям, а к живым организмам, а сам процесс к биокатализу, но не получил признания своей правоты тогда, хотя оказался абсолютно прав позже.



**ПАСТЕР Луи**  
(правильно Пастёр)  
(27.12.1822–28.09.1895)

Французский микробиолог и химик, член Французской академии (1881). Показав микробиологическую сущность брожения и многих болезней человека, стал одним из основоположников микробиологии и иммунологии. Его работы в области строения кристаллов и явления поляризации легли в основу стереохимии. Также Пастер поставил точку в многовековом споре о самозарождении некоторых форм жизни в настоящее время, опытным путём доказав невозможность. Его имя широко известно в ненаучных кругах благодаря созданной им технологии пастеризации.





**БЕЛОУСОВ**  
**Борис Павлович**  
(19.02.1893–12.06.1970)

Гениальный русский химик, осуществивший в 1951 г. циклически действующую химическую реакцию окисления лимонной кислоты броматом калия в присутствии катализатора – двух ионов трёх- и четырёхвалентного церия, реакцию, ставшую известной в мировой науке как реакция Белоусова–Жаботинского (BZ). Реакция стала своеобразным прототипом циклических процессов в клетках живых организмов, началом нового мировоззрения, основанного на понятиях самоорганизации, открытых систем, колебательных реакций и структурообразующих неустойчивостей.

В 1951 г. советский химик Борис Павлович Белоусов (1893–1970) открыл, а в 1958 г. опубликовал сообщение о периодически действующей химической реакции окисления лимонной кислоты броматом калия в присутствии катализатора – паров ионов трёх- и четырёхвалентного церия. Эта реакция сопровождается образованием специфических пространственных и временных структур (например, периодическим чередованием цвета жидкости, что дало основание назвать эту реакцию *химическими часами*). Реакция была затем тщательно изучена биофизиком А.М. Жаботинским и стала известна в мировом научном сообществе как *реакция Белоусова–Жаботинского*, позже изучалась многими другими учёными, в том числе Ильём Пригожиным, который выдвинул и обосновал для её объяснения причину и источник возникающей самоорганизации (рис. 4).

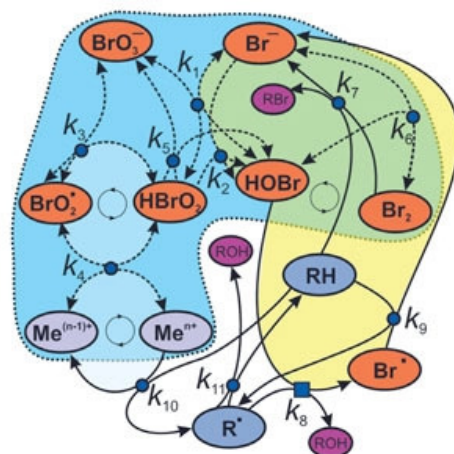


Рис. 4. Механизм реакции Белоусова–Жаботинского

Причина, по Пригожину, в перерастании микрофлуктуационных отклонений хаоса среды в макрофлуктуационные коллективные формы поведения множества микрочастиц (образование *мод*), а источник – конкуренция мод и отбор наиболее устойчивых из них. *Самоорганизация рождается из хаоса мод* – вот главный вывод Пригожина.

В 1958–60 гг. американские химики А. Гуотми и Р. Каннингем открыли явление самосовершенствования катализаторов в реакциях, которые обычно приводили к отравлению и дезактивации любых агентов, ускоряющих химический процесс, т.е. установили наличие реакций, способных *самим для себя* перестраивать катализатор в сторону повышения его активности и селективности. И в этом открытии *катализаторы и самоорганизация* идут вместе.

Роль каталитических процессов в самоорганизации усиливается по мере усложнения состава и структуры химических систем. основополагающее значение в этих исследованиях сыграли работы отечественных учёных А.А. Баландина (1898–1967) и особенно А.П. Руденко, создавшего в 1964–1969 гг. единую теорию химической эволюции и биогенеза. Баландин основывал свою теорию катализа на том, что считал: а) действие катализа только положительным; б) катализатор способным ориентировать реакцию только в одном возможном направлении и в) образовывать во взаимодействии с реагентами некий промежуточный (мультиплетный или активированный) комплекс. А.П. Руденко принял промежуточный комплекс как исходную *элементарную каталитическую систему*, которая может превратиться при выполнении ряда условий (приток новой энергии и реагентов, отвод продуктов реакции и пр.) в *открытую элементарную каталитическую систему (ЭОКС)*, обладающую способностями саморазвития, самоорганизации и самоускорения. Эта теория решает в комплексе вопросы о движущих силах и механизмах эволюционного процесса, т.е. о законах химической эволюции, отборе элементов и структур и их причинной обусловленности, уровне химической организации и иерархии химических систем как следствии эволюции. Сущность теории Руденко состоит в утверждении и обосновании принципа того, что *химическая эволюция* представляет собой *саморазвитие элементарных открытых каталитических систем*, следовательно, эволюционирующим веществом являются катализаторы. В ходе реакций происходит естественный отбор тех *каталитических центров* (по Пригожину *мод*), которые обладают наибольшей активностью. «*При этом, – писал Александр Руденко, – в ЭОКС не просто появляются катализаторы новых стадий, но и системы их синтеза, и системы запоминания этих изменений, связанные в единое целое со всеми другими системами кинетического континуума и обеспечивающие новый наследственный порядок функционирования ЭОКС после соверше-*

ния каждого эволюционного превращения...(*курсив наш – авт.*)». Руденко сформулировал основной закон химической эволюции, согласно которому с наибольшей скоростью и вероятностью образуются те пути эволюционных изменений катализатора, на которых происходит максимальное увеличение его абсолютной активности.

Следует также отметить, что эволюционный процесс отобрал лишь те химические элементы и соединения, которые являются основным строительным материалом для образования биологических систем. В связи с этим достаточно упомянуть, что более чем из ста известных науке химических элементов лишь *шесть: углерод, водород, кислород, азот, фосфор и сера*, получивших название *органогенов* или *биогенов*, служат основой для построения живых систем. Общая *весовая доля их в организмах составляет 97,4%*.

### Тесты к главе 11

1. Почему невозможно бесконечное разнообразие химических элементов? Какой ответ является наиболее правильным и какова главная причина ограничения многообразия элементов:

а) ядерные силы обладают свойством насыщения; б) из-за того, что ядра состоят только из протонов и нейтронов (так называемых нуклонов), а не из других элементарных частиц; в) из-за короткодействующих (в пределах размеров ядер) сильных и слабых ядерных сил; г) из-за действия принципа Паули; д) в силу принципа дополнительности Нильса Бора.

2. Одно утверждение относительно взаимодействия между молекулами является верным:

а) межмолекулярное взаимодействие имеет гравитационную природу; б) на любом расстоянии между молекулами существует притяжение, обусловленное электромагнитным взаимодействием; в) на малых расстояниях молекулы отталкиваются, на далёких – притягиваются; г) в целом молекулы являются электронейтральными, поэтому взаимодействие между ними на некотором расстоянии отсутствует; д) молекулы всегда отталкиваются друг от друга.

3. Определите верное утверждение о валентности химического элемента:

а) максимальная валентность элемента обычно равна номеру группы в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева; б) валентность атома определяется полным количеством электронов в атоме; в) валентность химического элемента одинакова при участии его в различных химических реакциях; г) в химических реакциях любой элемент,

способный отдавать электроны с внешней оболочки, никогда не может принимать электроны на внешнюю оболочку.

4. Изотопами являются те атомы, которые имеют:

а) одинаковые атомные веса, но различные атомные номера; б) одинаковые атомные номера, но различные атомные веса; в) одинаковое число протонов, но различное число электронов; г) одинаковое число нейтронов, но разное протонов.

5. Главные органогены по физико-химическим проявлениям, это:

а) металлы; б) соли металлов; в) неметаллы; г) газы; д) галогены; е) благородные газы.

6. Какой химический элемент присутствует во всех органических соединениях:

а) кислород; б) водород; в) углерод; г) азот; д) фосфор; е) сера.

7. Найдите одно неверное утверждение:

а) химические элементы одной группы имеют одинаковое число валентных электронов; б) свойства элементов зависят от их атомных номеров; в) неметаллы расположены в верхнем левом углу таблицы Менделеева; г) редкоземельные элементы более похожи друг на друга, чем другие группы элементов; д) в левой части таблицы химических элементов Менделеева сосредоточены, в основном, металлы.

8. Соединения, которые выражаются одинаковыми молекулярными формулами, но имеют различную пространственную структуру, называются:

а) аллотропами; б) изомерами; в) изотопами; г) полимерами; д) нуклеотидами.

9. В Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева:

а) каждый период содержит одинаковое количество элементов; б) количество элементов в каждом периоде кратно 12; в) местоположение (номер) элемента зависит от величины электрического заряда ядра; г) местоположение (номер) элемента зависит от его атомного веса; д) число химических элементов в каждой группе одинаково; е) число изотопов любого элемента одинаково.

10. Химический элемент, по определению, - это:

а) совокупность атомов с одинаковым электрическим зарядом ядра; б) вещество, состоящее из атомов; в) совокупность атомов и ионов с одинаковым зарядом ядра; г) механическая совокупность электронов и ядер.

11. Основной закон (принцип) саморазвития эволюционной химии русского химика Александра Руденко гласит:

а) с наибольшей скоростью и вероятностью реализуются наиболее прогрессивные пути развития каталитических систем, которые связаны с ростом абсолютной каталитической активностью; б) саморазвитие, самоорганизация и самоускорение каталитических систем происходит за счёт постоянного притока трансформируемой в элементарной открытой каталитической системе (ЭОКС) энергии; в) базисная химическая реакция является инструментом (орудием) отбора наиболее прогрессивных эволюционных изменений катализаторов; г) саморазвитие механизма базисной реакции происходит по принципу дробления, усложнения и постепенного совершенствования элементарных стадий с сохранением генеалогической преемственности и целостности ЭОКС.

12. Главная особенность химических соединений, называемых оптическими изомерами (например винной кислоты), состоит в:

а) способности вращать плоскость поляризации световых (электромагнитных) волн; б) способности вращать световые волны только характерной частоты (длины волны); в) особом значении пространственного расположения валентных связей атома азота; г) способности света испытывать в них явление двойного лучепреломления.

13. Наибольшее влияние на протекание химических реакций оказывают (несколько ответов):

а) давление; б) температура; в) потоки нейтронов; г) катализаторы; д) освещение.

14. Какие свойства металлического алюминия следует отнести к химическим (при ответах поставьте «х»), а какие к физическим (при ответах поставьте «ф»):

а) при добавлении серной кислоты он выделяет газ без цвета и запаха; б) легко может быть деформирован в тонкую фольгу; в) является твердым телом при комнатной температуре; г) хорошо проводит тепло.

15. Какие следующие утверждения описывают физические (при ответах поставьте «ф»), а какие химические (при ответах поставьте «х») свойства:

а) соединения серебра оставляют «след» (меняют цвет) на коже человека; б) гемоглобин придает крови красный цвет; в) литий не тонет в воде; г) ртуть есть жидкость при комнатной температуре (температура плавления соответствует 40-градусному морозу).

16. Проведите подразделение на химические (при ответах поставьте «х») или физические (при ответах поставьте «ф») изменения свойств вещества:

а) измельчение кристалликов сахара и его превращение в пудру; б) скашивание травы; в) взрыв гремучего газа; г) горение полена в камине.

17. Какие методы получения веществ следует отнести к физическим (при ответах поставьте «ф»), а какие к химическим (при ответах поставьте «х»):

а) хлорид натрия (NaCl) получают из солёной воды путём испарения воды; б) газовый азот получают при кипении жидкого воздуха; в) кислород получают путём разложения кислородсодержащих соединений хлористого калия; г) вода получается при высокотемпературной реакции между газами кислорода и водорода.

18. Эпоха рекомбинации в эволюции химических элементов, это время:

а) отдельного существования электронов, протонов и нейтронов микромира; б) отрыва электронов от ядер атомов водорода и гелия и начало их свободного движения в пространстве в качестве космических лучей; в) захвата и удержания электронов ядрами атомов водорода и гелия; г) захвата и удержания фотонов в атомах водорода и гелия; д) захвата и удержания протонами свободных нейтронов.

19. Основной поставщик (источник) свободного углерода в земных условиях:

а) минеральное сырьё (известняк, мел, мрамор); б) углекислый газ в атмосфере; в) процесс фотофосфорилирования; г) фотосинтез в растениях; д) месторождения шунгитов (фуллеренов), алмазов и графита; е) озоновые дыры в атмосфере.

20. В основе теории открытых каталитических систем Александра Руденко лежат принципы:

а) вероятностный, кинетический, термодинамический, мультиплетный; б) статистический, эргодический, кинетический, генетический; в) вероятностный, термодинамический, кинетический, информационный; г) информационный, морфогенетический, кинематический, мультиплетный; д) статистический, генетический, мультиплетный, термодинамический.

21. Стехиометрия – это учение (представление) о:

а) качественных отношениях между массами веществ, вступающих в химическую реакцию; б) структуре химических реагентов; в) количественных соотношениях масс химически реагирующих веществ; г) первоначалах (элементах) химического мира; д) способах и методах определения атомных масс вещества.

22. Наивысшей лабильностью (активностью) среди органоенов обладает:

а) сера; б) водород; в) азот; г) углерод; д) кислород; е) фосфор.

23. Первичная атмосфера Земли содержала в основном:

а) простейшие соединения углерода; б) простейшие соединения азота; в) простейшие соединения водорода; г) простейшие соединения кислорода.

24. Примерами гетерогенных (неоднородных) смесей являются:

а) горные породы, почва, кровь; б) истинные растворы; в) морская вода; г) атмосферный воздух; д) химический состав озонового слоя.

25. Примерами гомогенных (однородных) смесей являются:

а) почва; б) морская вода; в) кровь; г) молоко; д) простокваша.

26. Вода, углекислый газ относятся к группе:

а) однородных смесей; б) сложных веществ (соединений); в) простых веществ, г) неоднородных смесей; д) неравновесных комплексов.

27. Водород, кислород в газообразном виде относятся к группе:

а) простых веществ; б) сложных веществ (соединений); в) однородных смесей; г) неоднородных смесей; д) неравновесных комплексов.

28. «Масса веществ, вступающих в реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции» – суть:

а) Периодического закона; б) закона сохранения масс; в) постоянства эквивалентов; г) закона постоянства состава; д) закона сохранения энергии.

29. «Соотношения между массами элементов, входящих в состав данного соединения, постоянны и не зависят от способа получения этого соединения» – суть:

а) закона постоянства состава; б) закона сохранения масс; в) закона сохранения энергии; г) Периодического закона; е) закона эквивалентов.

30. Согласно теории А.М. Бутлерова химическое строение молекул – это:

а) количественный состав молекулы; б) определённый порядок соединения атомов в молекуле; в) качественный состав молекулы; г) определённая совокупность протонов, нейтронов и электронов; д) символическая запись её структуры.

31. «Все вещества состоят из молекул, все молекулы состоят из атомов» – суть:

а) закона сохранения масс; б) теории химического строения; в) атомно-молекулярного учения; г) закона постоянства состава.

32. «Свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от зарядов ядер их атомов» – суть:

а) атомно-молекулярного учения; б) закона постоянства состава; в) теории химического строения; г) Периодического закона.

33. Установите соответствие между агрегатным состоянием вещества – *твёрдое, жидкое, газообразное* и значениями *потенциальной и кинетической энергии частиц*, его образующих:

а) потенциальная и кинетическая энергия частиц примерно равны; б) потенциальная энергия частиц выше их кинетической энергии; в) потенциальная энергия частиц значительно ниже их кинетической энергии.

34. Установите соответствие между *а), б), в), г)* и *1, 2, 3, 4*:

а) главное квантовое число;	1) ориентация электронного облака;
б) орбитальное квантовое число;	2) направление вращения электронного облака;
в) магнитное квантовое число;	3) форма электронного облака;
г) спиновое квантовое число	4) размер электронного облака.

35. Полимерами принято называть:

а) искусственные высокомолекулярные соединения, полученные исключительно на основе органических веществ; б) высокомолекулярные соединения естественного, синтетического или искусственного происхождения, обладающие соответствующим комплексом физико-химических свойств, который отличает их от низкомолекулярных соединений; в) природные высокомолекулярные соединения, образуются только в живой природе и нигде больше; г) высокомолекулярные соединения, образованные синтетическим путём.

36. Эволюционная химия изучает:

а) возникновение химических элементов при взрывах сверхновых; б) стехиометрию химических соединений; в) самоорганизацию и саморазвитие химических систем; г) эволюцию химических элементов в земных условиях.

37. Окислительно-восстановительная функция живой материи проявляется в:

а) процессе фосфорилирования; б) аккумуляции солнечной энергии в процессе фотосинтеза; в) выделении кислорода в процессе фотосинтеза; г) поглощении кислорода из газа атмосферы.



38. Реакционная способность веществ зависит от состава реагирующих веществ, от влияния внешних факторов (давления, температуры и т.д.) и:

а) изотопного состава; б) структуры; в) состава ядер реагирующих веществ; г) гравитационного взаимодействия; д) электростатического взаимодействия.

39. Химические процессы, идущие за счёт внешней энергии, принято называть:

а) экзотермическими; б) неравновесными; в) эндотермическими; г) энтодермическими; д) супратермическими; е) субтермическими; ж) необратимыми.

40. Зависимость скорости химической реакции от температуры выражается:

а) принципом Ле-Шателье-Брауна; б) уравнением Вант Гоффа-Аррениуса; в) не зависит от температуры; г) законом действующих масс.

## Глава 12. КОНЦЕПЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, НАСЛЕДОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНИ

---

---

### 12.1. Проблема возникновения биополимеров и протоклеток

**П**о данной проблеме, наиболее сложной в науке XX и XXI веков, известны тысячи работ, но ни одна из них не даёт прямого ответа на интересующий науку вопрос о происхождении жизни и её физико-химических основах, поскольку их абсолютное большинство игнорирует информацию о молекулярной и надмолекулярной организации клеток и клеточных органоидов, биохимических и молекулярно-биологических механизмах функционирования клеток, о том, что клетка является аperiодическим, гомеостатическим, жидкокристаллическим комплексом, способным к самовоспроизведению. Ключевые вопросы проблемы происхождения, такие, как возникновение *матричного механизма* (его первым в 1928 г. предложил Николай Кольцов (1872–1940) и *универсального генетического кода*, остаются многие десятилетия без ответа. В лучшем случае, многие авторы эти проблемы автоматически переводят в плоскость эволюции, в худшем – причисляют к заслугам Бога. Но все прекрасно понимают, что ни первое, ни второе не есть ответ на вопрос, так как для *привлечения эволюции необходим исходный, самовоспроизводящийся материал*, проблема получения которого и является основополагающей в теории происхождения жизни. Попытка решить проблему через синтез асимметричных фрагментов органических молекул и их последующую эволюцию не представляется возможной, зная лишь структуру, организацию и принципы функционирования клеток. Никто не пытается объяснить, *почему вездесущая эволюция снабдила эукариотические клетки разным числом хромосом*, информативная часть которых составляет, в лучшем случае, несколько процентов и, тем не менее, *не избавилась от остальной части, как это имеет место у прокариот*. Откуда взялись десятки уникальных белков для рибосом, функция которых синтезировать эти и другие белки. Многие учёные в недалёком прошлом ответить на эти вопросы даже не пытались, так как такой информации о клетках тогда ещё не существовало. Однако мало что изменилось и в последующие десятилетия, вплоть до сегодняшнего дня, хотя знания о строении, функционировании и воспроизведении клеток и её систем выросли многократно.

**Обзор теорий.** Вопрос о происхождении жизни из неорганических веществ в серьёзных научных работах до 20–30 годов прошлого столетия не рассматривался. Однако русский биохимик А.И. Опарин (1894–

1980) и английский физиолог Дж. Холдейн (1860–1936) предложили принципиально новый подход к решению проблемы происхождения жизни. Они выдвинули гипотезу *голубиоза* – постепенной эволюции простых органических соединений, которые образовались на примитивной Земле из газов, составляющих атмосферу, под воздействием различных источников энергии. Теория Опарина–Холдейна стимулировала проведение большого числа экспериментов, иллюстрирующих возможные пути образования и эволюции органических соединений в условиях первичной атмосферы. Образовавшиеся органические соединения, по мнению авторов таких исследований, начали самоорганизовываться в коацерватные капли, пузырьки, микросферы, протоклетки, липосомы, люминисферы, коацерваты в коацервате, каталитические каскады и т.д. Это была смесь асимметричных мономерных или коротких полимерных органических молекул, из которых предстояло создать будущую протоклетку путём *самопроизвольной* организации (рис. 5). Уровень гипотез, теорий, экспериментов повышался по мере роста научных достижений.

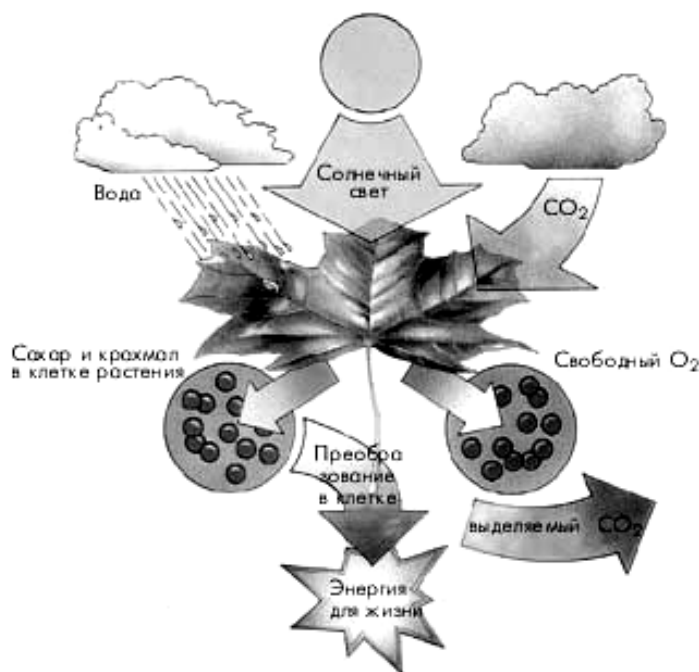


Рис. 5. Создание протоклетки

Первое подтверждение возможности абиогенного синтеза органических молекул из газовой фазы с помощью облучения в циклотроне было получено в 1951 г. М. Кальвиным, а в 1953 г. с помощью газоразрядной

камеры Г.К. Юри и С.Л. Миллер также подтвердили возможность абиогенного синтеза органических молекул.

Иная мысль о возникновении жизни на матрицах абиогенных кристаллов – идея *генобиоза*, – принадлежит известному английскому философу и кристаллографу Дж. Берналу (1901–1971). Он предположил, что процесс возникновения первичных примитивных организмов связан с *адсорбцией химически активных веществ на мельчайших частицах глины, образовавшихся из древних горных пород и осевших в устьях рек, в которые проникают морские приливы*. В роли возможных адсорбентов Дж. Берналом упоминались и *апатитовые матрицы*. Как физик-кристаллограф он обращает особое внимание на наличие в живых организмах *упорядоченных кристаллических структур*, которые свидетельствуют о точнейшем воспроизведении молекул, механизм возникновения которого совершенно ни ему и никому другому тогда был непонятен. Уже в 1933 г. он высказал предположение, что живая клетка представляет собой жидкий кристалл. Это была революционная идея, которая даже в начале XXI века мало приемлема и понимаема большинством биологов.

Другой сторонник теории адсорбции А.Дж. Кернс-Смит считает, что *глины на первобытной Земле были не просто местом адсорбции органических веществ, а первыми просто организованными организмами, имеющими некое подобие генов и способными эволюционировать под действием естественного отбора*. При этом А. Кернс-Смит допускал возможность постепенной замены геохимического генетического материала этих организмов совсем другим материалом органохимической природы. На фоне вышесказанного очень интересной представляется мысль А. Кернс-Смита о том, что *«не были ли первые вещества наследственности кристаллами? Ведь кристаллы – это наиболее часто встречающееся образование, способное к самосборке»*. Продолжателями идей адсорбции являются Уильям Мартин и Майкл Рассел, которые полагают, что первые живые организмы на Земле могли появиться внутри камней, выстилающих дно океана. Более 4 млрд лет назад крошечные полости внутри минералов могли выступить в роли клеток. Ключевой момент в этой версии теории – отложения сульфида железа  $FeS$ . В горячих источниках на морском дне это соединение образует «соты» с ячейками шириной в несколько сотых миллиметра. Как считают Мартин и Рассел, эти ячейки – идеальное место для возникновения жизни. По сравнению с другими гипотезами возникновения жизни на Земле теория Мартина и Рассела уникальна предположением, что *возникновению клетки предшествовало возникновение белков и самореплицирующихся молекул*. С током горячей воды в ячейки попадали ионы аммония  $NH_4^+$  и монооксид углерода  $CO$ , при этом сульфид железа выступал в роли одного из катализаторов синтеза органиче-

ских веществ из неорганических. Простые соединения концентрировались в «камерах» из сульфида железа, что могло привести к возникновению сложных молекул – белков и нуклеиновых кислот.

*Низкотемпературная теория или теория остывания К. Симионеску и Ф. Денеша.* Согласно их модели основным источником энергии, инициировавшим первоначальные химические процессы, была холодная плазма, вызывающая образование активных частиц – радикалов – в газовой фазе при низких величинах атмосферного давления. Рекомбинация активных частиц на матрицах кристаллов привела к образованию макромолекулярных соединений и далее к протобиополимерам. «Выживанию» последних способствовало наличие на планете обширных поверхностей с низкой температурой (например замершего первичного океана). Основными компонентами первичной атмосферы были, по мнению авторов, аммиак, метан, вода.

*Вулканическая модель предбиологического синтеза Л. Мухина.* Критически относясь к роли ультрафиолетового (УФ) излучения в формировании мономеров – предшественников сложных органических молекул, Л. Мухин отдаёт предпочтение вулканическим процессам на примитивной Земле, считает, что вулкан не только источник энергии, но и поставщик компонентов, необходимых для синтеза органических молекул (метан, аммиак, водород). В зонах подводного вулканизма и гидротерм в силу значительных градиентов температуры и давления создаются условия, благоприятные для сохранения синтезированных органических молекул. Многочисленные природные катализаторы и сорбенты могут способствовать накоплению и эволюции органических соединений.

Однако эта модель и все вышерассмотренные не дают ответа на вопрос о том, как возникли жизнь, генетический код и механизм воспроизведения живых систем. Нобелевский лауреат (один из первооткрывателей структуры ДНК) Френсис Крик и его коллега Л. Оргел предложили модель *направленной панспермии*, которая объясняет происхождение жизни на Земле якобы целенаправленной деятельностью *внеземных цивилизаций*, возраст которых больше возраста Солнца. Другой автор, Дж. Бергер, считает, что генетический код как реликт достался нам в наследство от живых систем предыдущего цикла Вселенной. П.Дж. Томас и др. отводят особую роль в возникновении жизни на Земле органическому материалу, доставленному на Землю с помощью комет. Все эти идеи в целом также не решают проблему происхождения жизни, поскольку всё равно надо ответить на вопрос, как она могла возникнуть где-то в другом вселенском месте (рис. 6).

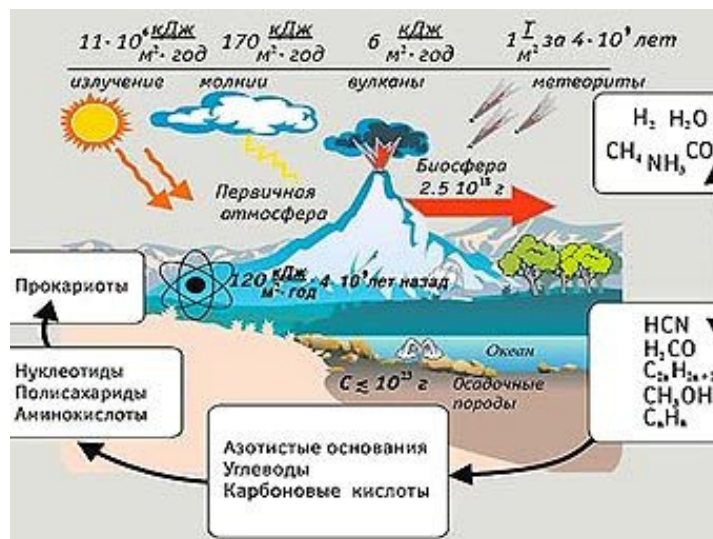
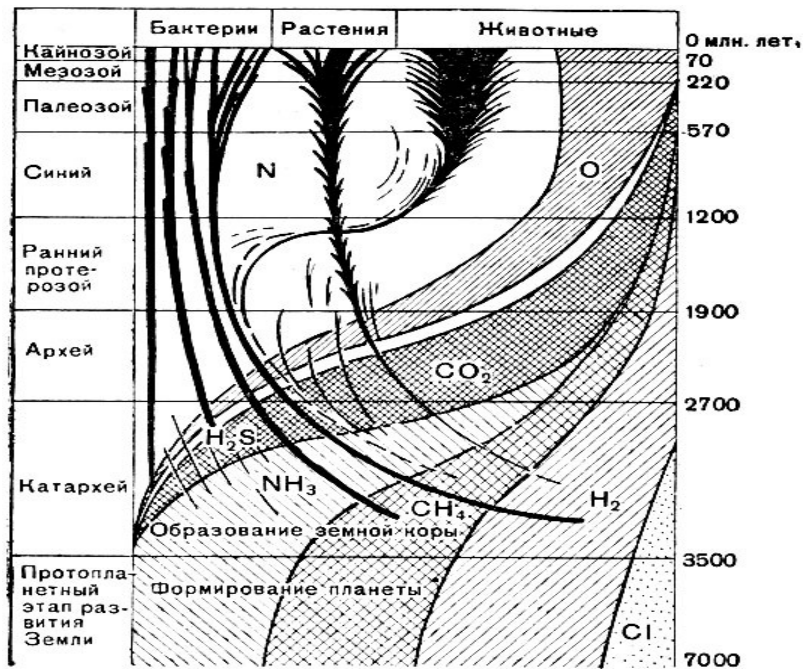


Рис. 6. К теориям возникновения жизни на Земле

Интерес представляет гипотеза отечественного минеролога С.Н. Голубева об определяющей роли минеральных кристаллов внутри организмов в проблеме происхождения жизни. Он полагает, что если биоминерализацию как процесс матричного формирования минеральных кристаллов представить идущей в обратном направлении, т.е. не

от органической матрицы к минеральным кристаллам, а на их гранях шла когда-то адсорбция органических полимеров, то можно получить как модель происхождения жизни, так и модель возникновения генетического кода. К таким минеральным кристаллам относятся апатит, кальцит, арагонит, кристобалит. Они широко распространены в костях и зубах, раковинах моллюсков, в иглокожих, губках, скелетах прокариот и т.д. Механизм сопряжения решёток основных скелетных минералов с органическим веществом (по С.Н. Голубеву) основан на физике жидкокристаллических конфокальных текстур (конфокальные текстуры (домены) – один из способов надмолекулярной организации жидких кристаллов в реальном веществе). Общебиологическая универсальность предлагаемого механизма определяется наличием в решётках апатита, кальцита, арагонита и кристобалита системы согласованных пропорций, а проблема происхождения жизни рассматривается через адсорбцию готовых органических полимеров на поверхности минерала, но без ответа остаётся вопрос – где взять эти готовые органические полимеры?

*Кандидат геолого-минералогических наук (1965), доктор геолого-минералогических наук (1970), профессор (1982), член-корреспондент РАН (1991), академик РАН (1994) по отделению геологии, геофизики, геохимии и горных наук. Основатель (1990) и руководитель научной школы «Глобальные циклы углерода «мантия – кора – океан – атмосфера», инициатор и руководитель программ исследования Луны и доставки вещества с Фобоса. Основные труды по изотопно-геохимическому изучению органического вещества и математическому моделированию эволюции осадочных бассейнов, происхождению алмазов, происхождению и химической эволюции Земли, происхождению Луны.*



**ГАЛИМОВ Эрик Михайлович**  
(род. 29 июня 1936)

Частично на этот вопрос отвечает теория возникновения и эволюции жизни, развитая отечественным академиком Эриком Галимовым, основанная на нетрадиционном рассмотрении процесса производства упорядочения в рамках неравновесной термодинамики (см. главы ч. II), согласно которой в истоке химического эволюционного процесса находятся молекулы аденина и аденозинтрифосфата (АТФ) и вслед за ними транспортная молекула РНК (тРНК).

*Прологомены проблемы жизни.* Физиками и математиками оценены вероятности случайного возникновения генов, ферментов, систем матричного синтеза и т.д., и они столь малы, что невозможно их предметно оценить. Это величины порядка  $10^{-225}$  –  $10^{-800}$ . Получаемые вероятностные оценки возникновения системы репликации, транскрипции или трансляции нельзя рассматривать даже несерьёзно. Постепенно эти механизмы становятся несоздаваемыми вследствие неселективности любой постепенности – механизм уже должен быть, чтобы было что отбирать. Коацерваты, микросферы и прочие атрибуты никак не спасают положения из-за отсутствия у них механизма самокопирования. К сожалению, все эти построения не в состоянии ответить на вопрос возникновения матричного механизма, который является краеугольным камнем для белково-нуклеиновой формы жизни. Однако жизнь на Земле каким-то образом всё же произошла и не вообще как-то, а на основе матричного синтеза.

Исходя из сегодняшних знаний о структуре клетки и механизмах её воспроизведения проблему *возникновения жизни* надо рассматривать *через проблему возникновения клетки*, а не её фрагментов. Клетка – это сотни тысяч и миллионы молекул, сформировавших единый жидкокристаллический комплекс. Фрагменты этого комплекса, в том числе вирусы или фаги, не являются жизнеспособными. Поэтому, ответив на вопрос, как и почему клетка является аperiодическим, гомеостатическим, самовоспроизводящимся жидким кристаллом, можно понять, как возникла жизнь.

*«Давно уже стало очевидным, что в конечном счёте ключ к решению любой биологической проблемы следует искать именно в клетке, ибо каждый живой организм – это прежде всего клетка или, во всяком случае, был клеткой на каком-то этапе своего развития»*, – указывал Э.Б. Уилсон. Так же полагал и наш великий соотечественник нобелевский лауреат Илья Пригожин, живший с 4-х лет в Бельгии.

*Теория возникновения пробионтов и протоклеток Э.Я. Костецкого.* Прежде дадим обобщение в виде ряда вопросов о тех некоторых особенностях, присущих живым клеткам, на которые обязательно следует ответить исследованию, претендующему на теорию происхождения жизни.

1. Почему все клеточные элементы и целые организмы являются жидкокристаллическими гомеостатическими структурами?

2. Почему клетки каждого таксона являются целостной (неделимой) системой со своими индивидуальными особенностями? Перенесение отдельных элементов клетки в другие, особенно филогенетически далекие таксоны, как правило, невозможно.

3. Почему генетический код универсален?



4. Почему за универсальностью генетического кода, сходства принципов организации клеточных структур, метаболизма, набора клеточных элементов у разных таксонов не следует универсальности структурных элементов, дешифрующих код (тРНК, ААтРНК-синтетазы, рРНК, ДНК-полимеразы и т.д.), осуществляющих метаболизм, участвующих в формировании клеточных структур и т.д.?

5. Почему в ДНК эукариот имеются уникальные, умеренно повторяющиеся и сателлитные (балластные) последовательности, не несущие никакой информации? Нетранслируемые последовательности ДНК могут достигать 85% и, вероятно, более.

6. Почему в структуре белков, выполняющих различные функции, имеются сходные блоки аминокислотной последовательности?

7. Почему в клетках имеются специфические белки для ионов кальция, фосфора, магния, стронция, кремния и др.?

8. Почему ионы  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{PO}_4^{-3}$  являются ключевыми элементами во всех живых системах?

9. Почему в состав органической составляющей клеток входят преимущественно углерод, водород, азот, кислород?

10. Почему молекула ДНК имеет строго определённые параметры, а именно: диаметр – 18 Å и расстояние между парами оснований 3,4 Å ( $1\text{Å}=10^{-8}$  см); определённую комплементарность ( $\text{A}\equiv\text{T}$  и  $\text{G}\equiv\text{C}$ ), хотя запрета на комплементарность между любыми другими парами химически нет; фосфодиэфирные связи в ДНК и РНК только между 3' и 5' положениями рибозы, при этом запрета на другие положения нет?

На эти непростые вопросы отвечает теория Э.Я. Костецкого о возникновении протоклеток про- и эукариотического типа *при участии элементов газовой фазы, апатитовой матрицы и сокристаллизующихся с ней минералов (карбонатапатит, кальцит, слюда)*. Основополагающие идеи состоят в следующем. В теории предложено, что *фосфаты апатита* остаются в составе синтезирующейся нуклеиновой спирали и определяют её размер и комплементарность только в пуриновых и пиримидиновых основаниях. Принято далее, что *на матрице апатита шел синтез ДНК и нуклеопротеидных комплексов*; на матрице карбонатапатита – белка и ферментов репликации ДНК, всех видов РНК в комплексе с белками и ферментами транскрипции и трансляции; на матрице кальцита – белков цитоскелета; на матрице слюды – мембранных липидов. Предложен возможный механизм перехода кристалл–органоминеральный кристалл–жидкий кристалл (протоклетка), а также модель возникновения матричного механизма транскрипции и трансляции. Сделана попытка ответить на ключевые вопросы биохимии и молекулярной биологии, стоящие при решении проблемы возникновения жизни на Земле.

*Почему рассматривается именно апатит?* Апатит является единственным существенным источником фосфора на поверхности Земли. Типичные представители: фторапатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ , хлорапатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ , гидроксиапатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ , карбонатапатит  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})\text{F}$ . Апатит – это целый мир кристаллов самой разной природы. Для него характерна способность к *изоморфизму*, т.е. *внедрению различных ионов в решетку без изменения основных параметров структуры*. В решетке апатита Ca может частично замещаться на  $\text{Sr}^{2+}$  (до 11%),  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{U}^{4+}$ , Th,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и другие. Группа  $\text{PO}_4^{3-}$  может частично замещаться на  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{AsO}_4$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{AlO}$ . Экспериментально доказана диффузия ионов  $\text{OH}^-$ , F, Cl,  $\text{CO}_3^{2-}$  вдоль гексагональной оси апатита. Для живых систем апатит может быть источником  $\text{PO}_4$ , Ca, Si, Sr, Mg, Ge, Fe, Mn, Zn, Cu, K, Na и др. Проблема включения фосфора в органические соединения живых систем (нуклеиновые кислоты, фосфорсодержащие белки и др.) связана с его предбиотической локализацией в апатите. Апатит активно используется в биохимии и молекулярной биологии для разделения белков и нуклеиновых кислот в силу близости их структурных особенностей. Хроматография на гидроксилапатите (ГА) показала, что адсорбция органических веществ носит стереоспецифический характер. Минеральная составляющая у высших животных (кости и зубы), некоторых прокариот и одноклеточных организмов представлена группой апатита. *Элементарная ячейка апатита и двойная спираль ДНК имеют сходную периодичность в 3,4 Å*. Современные обитатели Земли наряду с апатитом включают в состав минерализованных структур кальцит, арагонит и кристобалит. Наличие этих и других фактов привело Э.Я. Костецкого и В.В. Чернобровкина в 1981 г. к гипотезе абиогенного синтеза нуклеопротеидного (НП) комплекса или его фрагментов (нуклеиновых кислот (НК) и белков) на матрице апатита как основном источнике неорганического фосфата в безводной среде. В 1999 г. модель была существенно дополнена и на её основе высказана возможность возникновения протоклеток про- и эукариотического типа при участии апатитовой матрицы и сокристаллизующихся с ней минералов. Сейчас появились косвенные доказательства геологического характера участия апатита в происхождении жизни более 3,85 млрд лет назад.

*О синтезе белковых цепей на апатите и карбонатапатите.* Мы укажем кратко лишь некоторые моменты этого процесса. Кристаллохимические особенности апатита наряду с синтезом ДНК допускают одновременный синтез белковых цепей гистонов, коллагена и других белков. В случае гистоновых белков наиболее приемлем для синтеза апатит, так как идёт формирование НП, а в случае коллагена и других белков более приемлем карбонатапатит или кальцит. Формирование стереоспецифи-

ческого НП-комплекса на матрице апатита в определённой мере подтверждается аналогиями, имеющими место в живом организме в процессе биоминерализации при синтезе апатита в костях и зубах позвоночных животных, а также прокариот и одноклеточных. Формирование минеральных кристаллов идёт под контролем органической матрицы. В процессе биоминерализации большая часть веществ жидкокристаллической матрицы «заменяется» на минеральные кристаллы, ориентация которых наследует жидкокристаллическую геометрию. Фактически получаются твёрдые тела с кристаллической структурой и жидкокристаллическими закономерностями во взаимной ориентации микрокристаллов. Механизм сопряжения решёток основных скелетных минералов с органическим веществом основан на физике жидкокристаллических конфокальных текстур. Процесс биоминерализации закодирован и реализуется в организме посредством специальных белков, энзимов и энергетического контроля. В результате, с помощью производимых изменений в органической матрице можно управлять процессом биоминерализации. На начальном этапе биоминерализации существенную роль играют фосфорилированные и сульфатированные гликопротеины. Предполагают, что при их участии осуществляется формирование биоминерализации через аморфный жидкофазный предшественник. При биоминерализации реактантами являются ионы, а продуктами ионные минералы. Известно, что любой биогенный (биологического происхождения) кристалл состоит из минеральных и органических жидких кристаллов. При этом минеральная часть может быть представлена: апатитом (фосфат кальция) у позвоночных (зубы и кости), прокариот и одноклеточных; кальцитом или арагонитом (две кристаллические модификации карбоната кальция) у прокариот, водорослей и беспозвоночных; кристобалитом (аморфная окись кремния) у радиолярий, кремниевых губок и диатомовых водорослей, а органическая часть (около 20–30% сухой массы) представлена фибриллярными белками (коллаген, эластин), полисахаридами (хитин в клеточных стенках бактерий, грибов, панцирей членистоногих; хондроитинсульфат и гиалуроновая кислота в составе соединительной ткани многих организмов) и фосфолипидами. Для построения модели происхождения жизни достаточно обратить («перевернуть») механизм сопряжения органической матрицы с минеральной решёткой и рассмотреть механизм возникновения живых систем путём диффузии свободных радикалов и ионов газовой фазы в кристаллическую решётку. При обращении модели матрица оказывается твёрдой, реактанты – радикалы и ионы ( $CH_3\cdot$ ;  $CH_2\cdot$ ,  $CH_3^-$ ,  $CH_2^{2-}$ ,  $CH_3^-$ ,  $C^{4(4+)}$ ,  $H^+$ ,  $N^3-$ ,  $NH_2$ ,  $NH_2^-$ ,  $NH_2^-$ ,  $CO^{2-}$  и т.д.) объектами с радиусами меньшими, чем радиусы ионов в минеральной матрице, а продукты – молекулы с химическими связями – существенно

более короткими, чем атомные связи у предшественников, что делает модель достаточно обоснованной и продуктивной.

С позиций современного знания любая живая система или её составляющие рассматриваются как жидкокристаллические структуры со всеми вытекающими из этого последствиями. Исходя из сказанного выше можно вести речь о реальных механизмах возникновения жизни, основываясь на твёрдофазных эффектах в минеральных и жидких кристаллах. Участие минералов в процессе возникновения жизни делает его закономерным, а время процесса весьма кратким. В клетках, какими мы их представляем сегодня, все элементы системы так тесно связаны друг с другом, что отсутствие даже одного из них нарушает работу всей системы. Первичные пробионты, по-видимому, должны были представлять собой хорошо упорядоченные образования. Возникает вопрос, а не были ли предшественники первичных протоклеток органоминеральными кристаллами? Подобное предположение было высказано и А.Дж. Кэрнс-Смитом. Ведь кристаллы – это образования, способные к самосборке. У кристаллов есть основной тип строения, для которого характерна высокая периодичность, но в каждом реальном кристалле эта структура имеет дефекты. Присутствие дефектов, малых или больших, в структуре кристаллов делает их потенциально высокоинформативными, поскольку, например, американский физик Ф. Тиллер, формулируя антропный принцип, писал: *«Я определяю жизнь как некую закодированную информацию, которая сохраняется естественным отбором»*. Дефекты кристаллов могут приводить к образованию множества стабильных альтернативных конфигураций, что является необходимым условием для хранения информации.

Выше отмечалось, что матрица апатита может быть реальной основой для синтеза нуклеиновых кислот, белков, НП и полисахаридов. Однако этого предположения достаточно, чтобы понять, как возникли вирусы и фаги, но недостаточно для понимания возникновения первичных протоклеток с их сложным набором кодирующих и декодирующих белков, определённых клеточных структур, способных обеспечить единую жидкокристаллическую систему, матричный биосинтез биополимеров (репликацию, транскрипцию, трансляцию) и гомеостаз всей системы. *Представить поэтапное появление подобных сложных, взаимосвязанных клеточных структур ввиду короткого срока существования Земли с помощью эволюции не представляется возможным*. Для этих целей Э. Костецким предлагается механизм абиогенного синтеза первичных протоклеток и их структурных элементов. Начиналось всё это в условиях прогрессивного метаморфоза базальтовой коры, формирования гранитной оболочки, образования пегматитов (апатита, кальцита, кристобалита, слюды, кварца

и др.) и уходом первичной плотной оболочки атмосферы, когда температура земной поверхности была 600–700°C, а из недр её шло бурное выделение элементов восстановительной газовой фазы в виде свободных радикалов (перечислялись выше). Интересующий нас синтез протоклеток мог начаться при температурах вблизи 200°C и отсутствии воды в сокристаллизовавшихся структурах апатита и пегматитов. В них оказалась возможной диффузия (миграция) ионов газовой фазы вдоль оси апатита по свободным полостям и каналам или путём заполнения вакансий (пустот в кристаллической решётке, в узле её) по принципу *объём на объём*. Экспериментально подтверждено, например, что в объёме двух и более вакансий от  $\text{Ca}^{2+}$  могут разместиться пуриновое и пиримидиновое основания. На этом пути оказывается возможным выстроить механизм стереоскопического (объёмного) формирования единого органоминерального комплекса по причинам сокристаллизации апатита и пегматитов, т.к. решётки этих минералов имеют совпадающие и взаимосогласованные пропорции, что выразилось в биополимерах в свойство комплементарности. Например, решётка кальцита, как ключ с замком, стыкуется с аминокислотами и пр. В результате около апатита, как центра, зародыша, на котором формируются ДНК и некоторые первичные белки, на карбонатапатите закладывается объёмная прослойка комплементарных с ними РНК, других белков, матричного механизма транскрипции, трансляции и репликации белков, в следующей прослойке, на аргоните и кальците – цитоскелетных белков, в последующей оболочке, на слюдослоистых силикатах, мусковите и флогопите – мембраны, липиды и белки.

Переход от неживого к живому (сложнейший из вопросов науки), возможно, происходит в результате фазового превращения кристалла в жидкористаллический органоминерал. Для этого должна была возникнуть вода (температура атмосферы оказаться ниже 100°C), в которую органоминеральные комплексы могли бы сбрасывать те минеральные компоненты, которые не вошли в состав протоклеток. Сам же жидкористаллический органоминеральный комплекс уже содержал все компоненты, необходимые протоклеткам для обеспечения промежуточного обмена. Органические вещества фагов, вирусов, другие, не оказавшиеся необходимыми в протоклетках, в силу родственного происхождения на одних и тех же минеральных матрицах стали хорошей основой для поддержания гомеостаза протоклеток. Фактически рассмотренная теория отвечает на все те 10 вопросов о молекулярных особенностях жизни, которые были поставлены выше.

## 12.2. Наследование жизни, законы генетики Менделя

Основоположником науки о наследственности и изменчивости живых организмов, *генетики*, одной из важнейших биологических наук, является чешский ученый Грегор Мендель (1822–1884). Он первым из естествоиспытателей начал изучать одно из главных свойств живых организмов – наследственность. *Наследственность* – это способ организма передавать свои признаки, особенности развития из поколения в поколение. В 1866 году Мендель опубликовал научную работу «Опыты над растительными гибридами». Именно в этой работе Мендель доказывал, что признаки организма определяются и наследуются *некими дискретными факторами* организма. Сейчас эти факторы называют *генами*. Термины *ген*, *генотип*, *фенотип* ввёл в науку в 1909 г. датский биолог *Вильгельм Иогансен* (1857–1927). *Ген* – это определённый участок молекулы ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), который кодирует последовательность аминокислот в молекуле белка либо РНК. Наследственная информация закодирована в последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Таким образом, *ген – это элементарная единица наследственной информации*.



**МЕНДЕЛЬ Грегор Иоганн**  
(20.07.1822 – 06.01.1884)

*Австрийский биолог и ботаник, основоположник учения о наследственности, позже названного по его имени менделизмом. Открытие им закономерностей наследования моногенных признаков (эти закономерности известны теперь как Законы Менделя) стало первым шагом на пути к современной генетике.*

*Умер 6 января 1884 года и не был признан своими современниками. На его могиле установлена плита с надписью «Моё время ещё придёт!»*

Несмотря на то, что во времена Менделя (середина XIX века) невозможно было представить молекулярную сущность наследственности (структура ДНК была расшифрована и изучена почти через 100 лет, в середине XX века), гипотеза Менделя о дискретных наследственных факторах оказалась очень плодотворной и достаточной тогда и впоследствии для изучения закономерностей наследования признаков живого *в потомстве гибридов* (от гр. *hibrida* – помесь).

На работу Менделя «Опыты над растительными гибридами», как это нередко было и бывает в науке, современники не обратили никакого внимания и вспомнили о ней только в 1900, когда три учёных – голландец Г. де Фриз, австриец Э. Чермак-Зейзенегт и немец К. Корренс –

независимо друг от друга переоткрыли закономерности наследования признаков, сформулированные Менделем. Именно Менделем предложен один из основных методов изучения наследственности – *гибридологический*, поскольку гибридизация организмов возникает из-за их скрещивания.

Кроме этого *специфического* метода есть ещё четыре *неспецифических*: два *биохимических* (близнецовый и мутационный) и два рекомбинационных (популяционный и цитогенетический). Все эти методы используются для решения генетических проблем, таких, как *хранение, передача и изменчивость* наследственной информации. Совокупность этих проблем и определяет *основную задачу генетики*. При переходе организмов из поколения в поколение путём полового размножения передача признаков по наследству происходит не без некоторого изменения.

*Изменчивость* – это свойство организма приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития (*онтогенеза*). Появление новых признаков у особей одного вида зависит от изменения материальных основ наследования (генная структура дочерних организмов отличается от родительских) и от внешних условий, воздействующих на организм. Совокупность наследственных признаков организма (генов) называется *генотипом*.

Особи одного вида, имеющие одинаковый генотип, могут отличаться друг от друга в зависимости от условий существования и развития. Совокупность признаков организма, которые возникли и появились в процессе жизнедеятельности, называется *фенотипом*. Таким образом, взаимодействие *генотипа* с внешними условиями формирует *фенотип* организма.

**Законы Менделя.** Самым первым методом изучения наследственности явился *гибридологический* метод и его основные черты состоят в том, что, во-первых, Мендель предложил учитывать не все признаки у родителей и их потомков, а анализировать наследование только по отдельным определённым признакам, во-вторых, при анализе каждого определённого признака в ряде последовательных поколений следует обязательно проводить точный количественный учёт наследования этого признака и, в-третьих, необходимо проследивать характер потомства каждого гибрида в отдельности.

Существуют три вида скрещивания организмов: *моногибридное* (родительские особи различаются по одному признаку), *дигибридное* (различие у родителей по двум признакам), *полногибридное* (родительские особи различаются по трем и более признакам).

Следуя Менделю, рассмотрим моногибридное скрещивание на примере скрещивания растений гороха, имеющих жёлтые и зелёные семена. При таком скрещивании всё потомство первого поколения получается с жёлтыми семенами. В случае другого моногибридного скрещивания растений гороха с гладкими и морщинистыми семенами всё потомство

оказалось с гладкими семенами. Обнаруженная Менделем закономерность получила название *правила единообразия гибридов первого поколения* или *закон доминирования*, а позднее утвердилась как *первый закон Менделя* (рис. 7).

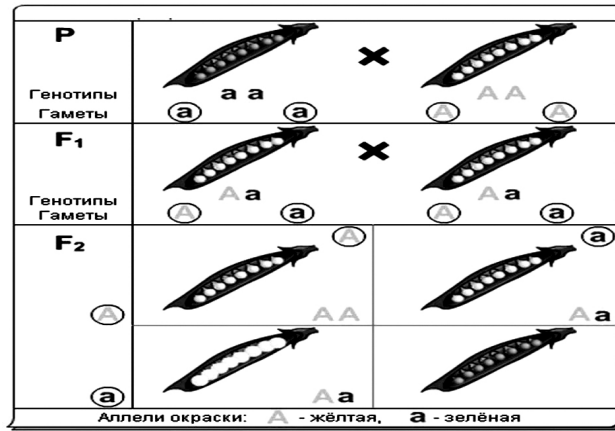


Рис. 7. Первый закон Менделя

Признак, который проявляется в первом поколении, называется *доминантным* (жёлтый цвет семян, гладкая поверхность семян), а не проявляющийся признак (зелёный цвет, морщинистая поверхность) – *рецессивным*.



Мендель для удобства проведения гибридологического анализа ввел следующую символику: P – родители, ♀ (знак Венеры) – женская особь, ♂ (знак Марса) – мужская особь, F – потомство; гибриды k-го поколения F<sub>k</sub>, k=1,2,..; A,B,C,... (прописные, или заглавные буквы) – доминантные признаки; a,b,c,... (строчные буквы) – рецессивные признаки, знак × обозначает скрещивание; G – гаметы (половые клетки).

Каждая гамета несёт *гаплоидный (одинарный) набор хромосом (хромосомы – носители генов, заключены в ядре клетки)*. При оплодотворении в *зиготе* (клетке от слияния сперматозоида и яйцеклетки) набор хромосом становится *диплоидным (двойным)*. В результате каждая особь содержит два гена, определяющих развитие одного и того же признака, причём один ген особь получает от матери, другой – от отца. Эти два гена, расположенные в идентичных участках гомологичных хромосом, называются *аллельными генами* (или просто *аллелями*).

Организмы, в которых аллельные гены гомологических хромосом определяют одинаковое состояние признака (пара аллелей представлена или двумя доминантными (AA), или двумя рецессивными (aa) генами), называются *гомозиготными*. Если в одной и той же аллели один ген доминантный, а другой рецессивный, то такой организм называется *гетерозиготным* (Aa).



Приведём схему скрещивания жёлтого и зелёного семян гороха:

<p><i>Дано:</i></p> <p>А – жёлтые семена</p> <p>а – зелёные семена</p> <p>Генотип P<sub>1</sub>: ♀AA×aa</p> <hr/> <p>Найти: F<sub>1</sub> – ?</p>	<p><i>Решение:</i></p> <p>Генотип P<sub>1</sub>: ♀AA×aa</p> <p>Фенотип P<sub>1</sub>: жёлтые, зелёные</p> <p>Гаметы G: А а </p> <p>Потомство F<sub>1</sub> </p> <p>Генотип F<sub>1</sub> гетерозиготы 100%</p> <p>Фенотип F<sub>1</sub> жёлтые 100%</p>
---	--

Из этой схемы видно, что гибриды первого поколения F<sub>1</sub> единообразны по доминантному признаку. Эта закономерность и есть *первый закон Менделя*: при скрещивании гомозиготных родительских особей (AA и aa), отличающихся друг от друга альтернативным вариантом одного и того же признака (в данном примере признак – цвет), все гибриды первого поколения (F<sub>1</sub>) окажутся единообразны как по фенотипу (в примере проявляется доминантный признак – все семена F<sub>1</sub> жёлтые), так и по генотипу (в примере – все гетерозиготы Aa) и будут нести признаки обоих родителей (по генотипу).

Опыты Менделя показали, что доминантный ген проявляется как в гомозиготном состоянии (AA), так и в гетерозиготном (Aa), а рецессивный ген – только в гомозиготном состоянии (aa).

Рассмотрим теперь примеры скрещивания гибридов первого поколения (F<sub>1</sub>) и получение гибридов второго поколения (F<sub>2</sub>). Составим генетическую запись этого скрещивания:

<p><i>Дано:</i></p> <p>А – жёлтые семена</p> <p>а – зелёные семена</p> <p>Родители: P<sub>2</sub> - F<sub>1</sub></p> <p>Генотип P<sub>2</sub>: ♀Aa×♂Aa</p> <p>Фенотип: жёлт, жёлт.</p> <hr/> <p>Найти: F<sub>2</sub> – ?</p>	<p><i>Решение:</i></p> <p>Генотип P<sub>2</sub>: ♀Aa×♂Aa</p> <p>Гаметы G: A,a A,a</p> <p>Генотип F<sub>2</sub>: AA,Aa,Aa; aa</p> <p>Фенотип F<sub>2</sub>: жёлтые; зелёные</p>
---	--

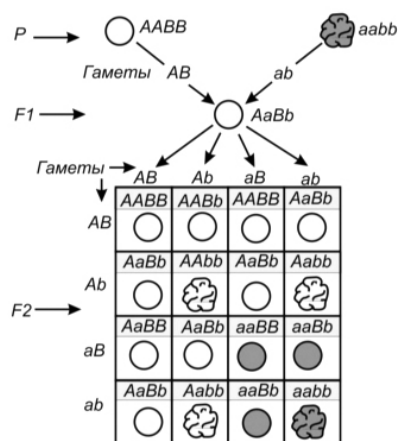
По фенотипу произошло расщепление в отношении 3:1, а по генотипу – 1(AA): 2(Aa): 1(aa), т.е. 1:2:1.

Это правило расщепления гибридов второго поколения получило название *второго закона Менделя*: при скрещивании двух гетерозиготных особей (гибридов  $Aa$ ), имеющих пару взаимоисключающих вариантов одного признака, в потомстве происходит расщепление по этому признаку в соотношении 1:2:1 по генотипу и 3:1 по фенотипу.

Английский генетик Р. Пеннет предложил производить генетическую запись с помощью определённого математического формализма – *решётки Пеннета*. Принцип построения решётки: по горизонтальной линии вверху записывают гаметы женской особи, а по вертикали слева – гаметы мужской особи, и на пересечении вертикальных и горизонтальных строк определяют генотип и фенотип потомков (примеры решёток будут представлены несколько ниже).

*Взаимодействие аллельных генов.* Все ранее рассмотренные примеры есть примеры явлений *полного доминирования*. Чтобы рассмотреть другие варианты, дадим определение взаимодействия генов: явление совместного действия двух аллельных генов, в результате которого или появляется новый признак, или усиливается проявление уже имеющегося признака, называется взаимодействием генов. Существуют четыре варианта взаимодействия аллельных генов: 1) *полное доминирование* (доминантный ген полностью подавляет рецессивный); 2) *неполное доминирование* (доминантный ген не полностью подавляет рецессивный); 3) *кодоминирование* (совместное или полное проявление обоих аллельных генов в гетерозиготном организме); 4) *сверхдоминирование* – взаимодействие аллельных генов, при котором доминантный аллель в гетерозиготном состоянии проявляет большее действие, чем в гомозиготном (явление *гетерозиса*).

*Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя.* Дигибридным называют скрещивание особей, отличающихся двумя признаками (по двум парам аллелей). Пусть  $A$  и  $a$  – доминантный и рецессивный гены первого признака особи и  $B$  и  $b$  – соответствующие гены второго признака. Далее будем снова следовать опытам Г. Менделя с горохом для того, чтобы признаки были не абстрактными и определяемыми лишь номером, а конкретными:  $A$  – ген желтого цвета гороха,  $a$  – ген зелёного цвета,  $B$  – ген гладкой поверхности,  $b$  – ген морщинистой поверхности. Исходные родительские особи – гомозиготные растения гороха с генотипами  $AABB$  (желтые гладкие семена) и  $aabb$  (зеленые морщинистые семена). Тип гамет родительских особей:  $AB$  и  $ab$ . В результате скрещивания эти гаметы могут образовать один вид гибридов:  $AaBb$  (жёлтые гладкие семена). Единообразие гибридов первого поколения. Гибриды второго поколения проще будет рассмотреть с помощью решётки Р. Пеннета, учитывая, что новые родительские особи  $AaBb$  могут иметь четыре типа гамет:  $AB$ ,  $Ab$ ,  $Ba$ ,  $ab$  (размещение по парам разных признаков) (рис. 8).



Исходные родительские формы отличаются по двум парам аллелей: желтая - зеленая окраска семян (A-a); гладкая - морщинистая форма семян (B-b).

Рис. 8. Третий закон Менделя

Составляем решётку Пеннета. Скрещивание P<sub>2</sub>: ♀AaBb × ♂AaBb.

♀/♂	AB	Ab	Ba	ab
AB	AABB жёлт, глад.	AABb жёлт, глад.	AaBB жёлт, глад.	AaBb жёлт, глад.
Ab	AABb жёлт, глад.	AAbb жёлт, морщ.	AaBb жёлт, глад.	Aabb жёлт, морщ.
Ba	AaBB жёлт, глад.	AaBb жёлт, глад.	aaBB зел, глад.	aaBb зел, глад.
ab	AaBb жёлт, глад.	Aabb жёлт, морщ.	aaBb зел, глад.	aabb зел, морщ.

В потомстве второго поколения всего возможно (см. табл.) 16 гибридов, которые «сортируются» следующим образом: 9 (жёлтые и гладкие семена): 3 (жёлтые и морщинистые семена): 3 (зелёные и гладкие семена): 1 (зелёные и морщинистые семена). Расщепление по фенотипу с учётом обоих признаков происходит на четыре группы особей в отношении 9:3:3:1. Если же мы рассмотрим соотношение каждого признака в отдельности, то увидим отношение 3:1, как и при моногибридном скрещивании, т.е. расщепление по каждому признаку происходит независимо. Действительно, согласно таблице расщепление по цвету 12 (жёлтые) : 4 (зелёные) = 3 : 1. Аналогично расщепление по второму

признаку, состояние поверхности семян, 12 (гладкие) : 4 (морщинистые) = 3 : 1. Исходя из этого, Мендель сформулировал *третий закон – закон независимого наследования признаков: расщепление по каждой паре признаков идёт независимо от других пар признаков.*

### 12.3. Хромосомная теория наследственности Моргана

В изложенном ранее материале такие термины, как *доминантный признак, доминантный ген или рецессивный признак, рецессивный ген*, молчаливо подразумевались эквивалентными. Действительно, предположение о том, что один ген отвечает за один признак, приводит к тому, что независимое комбинирование генов различных аллельных пар при скрещивании неизбежно ведёт к законам Менделя. Материальной основой гена является ДНК, находящаяся в хромосомах. Число генов значительно превышает число хромосом. Следовательно, в каждой хромосоме локализовано много генов, имеющих тенденцию наследоваться вместе. *Явление совместного наследования генов, локализованных в одной хромосоме, называется сцепленным наследованием, а локализация генов в одной хромосоме – сцеплением генов.*



**МОРГАН Томас Хант**  
(25.09.1866–4.12.1945)

*Американский биолог, один из основоположников современной генетики; экспериментировал с мухой дрозофилой, у которой имеются четыре пары хромосом и развил хромосомную теорию наследственности, в которой установленные закономерности расположения генов в хромосомах способствовали выяснению цитологических механизмов законов Менделя и разработке генетических основ теории естественного отбора Дарвина, Нобелевская премия за 1933 г.*

Изучением сцепленного наследования генов занимался американский генетик Т. Морган. Объектом его изучения (в отличие от гороха у Менделя) стала плодовая муха дрозофила. У дрозофилы ген длины крыльев (нормальные В, короткие в) и ген окраски тела (серая А, черная а) находятся в одной паре гомологичных хромосом, т.е. относятся к одной группе сцепления.

1. Т. Морган скрестил серую самку с нормальными крыльями с чёрным короткокрылым самцом: P: ♀AABV × ♂aabb.

G: AV ab; F<sub>1</sub>:AaVb – серые с нормальными крыльями.

Гибриды первого поколения, как при обычном дигибридном скрещивании, получились единообразными по обоим признакам.

2. Для того чтобы узнать, какие гаметы образуют особь первого поколения, Морган провел *анализирующее скрещивание* самцов F<sub>1</sub> с самками (aabb):

P: ♂AaBb × ♀aabb; G:AB, ab ab; F<sub>2</sub>: AaBb – серые с нормальными крыльями (50%), aabb – чёрные короткокрылые (50%).

Серая с нормальными крыльями гомозиготность (AaBb) образует только два сорта гамет (AB, ab) (т.е. нет гамет Ab и aB). Это можно объяснить, если полагать, что гены A и B локализованы в одной хромосоме, а рецессивные гены a и b – в другой гомологичной хромосоме, т.е. есть две различные группы сцепления, и гены A и B независимо друг от друга комбинировать не могут (точно так же и гены a, b).

3. Второе анализирующее скрещивание дрозофил Т. Морган провел, взяв из потомства F<sub>1</sub> теперь вместо самцов самок (AaBb) (указанное процентное соотношение – это опытные данные).

P: ♀AaBb × ♂aabb; G: AB,Ab,aB,ab,ab. F<sub>2</sub>:

♀ \ ♂	AB	ab	Ab	aB
ab	AaBb сер, норм. 41,5%	aabb черн, корот. 41,5%	Aabb сер, корот. 8,5%	aaBb черн, норм. 8,5%

Результаты скрещивания таковы: образовались четыре вида гибридов, 83% имеют родительские признаки, а 17% – совершенно новые признаки (серые короткокрылые, чёрные нормальные). Как видно из таблицы, новые признаки в колонках гамет Ab и aB, образованных генами из разных хромосом. Таким образом, *причиной появления особей с новыми признаками является перекрест родительских хромосом – кроссинговер, в результате которого происходит обмен участками хромосом с образованием новых (рекомбинантных) хромосом.* Появление рекомбинантных особей обусловлено *расщеплением генов.* Вероятность расщепления генов тем выше, чем дальше друг от друга расположены гены в хромосоме. *Явление совместного наследования генов, локализованных в одной хромосоме, называется законом Моргана.* В силу того, что процентное содержание кроссоверного потомства определяется относительным расположением сцепленных генов в хромосоме, можно ввести условную единицу измерения расстояния между генами (эта единица называется *морганида*) таким образом: при изменении расстояния между генами на одну морганиду кроссоверное потомство изменяется на 1%.

Как уже указывалось выше, все гены, входящие в хромосому, образуют группу сцепления. Число групп сцепления у каждого вида организмов равно гаплоидному набору хромосом (у дрозофилы – 4, у человека это число разное у мужчин и женщин, у мужчин – 24, у женщин – 23 и т.д.).

Так как сцепление генов в группе не является абсолютным, и при мейозе дигетерозигота (AaBb) может иметь четыре типа гамет: два типа со сцепленными генами (*некроссоверные*) AB и ab и два типа с хромосомами, которые обменялись гомологичными участками (*кроссоверными*) Ab и aB, некроссоверных гамет всегда больше.

Вообще говоря, судить о том, какие гены в хромосомах являются сцепленными, а какие нет, можно только опытным путём, путём анализа процентного соотношения новых генных комбинаций (рекомбианты) и «старых» генных комбинаций, которые есть в родительских организмах, причем процент последних всегда выше, чем рекомбиантов.

Проанализировав результаты своих опытов, Т. Морган создал *хромосомную теорию наследственности*, основные положения которой можно сформулировать следующим образом:

1. Гены располагаются в хромосомах в определённой линейной последовательности.
2. В хромосоме каждый ген занимает определённое место (локус).
3. Расстояние между генами в хромосоме пропорционально проценту кроссинговера между ними.
4. Гены одной хромосомы образуют группу сцепления, благодаря этому происходит сцепленное наследование некоторых признаков.
5. Каждый вид имеет определённое количество групп сцепления, соответствующее числу хромосом в гаплоидном наборе.

Большинству организмов присуще половое размножение. Механизм определения пола носит хромосомный характер. По отношению к половым признакам бывают *аутосомы* (хромосомы, одинаковые у мужских и женских организмов) и *гетерохромосомы* (половые хромосомы, по которым мужской и женский организмы отличаются друг от друга). Следует уточнить, что хромосомный характер определения пола не является единственным. Есть три варианта определения пола:

*Прогамное* – характерно для коловраток, которые образуют два типа яйцеклеток: с большим количеством питательных веществ (первый тип) и с малым количеством питательных веществ (второй тип). При оплодотворении яйцеклеток первого типа развивается самка, второго – самец. Пол известен до оплодотворения.

*Эпигамное* – определение пола после оплодотворения, есть зависимость от условий внешней среды после оплодотворения. Например, генотипы самцов и самок морского червя бонелии одинаковы. Если личинка бонелии будет свободно плавать, она будет самкой, если же личинка закрепится на теле самки – станет самцом.

*Сингамное* – пол определяется в момент слияния гамет (оплодотворения). В этом случае главная роль в определении пола принадлежит хромосомному набору зиготы.

Как уже было отмечено выше, аутосомные хромосомы одинаковы у мужских и женских особей, гетерохромосомы – хромосомы различные у самцов и самок. Пол особи называется *гомогаметным*, если обе половые хромосомы одинаковы, и *гетерогаметным*, если обе половые хромосомы различны. У всех млекопитающих женский пол – гомогаметен, а мужской – гетерогаметен. Гетерохромосомы отличаются по содержащейся в них генетической информации и по морфологическим особенностям. Женские особи в соматических клетках имеют XX-хромосомы, а мужские особи – XY-хромосомы. У таких организмов (к ним относятся все млекопитающие, муха дрозофила и др.) сперматозоиды могут содержать либо X-хромосомы, либо Y-хромосомы (мужские особи), яйцеклетки женских особей содержат только X-хромосомы.

Рассмотрим типичное скрещивание: ♀XX × ♂XY. Женские гаметы X могут комбинировать с мужскими гаметами X и Y с образованием гибридов XX (женская особь, девочка) и XY (мужская особь, мальчик). Соотношение мужских и женских особей в потомстве зависит от соотношения сперматозоидов, содержащих X-хромосомы и Y-хромосомы. Так как это соотношение обычно равно 1:1, то количества мужских и женских особей в потомстве в среднем одинаковы. У млекопитающих женский пол – гомогаметен (XX), мужской – гетерогаметен (XY). У птиц, бабочек, пресмыкающихся, наоборот, мужской пол – XX, женский – XY.

Половые хромосомы не только отвечают за определение пола потомства, но и содержат также гены, контролирующие развитие определённых признаков. *Наследование признаков, гены которых расположены в X-хромосоме или Y-хромосоме, называют наследованием, сцепленным с полом.* Признаки, наследуемые через X-хромосому, могут проявляться у особей и женского, и мужского пола. Признаки, наследуемые через Y-хромосому, будут проявляться только у особей мужского пола.

*Взаимодействие неаллельных генов.* Различают три вида взаимодействия неаллельных генов: *комплементарность, эпистаз, полимерия.* Эпистаз, в свою очередь, подразделяется на доминантный и рецессивный. Дадим характеристики каждому из видов взаимодействия.

1. *Комплементарность – это явление, при котором ген одной аллельной пары способствует проявлению действия другой аллельной пары.* Комплементарные гены взаимно дополняют друг друга. Контролируемый ими признак обычно проявляется при одновременном действии таких генов, т.е. два взаимодействующих неаллельных гена дают новый признак, не похожий ни на один из тех, которые формируются без взаимодействия.

Рассмотрим пример взаимодействия генов, при котором каждый из доминантных комплементарных генов может иметь своё, самостоятельное, не зависящее от другого проявление, но в комплементарном состоянии они дают новый признак (это есть так называемая *кооперация*).

Таким образом, при комплементарном взаимодействии возможно расщепление признаков во втором поколении в соотношении 9: 7 (без кооперации) и 9: 6: 1 (с кооперацией). Здесь 9 – число гибридов второго поколения с признаками первого поколения, 7 – число гибридов второго поколения с родительскими признаками (без кооперации), 6 – число гибридов второго поколения с родительскими признаками (с кооперацией), 1 – число гибридов второго поколения с новыми признаками (с кооперацией).

2. Эпистаз – взаимодействие между генами, при котором происходит подавление генов одной аллели генами другой аллели. Подавляющий ген называется эпистатическим (иначе супрессор), подавляемый – гипостатическим.

3. Полимерия – это явление наличия одного и того же признака, определяемого несколькими различными аллелями. Явление полимерии было открыто шведским генетиком Нильсом Нильсоном-Эле (1873–1949). Принято обозначать одной и той же буквой (но с разными индексами) гены, определяющие один и тот же признак, индекс же указывает номер неаллельной пары.

Нильсон-Эле изучал наследование окраски семян пшеницы и установил, что при полимерии расщепление наблюдается в соотношении 15: 1. Это соотношение не трудно доказать. Пусть  $A_1$  и  $A_2$  – доминантные гены, определяющие один и тот же признак (красная окраска семян пшеницы),  $a_1$  и  $a_2$  – рецессивные. Рассмотрим следующее скрещивание:  $P_1: \text{♀}A_1A_1A_2A_2 \times \text{♂}a_1a_1a_2a_2$ . Получим  $F_1: A_1a_1A_2a_2$  – 100% красные семена. Чтобы найти  $F_2$ , необходимо провести следующее скрещивание:  $P_2: \text{♀}A_1a_1A_2a_2 \times \text{♂}A_1a_1A_2a_2$ . Возможны четыре типа гамет:  $A_1A_2$ ,  $A_1a_2$ ,  $a_1A_2$ ,  $a_1a_2$  (у обоих родителей). Из 16 гибридов второго поколения, которые получаются комбинированием гамет, 15 гибридов будут содержать, по крайней мере, один доминантный ген  $A_1$  или  $A_2$  (эти семена будут иметь красную окраску) и только один гибрид  $a_1a_1a_2a_2$  не содержит доминантных генов (это семена белого цвета). Таким образом, соотношение 15: 1 доказано.

Рассмотренный тип полимерии называется *некумулятивной полимерией* (полимерные гены  $A_1$  и  $A_2$  не усиливают друг друга). В случае кумулятивной полимерии (гены усиливают друг друга) расщепление по фенотипу гибридов второго поколения более сложное: 1: 4: 6: 4: 1. Это соотношение не трудно доказать, рассмотрев решётку Пеннета с указанными выше гаметами. 15 гибридов, содержащих доминантные гены ( $A_1A_2$ ), рассортируются следующим образом: 1 гибрид с четырьмя генами (его генотип  $A_1A_1A_2A_2$ ), 4 – с тремя генами, 6 – с двумя генами и 4 – с одним геном ( $1+4+6+4 = 15$ ). Так как разное количество доминантных генов в гибриде даёт различную степень проявления признака, определяемого доминантными полимерными генами, то эти 15 гибридов будут иметь расщепление по этому признаку: 1: 4: 6: 4. В целом же предположенное расщепление 1: 4: 6: 4: 1 можно считать доказанным.



#### 12.4. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная теория наследственной изменчивости де Фриза-Мёллера

*Модификационная изменчивость.* Во введении к главе изменчивость была определена как свойство организма приобретать новые признаки в процессе развития. Это свойство обусловлено двумя факторами: генетическая наследственность и условия окружающей среды. Иначе можно выразить эту мысль: *изменчивость бывает наследственная (генотипическая, затрагивающая генотип) и ненаследственная (фенотипическая или модификационная, не затрагивающая генотип).*

Модификационная изменчивость возникает в ответ на изменение условий окружающей среды. Изменение признака (одного или нескольких) под влиянием внешних условий имеет свои пределы. *Диапазон*, в пределах которого один и тот же генотип способен давать различные фенотипы, *называется нормой реакции*. Величина нормы реакции определена генотипом и зависит от того, насколько важен этот признак для жизнедеятельности организма. Чтобы дать количественную оценку величины нормы реакции, проводят математическое описание изменчивости признака, составляя вариационный ряд. *Вариационный ряд* – это последовательность величин, характеризующих изучаемый признак (вариант), составленная в порядке возрастания варианты. Число особей, имеющих одинаковое значение варианты  $x_k$ , называется *частотой встречаемости* варианты и обозначается  $N_x$ . Варианту  $x$  можно считать случайной величиной, и для математического описания вариационного ряда использовать законы и правила теории вероятности. В частности, средняя величина варианты  $\bar{x}$  (или  $M(x)$  – математическое ожидание) может быть получена стандартным образом:  $\bar{x} = \frac{\sum x_k N_k}{N} = \sum x_k p_k$ , где

$p_k = \frac{N_k}{N}$  – относительная частота появления  $x_k$ ,  $N = \sum N_k$  – общее число всех изучаемых (измеряемых) вариантов. Графическое изображение зависимости относительной частоты  $p_k$  от варианты  $x_k$  называется *вариационной кривой*. Вариационная кривая графически отображает размах модификационной изменчивости и определяет норму реакции.

*Наследственная изменчивость.* *Наследственная* или *генотипическая изменчивость* складывается из *комбитативной* и *мутационной* изменчивостей. Суть комбитативной изменчивости заключается в изменении генотипа вследствие *перекombинации хромосом* в процессе полового размножения. *Мутационная изменчивость* – это явление изменения генотипа в результате мутаций.

Источники комбитативной изменчивости: 1) процесс кроссинговера в профазе первого мейоза, в результате которого появляются рекомбинантные хромосомы в зиготе, отвечающие за появление признаков, не характерных для родителей; 2) явление независимого расхождения гомологичных хромосом в анафазе первого мейотического деления; 3) случайное сочетание гамет при оплодотворении.

Во всех трёх случаях появление признаков обусловлено появлением новых генотипов по указанным причинам, но не изменением самих генов.

Мутационную теорию разработал голландский генетик Гуго де Фриз (1848–1935) в 1901–1903 гг., позднее развивал Герман Мёллер (1890–1967). Основные положения мутационной теории состоят в следующем: мутации возникают внезапно и скачкообразно; есть вредные и есть полезные мутации; мутации являются качественными изменениями, в отличие от наследственных изменений они не образуют непрерывных рядов; формы, образовавшиеся в результате мутаций, устойчивы; сходные мутации могут возникать неоднократно; мутации передаются по наследству из поколения в поколение.



**Хуго де ФРИЗ (Гуго де Фрис) (1848–1935)**

Голландский ботаник, генетик. Переоткрыл и подтвердил в 1900 году одновременно с К.Э. Корренсом и Э. Чермак-Зейзенеггом (1871–1962) законы Грегора Менделя. Пришёл к выводу, что вид может распадаться на различные виды. Это явление он назвал мутациями, считая что биологические виды время от времени находятся в фазе мутирования. Разработал мутационную теорию.

Классификация мутаций проводится, как правило, по восьми факторам, каждый из которых также имеет ряд собственных подразделений.

*Первый фактор* – по характеру изменения генома: 1. *Генные мутации (точковые)* – это изменения или состава, или последовательности нуклеотидов ДНК в пределах гена, приводящие к изменениям внутренней организации хромосом. Типы генных мутаций: а) замена оснований, б) изменение числа нуклеотидов в гене (потеря одного или нескольких нуклеотидов или, наоборот, увеличение участков ДНК), в) инверсия (поворот на 180°) участка ДНК. Все типы генных мутаций приводят к нарушению нуклеотидной последовательности ДНК, что, в свою очередь, приводит к фенотипической изменчивости. Пример генной мутации – серповидноклеточная анемия – заболевание, вызываемое заменой основания в одном из генов, ответственных за синтез гемоглобина и фенулкетонурия. 2. *Геномные мутации* – связаны с изменением числа хромосом:

а) возможна мутация, связанная с увеличением числа хромосом, которая называется *полиплоидия*. Возникновение полиплоидии связано с нарушением деления клеток. В этом случае вместо нормального диплоидного набора хромосом ( $2n$ ) у особи хромосомный набор становится равным  $3n$ ,  $4n$ ,.. Существуют две формы полиплоидии: *аутополиплоидия* (увеличение своих хромосом) и *аллополиплоидия* (при скрещивании особей разных видов); б) изменение числа хромосом, связанное с добавлением или потерей хромосом, называется *гетероплоидией*. У человека гетероплоидия приводит к наследственным заболеваниям. Например, болезнь Дауна связана с наличием лишней хромосомы в 21-й паре (у нормального человека 23 пары хромосом, у больного – 47 хромосом). 3. *Хромосомные перестройки*. Данный тип мутации заключается в пространственном перераспределении генов внутри одной хромосомы (дупликация, делеция, инверсия) или между разными хромосомами (транслокация).

*Американский генетик, ученик Томаса Ханта Моргана, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1946). Наиболее известен своими работами в области мутагенного действия рентгеновских лучей и радикальными политическими взглядами. Член-корреспондент АН СССР (1933–1949, с 1990). 24 сентября 1948 года направил в адрес АН СССР письмо с отказом от звания в знак протеста против преследования генетики в СССР; в январе 1949 года был лишён звания; в 1990 году звание восстановлено.*



**МЁЛЛЕР Герман Джозеф**  
(21.12.1890–05.04.1967)

*Второй фактор* – по отношению к возможности наследования: 1. *Генеративные мутации*, происходящие в половых клетках, проявляются только в следующем поколении, передаются по наследству. 2. *Соматические мутации*, происходящие в соматических клетках. Они при половом размножении по наследству не передаются, при бесполом – передаются.

*Третий фактор* – по влиянию на организм: 1. Вредные. 2. Нейтральные. 3. Полезные. 4. Летальные и полулетальные. Это мутации, приводящие к снижению жизнеспособности организма. Гемофилия и серповидноклеточная анемия у человека обусловлены таким типом мутации.

*Четвёртый фактор* – по характеру проявления: 1. Морфологические. 2. Физиологические. 3. Биохимические.

*Пятый фактор* – по локализации в клетке: 1. Ядерные. 2. Цитоплазматические.

*Шестой фактор* – в зависимости от причин, вызывающих мутации:

1. Спонтанные (без видимых причин). 2. Индуцированные (например радиационное облучение).

*Седьмой фактор* – по проявлению в гетерозиготе: 1. Доминантные мутации. У человека в результате данного типа мутаций возникает такое заболевание, как, например, мышечная дистрофия. 2. Рecessивные мутации (например микроцефалия).

*Восьмой фактор* – по отклонению от нормы: 1. Прямые мутации (нормальный аллель мутирует в recessивный). 2. Обратные мутации (мутантный аллель превращается в нормальный).

## 12.5. Обмен веществ и энергии в клетках.

### Энтропийные процессы жизни

Клетка представляет собой открытую систему, что означает возможность постоянно обмениваться веществом и энергией с окружающей средой. Характер обмена двух видов: 1) внешний обмен со средой – поглощение и выделение веществ клеткой; 2) внутренний – химические превращения в клетке. Внутренний обмен подразделяют на пластический и энергетический. Пластический обмен (*ассимиляция* или *анаболизм*) есть совокупность реакций синтеза органических молекул из простых низкомолекулярных веществ с помощью ферментов. Основными примерами таких реакций являются: 1) синтез белков из аминокислот, 2) синтез сложных углеводов из моносахаридов, 3) синтез нуклеотидов и нуклеиновых кислот из азотистых оснований. Процессы ассимиляции обычно являются эндотермическими реакциями (происходят с поглощением энергии).

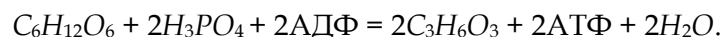
Вместе с реакциями синтеза в клетке происходят реакции распада, когда высокомолекулярные соединения расщепляются до низкомолекулярных. Совокупность реакций расщепления в клетке называется *диссимиляцией* или *катаболизмом*. А совокупность реакций ассимиляции и диссимиляции, определяющих материальную связь клетки с окружающей средой, называется *метаболизмом*. Две стороны сложного процесса метаболизма – ассимиляция и диссимиляция – взаимосвязаны: для ассимиляции необходима энергия, выделяемая при диссимиляции, а реакции диссимиляции идут с участием ферментов, синтезируемых в реакциях ассимиляции.

Более подробно рассмотрим процесс диссимиляции и связанный с ним процесс передачи энергии, необходимой для ассимиляции. В процессе диссимиляции высокомолекулярные органические вещества, богатые энергией, распадаются на низкомолекулярные, или неорганические, бедные энергией. Выделяющаяся энергия фиксируется в виде макроэргических (макроэнергетических) связей в молекулах АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), которая является универсальным источником

энергии. По химической структуре АТФ есть нуклеотид, в состав которого входят азотистое основание (аденин), сахар-рибоза ( $C_5H_{10}O_5$ ) и три остатка фосфорной кислоты. Структура АТФ является неустойчивой, под влиянием ферментов происходит разрыв связи между фосфором и кислородом, отщепляется молекула фосфорной кислоты и АТФ превращается в АДФ (аденозиндифосфорная кислота). В реакции превращения АТФ в АДФ выделяется 40 кДж энергии. Эта энергия необходима для ассимиляции белков, жиров и углеводов. Процесс энергетического снабжения реакций синтеза осуществляется в несколько этапов.

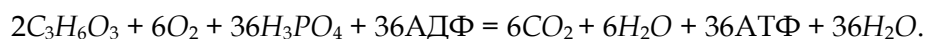
1. *Подготовительный этап.* Происходит в пищеварительном тракте, под воздействием ферментов осуществляется расщепление молекул полисахаридов, жиров, белков на составные части (углеводы на глюкозу, жиры на глицерин и жирные кислоты, белки на аминокислоты, нуклеиновые кислоты на нуклеотиды). На этом этапе энергии выделяется (она рассеивается в виде тепла) немного, так как разрываемые связи обладают незначительной энергией.

2. *Гликолиз (бескислородный этап, анаэробное дыхание, брожение).* На этом этапе происходит расщепление глюкозы ( $C_6H_{12}O_6$ ) в анаэробных условиях с образованием двух молекул пировиноградной кислоты ( $C_3H_4O_3$ ). В зависимости от типа клетки из пировиноградной кислоты образуется этиловый спирт и углекислота (спиртовое брожение в клетках дрожжей) или молочная кислота ( $C_3H_6O_3$ ) (реакция восстановления в мышечных клетках). Суммарное уравнение гликолиза имеет вид:

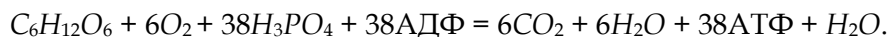


В процессе гликолиза выделяется 200 кДж энергии, причем часть этой энергии (80 кДж) идет на образование двух молекул АТФ, остальная рассеивается в виде тепла.

3. *Гидролиз (аэробное дыхание).* Этот процесс происходит на мембранах митохондрий, которые содержат ферменты и цепи переноса электронов и синтеза АТФ. На этом этапе кислородного расщепления выделяется наибольшее количество энергии 2600 кДж, причём существенная часть её  $1440 \text{ кДж} = 36 * 40$  запасается в 36 молекулах АТФ:



Просуммировав уравнения гликолиза и гидролиза, получим полное уравнение реакции расщепления глюкозы:



*Энтропийные процессы жизни.* Существуют два мнения относительно применимости второго начала термодинамики (рассматривалось в гл. 3) к живым системам. Одни учёные уверены в правомерности приме-

нимости, другие – нет. Первые утверждают это, не сомневаясь в том, что вообще физические законы достаточны для описания живых систем, поэтому, в частности, и второе начало вполне применимо к живым системам. Так, например, французский биолог (*не физик*, заметим) Ж. Моно отмечает, что «жизнь не следует из законов физики, но совместима с ними». Вторые отвергают применимость второго начала к живым системам, поскольку полагают, что это закон, регулирующий тепловые процессы, а в живом организме источником работы является не тепловая энергия.

Вероятно, для выяснения истины необходимо более широкое, чем термодинамическое или статистическое, определение энтропии. Поэтому-то мы рассматриваем этот вопрос здесь, в разделе концепций жизни.

Вероятно, зарождение проблемы взаимосвязи между энтропией и эволюцией произошло в 1854 г., когда Гельмгольц и Больцман первыми обратили внимание на противоположные направленности закона возрастания энтропии и законов теории эволюции. Закон возрастания энтропии свидетельствует об увеличении беспорядка и «тепловой смерти» Вселенной, тогда как теория эволюции живых систем свидетельствует о процессах перехода от простых систем к более сложным, т.е. указывает путь возрастания порядка. После этого возникло много разных направлений в науке, связывающих энтропию, фактически второе начало, и эволюцию. Рассмотрим их, по возможности, последовательно.

*Первое направление: не критическое восприятие второго начала.* Данное направление характеризуется тем, что закон возрастания энтропии с его предсказанием тепловой смерти Вселенной, в частности, не имеет смысла согласовывать с наблюдаемой эволюцией мира в сторону усложнения.

*Второе направление: флуктуационная гипотеза.* В 1886 г. Больцман предсказывал тепловую смерть Вселенной, однако в 1898 г. выдвигает знаменитую флуктуационную гипотезу: окружающая нас макроскопическая область является неравновесной флуктуацией во Вселенной, в целом находящейся в равновесном состоянии.

В настоящее время эта гипотеза Больцмана не является популярной в силу своей антиэволюционности.

*Третье направление: второе начало действует не везде.* Суть этого направления заключается в тезисе неприменимости второго начала к живым системам.

*Четвёртое направление: концепция Шрёдингера.* В основе концепции Шрёдингера две идеи. Первая заключается в том, что любая живая система является сугубо неравновесной. Другими словами, эта идея выражает принцип устойчивого неравновесия живых систем. Вторая идея развивает первую, состоит в том, что живая система сохраняет неравновесность за счёт внешней среды, черпая в ней необходимую упорядоченность, т.е.

негэнтропию (*отрицательную энтропию*). Шрёдингер формулирует эту идею так: *организм остается живым «только путём постоянного извлечения из его окружающей среды отрицательной энтропии. Отрицательная энтропия – вот то, чем организм питается».*

Краеугольным камнем концепции является *понимание энтропии как меры беспорядка*. Определённые трудности концепции как раз связаны с этим положением. Наша планета получает высококачественную энергию от Солнца (качество энергии определяется малым потоком энтропии за счёт высокой температуры поверхности Солнца), перерабатывает её, что, конечно, сопровождается ростом энтропии в окружающей среде, и выбрасывает в космическое пространство вместе с наработанной энтропией. Именно это обстоятельство обеспечивает жизнедеятельность на Земле. Постоянство негэнтропийного рациона Земли в обозримом интервале времени, по-видимому, и лежит в основе *открытого Вернадским закона сохранения биомассы на Земле*. Таким образом, на уровне общих представлений проблема существования жизни на Земле понятна. Однако вопросы молекулярной самоорганизации, принципы отбора и эволюции по-прежнему требуют объяснения на *физическом или физико-химическом уровне*. Развитие событий в последние десятилетия XX века показали ограниченность упрощённого представления энтропии как меры беспорядка.

*Синергетика как первая модификация концепции Шрёдингера*. Термин «синергетика» предложен Германом Хакеном для обозначения подхода, в котором процессы самоорганизации изучаются с разнообразных позиций, в том числе и с *позиции теории диссипативных структур*, разработанной Ильей Пригожиным (см. более подробно в гл. 13). Этот подход развивается в физике, химии, биологии и в других науках. Синергетика вводит понятие *диссипативной структуры как неравновесной структуры*, возникающей за счёт открытости системы и обязанной своим существованием дихотомии системы и среды: уменьшение энтропии в системе (упорядочение) мыслится здесь происходящим за счёт роста энтропии (беспорядка) в среде. Основное содержание синергетики составляет анализ и решение нелинейных уравнений, описывающих системы. Есть некоторые общие черты решений, будь это автокаталитическая химическая реакция Белоусова-Жаботинского (см. п. 11.7) или биологическая система, или нечто иное. Синергетика внесла в концепцию Шрёдингера поправку: дихотомия типа *система – среда* свойственна не только живым системам, но проявляется и в неживой природе – в гидродинамике (ячейки Бернара), физике лазеров, химии. *Эти находки синергетики не разрушают концепцию Шрёдингера, но всё же и не дают ответа на основной вопрос – откуда берётся порядок в тех системах, которые служат «средой» для открытых систем с образующимися в них диссипативными структурами?*

*Синергетика и естественный отбор как вторая модификация концепции Шрёдингера.* Сегодня роль естественного отбора в эволюции нельзя считать до конца ясной. Вероятно, естественный отбор является одним из механизмов эволюции, влияет каким-то образом на скорость эволюции. Здесь нас интересует частный вопрос: *определяет ли естественный отбор общую направленность эволюции в сторону усложнения?*

Ответ на этот вопрос в настоящее время *отрицательный*. Действительно, в живом мире наблюдаются всевозможные случаи: прогрессивная эволюция в сторону усложнения (*ароморфоз*, он же *арогенез* или *морфофизиологический прогресс*) или, напротив, стабилизация уровня сложности (*идиоадаптация*). И во всех этих случаях естественный отбор ответственен за эти частные формы эволюции. Таким образом, сам по себе естественный отбор, хотя и является важным (но не до конца ясным) фактором эволюции, однако он не ответственен полностью за общее направление эволюции.

*Третья модификация концепции Шрёдингера: дихотомия (система-среда) ускоряет рост энтропии.* Дихотомия (*система-среда*) снимает все противоречия эволюции со вторым началом термодинамики в сторону усложнения. К примеру, «если рассматривать солнечную систему как изолированную, то энтропия её непрерывно увеличивается за счёт излучения Солнца. На фоне этого грандиозного процесса уменьшение энтропии во всех живых организмах ничтожно мало» – так утверждает известный российский биофизик М. Волькенштейн.

Подведём итог обсуждения концепции Шрёдингера. Эта концепция оказалась плодотворной, способствовала развитию синергетики. Но ответ на главный вопрос – *откуда берётся порядок, который затем потребляется диссипативными структурами, остаётся. Дихотомия (система-среда) не может быть единственным источником порядка.*

*Пятое направление: рост энтропии может сопровождаться ростом сложности даже в изолированных системах.* Данное направление представляет собой модификацию первого, в котором эволюция понимается как развитие в сторону возрастания энтропии. Рост сложности вообще не противоречит росту энтропии. Объяснение этого утверждения основано на разных модификациях понятия энтропии.

*Порядок из хаоса и хаос из порядка: две ветви на древе познания.* В указанной проблеме можно выделить три положения, могущие представить интерес.

*Положение первое:* развитая структура имеет большую вероятность, чем хаос.

*Положение второе:* то, что развитая структура имеет большую вероятность, чем хаос, определяется действием взаимодействия.

*Третье положение:* распространённые представления о большей вероятности равномерного распределения («хаоса») связаны с неправо-



мерным распространением гипотезы о равновероятности микросостояния за пределы модели идеального газа.

Итак, с ростом энтропии может иметь место как образование структур, так и их разрушение. Это может означать только одно: *энтропия не является мерой беспорядка – сложности.*

## 12.6. Биосинтез белков. Кодирование наследственной информации.

### Генетический код

Свойства и функции белков определяются главным образом их первичной структурой, т.е. последовательностью аминокислот. Биосинтез белка осуществляется молекулами ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота), причём, в отличие от ДНК, в процессе биосинтеза участвуют три вида молекул РНК: *информационная – и-РНК (или матричная м-РНК), рибосомная – р-РНК и транспортная – т-РНК.* ДНК является центральным звеном, «штабом» биосинтеза белков, т.к. именно ДНК определяет структуру строящегося белка. Такая роль ДНК связана с тем, что информация о правилах строительства белка заложена во внутренней структуре ДНК. Единицей наследственной информации является *ген. Ген – участок молекулы ДНК, кодирующий последовательность аминокислот в молекуле белка.* Наследственная информация закодирована в последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. *Определённые сочетания нуклеотидов и последовательность их расположения в молекуле ДНК являются генетическим кодом. Генетический код – единая система записи наследственной информации в виде последовательности нуклеотидов в ДНК, определяющей последовательность расположения аминокислот в белковой цепи. Единицей кода является кодон – три рядом стоящие (триплет) нуклеотида ДНК.*

Процесс передачи команд о правилах строительства белка осуществляется с помощью посредника – молекулы информационной РНК (и-РНК), которая состоит из четырёх типов нуклеотидов (как и ДНК), только вместо тимина Т – урацил У, остальные три нуклеотида одинаковы и у ДНК, и у РНК (А – аденин, Г – гуанин, Ц – цитозин). Чтобы построить определённый белок из  $N$  аминокислот (обычно  $N \sim 10^2$ ), в ДНК должен быть сформирован соответствующий *набор кодонов* (число кодонов не менее  $N$ ), расположенных в порядке, соответствующем данному белку (*генетический код*), а сам участок ДНК с этим набором кодонов соответствует *гену* (т.е. ген состоит не менее чем из  $3N$  нуклеотидов –  $N$  триплетов).

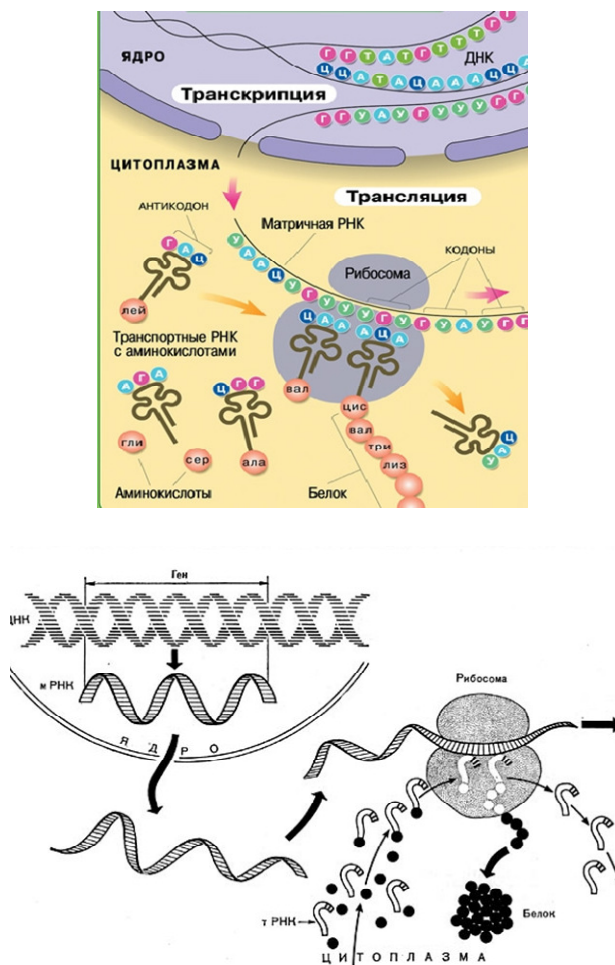


Рис. 9. Биосинтез белка

Генетический код имеет следующие характеристики: *триплетность*; *вырождение*, *универсальность*, *неперекрываемость*, *непрерывность*, *специфичность*. *Триплетность* означает шифровку информации в ДНК тройками нуклеотидов, называемых кодонами. Живые организмы в составе белков имеют всего 20 различных аминокислот. 4 нуклеотида (А, Г, Т, Ц) ДНК по одному могли зашифровать только  $4^1 = 4$ , а попарно только  $4^2 = 16$  неких «гипотетических» аминокислот, поэтому для шифровки реальных 20 аминокислот нужны тройки нуклеотидов. В этом случае число возможных кодонов есть  $4^3 = 64$  и их с избытком хватит для шифровки 20 аминокислот. Как показывает опыт, в шифровке аминокислот участвуют 61 кодон, т.е. избыток остается и появляется такая характеристика генетического кода – *вырождение*, означающее, что каждая отдельная аминокислота хоть и кодируется одним кодоном, но число типов кодонов (*степень вырождения*)

для данной аминокислоты (как показывает опыт) изменяется в основном от 2 до 6. Существует специальная таблица генетических кодов аминокислот (табл. 2). Чисто теоретически в предположении участия в шифровке всех 64 кодонов максимальная степень вырождения равна 45. Но ещё раз подчеркнём, что в реальности степень вырождения в пределах от 2 до 6 (видимо природа «не любит» крайностей и реализует более вероятные варианты). Три кодона, которые не участвуют в шифровке аминокислот, называются *стоп-кодонами*, и в системе генетического кодирования они исполняют роль знаков препинания. Это стоп-кодоны УГА, УАГ, УАА. Есть ещё два кодона АУГ (кодирует аминокислоту метионин) и УТГ (кодирует триптофан), у которых вообще нет вырождения, т.е. они единственны при кодировании аминокислот. Кстати, если сортировать 61 шар по 20 ящикам, то наиболее вероятное распределение то, при котором почти во всех ящиках по 3 шара, что в среднем соответствует степени вырождения кодирования аминокислот. Отклонения от 3 (незначительные) свидетельствуют о наличии различий в индивидуальных свойствах кодонов и аминокислот (шаров и ящиков), которые и приводят к нарушению равновероятности сочетания кодон – аминокислота.

Таблица 2

Таблица генетического кода жизни

Аминокислота	Кодирующие триплеты и-РНК-кодона
Аланин	ГЦУ ГЦЦ ГЦА ГЦГ
Аргинин	ЦГУ ЦГЦ ЦГА ЦГГ АГА АГГ
Аспарагин	ААУ ААЦ
Аспарагиновая кислота	ГАУ ГАЦ
Валин	ГУУ ГУЦ ГУА ГУГ
Гистидин	ЦАУ ЦАЦ
Глицин	ГГУ ГГЦ ГГА ГГГ
Глутамин	ЦАА ЦАГ
Глутаминовая кислота	ГАА ГАГ
Изолейцин	АУУ АУЦ АУА
Лейцин	ЦУУ ЦУЦ ЦУА ЦУГ УУА УУГ
Лизин	ААА ААГ
Метионин	АУГ
Пролин	ЦЦУ ЦЦЦ ЦЦА ЦЦГ
Серин	УЦУ УЦЦ УЦА УЦГ АГУ АГЦ
Тирозин	УАУ УАЦ
Треонин	АЦУ АЦЦ АЦА АЦГ
Триптофан	УТГ
Фенилаланин	УУУ УУЦ
Цистеин	УГУ УГЦ
Стоп-кодона	УГА УАГ УАА

Подчеркнём ещё раз: для кодирования аминокислот (это конечный этап синтеза белка) необходима информационная РНК, а первичная информация о порядке строительства белка находится в ДНК. Передача информации от ДНК к и-РНК называется *транскрипцией* и происходит она в процессе синтеза и-РНК по *принципу комплементарности* в хромосомах ядра клетки, где находится ДНК. Нуклеотидная комплементарность при транскрипции выражается в строгом соответствии нуклеотидов ДНК нуклеотидам РНК, а именно возможны только пары А-Т(У) и Г-Ц. Например, стоп-кодону УГА в РНК соответствует кодон АТЦ в ДНК, кодону ААУ, который шифрует аспарагин, соответствует кодон ТТА в ДНК и т.п. Синтез и-РНК подобен процессу копирования, в котором матрицей является молекула ДНК, а копией – молекула и-РНК. Второй (конечный) этап синтеза белка происходит в цитоплазме клетки с помощью транспортных РНК (т-РНК) и рибосом. Процесс передачи информации от и-РНК к белку (цепям аминокислот) называется *трансляцией*. В кратком «концентрическом» виде процесс синтеза белка описывается следующей формулой: ДНК → и-РНК → трансляция → белок. Для осуществления трансляции необходима т-РНК как посредник (уже второй по отношению к ДНК), который переводит генетический код и-РНК на «язык, понятный аминокислотам» с помощью антикодонов, имеющих на одном конце цепочки т-РНК. На другом конце цепочки т-РНК присоединяется аминокислота, соответствующая определённому кодону и-РНК, к которому т-РНК «цепляется» *антикодоном* по принципу комплементарности. Например, аминокислота валин кодируется триплетом ГУУ из и-РНК, в этом случае т-РНК будет иметь на одном конце антикодон ЦАА, а на другом – валин; кодон в ДНК, соответствующий валину, есть ЦАА, совпадающий по строению с антикодоном т-РНК. Еще пример работы формулы синтеза белка: кодон ТАЦ (ДНК) → (транскрипция) → кодон АУГ (и-РНК) → (трансляция) → антикодон → УАЦ (т-РНК) → аминокислота метионин. В этом примере в отличие от предыдущего антикодон т-РНК (УАЦ) не совпадает с кодоном ДНК (ТАЦ). Понятно, что различия между кодоном ДНК и антикодоном т-РНК не будет, если в составе кодона ДНК нет нуклеотида тимина (Т).

В процессе трансляции принимают участие рибосомы (органоиды в цитоплазме клетки) и специальные ферменты – аминоацил – т-РНК-синтетазы. Рибосома производит соединение аминокислот, переносимых т-РНК, пептидной связью, а специальные ферменты осуществляют правильный выбор аминокислоты (соответствующей определённому кодону и-РНК, согласно генетическому коду). *Универсальность* – третье свойство генетического кода, является одним из важнейших свойств, т.к. почти все живые организмы на Земле от бактерий до человека имеют одинаковый

генетический код. *Неперекрываемость* – четвертое свойство кода – означает, что кодоны одного гена не могут входить одновременно в соседний ген. В пределах одного гена считывание информации происходит непрерывно, от кодона к кодону, без пропусков, что и отражает *непрерывность* – следующую, пятую, характеристику генетического кода. И последнее, шестое, свойство кода – *специфичность* (или *однозначность*) – означает, что *каждый триплет-кодон шифрует только одну аминокислоту*.

**12.7. Возникновение и эволюция жизни**

Поскольку жизнь появилась наверняка, когда появилась первая клетка, то отсчет следует вести от клетки. Жизнь клеток формировала окружающую среду и их самих, так утверждает *основная гипотеза в учении о биосфере В.И. Вернадского*. Клетки, первоначально примитивные и недифференцированные по возможностям и функциям, всё же немного (флуктуационно, как это положено для возникновения всего нового и необычного) друг от друга отличались. Без риска ошибиться можно утверждать, что только в океане могла развиваться (появиться она могла только на суше) жизнь и только в нём она представлена неисчислимым разнообразием форм, начиная с появившихся, по меньшей мере, 4,2-4,0 млрд лет назад и кончая сегодняшними, находящимися в единстве с прошлым.

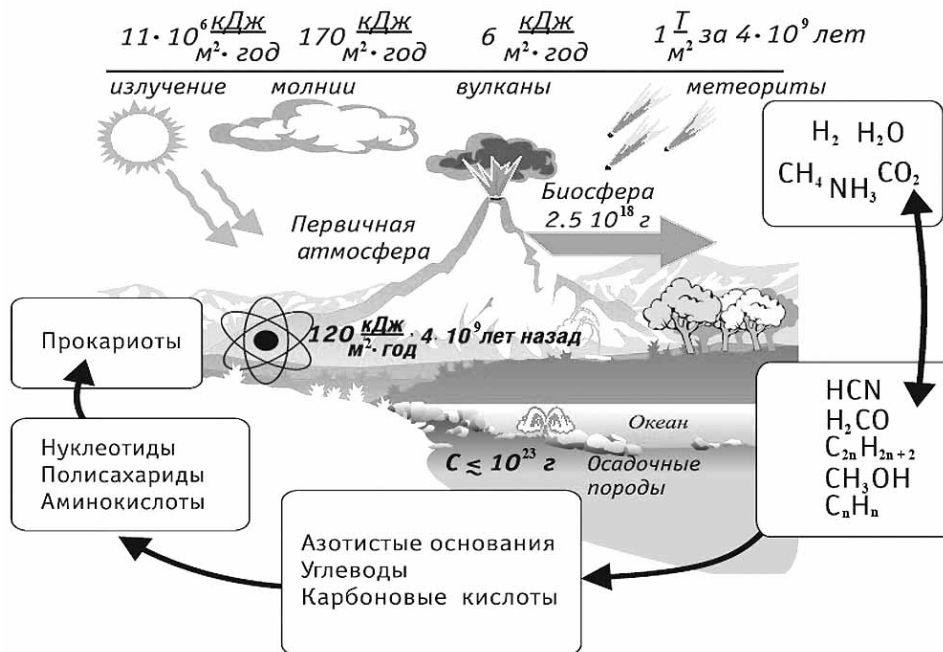


Рис. 10. Предпосылки возникновения жизни на Земле

В первобытную эпоху атмосфера Земли состояла из вулканических газов, отравленных метаном и аммиаком, не было ни кислорода, ни углекислого газа, ничего иного, что необходимо для поддержания жизни. Океан представлял собой что-то вроде органического бульона, в котором могло происходить многое, что привело в конечном итоге к образованию клетки. Клетки, которые «*научились*» фотосинтезу, стали превращаться в растения. Клетки же, оказавшиеся неспособными к «*научению*», стали поедать растения и превращаться в животных. Но жизнь навеки осталась связанной с океаном. В сосудах животных, даже тех, которые покинули океан, течёт кровь, весьма похожая на морскую воду (по солевому составу). В организмах большинства морских беспозвоночных циркулирует раствор ионов, который, по существу, является также морской водой. Кровь позвоночных по ионному составу близка морской воде, разведённой в 3–4 раза, что по предположению ряда учёных соответствует составу морской воды далёкого прошлого, когда у наших предков образовалась закрытая система кровообращения.

Планктон, прежде всего *сине-зелёные водоросли* (первые одноклеточные организмы), которые существуют и поныне, в допалеозойскую эру наполнил атмосферу кислородом, но не исключено, что кислород мог поступать из недр Земли в достаточном для эволюции многоклеточных количестве уже за 10 млн лет до кембрийского периода, т.е. 500–600 млн лет назад (по гипотезе российского геофизика О. Сорохтина). Скелеты и раковины мельчайшего одноклеточного планктона – *радиолярии* и *фораминиферы* – сформировали в тот период дно Мирового океана.

Следующим шагом в эволюции многоклеточных организмов следует считать *возникновение растений и животных*. Это происходило в несколько этапов. На первом этапе клетки просто объединялись в колонии, в которых каждая клетка оставалась относительно самостоятельной. В колонии возникла *специализация клеточных организмов*. Например, в португальском кораблике таких разновидностей специальных организмов четыре: первый выполняет функции плавника, второй, щупальца – орудия лова, третий – пищеварительного тракта и четвёртый отвечает за функцию размножения.

По мере дальнейшей «*специализации*» животные, входящие в состав более крупного организма, утратили свою индивидуальность. Стала образовываться полая сфера, имеющая два слоя – энтодерму (внутренний слой), эктодерму (наружный слой), и ротовое отверстие, ведущее в центральную, пищеварительную, полость. Такова элементарная структура, являющаяся основой строения тела кишечно-полостных, например медуз.

Структура животных совершенствовалась, образовывался средний слой – мезодерма – и сформировалась полость тела (как у червей). Позднее из эктодермы образовались нервная система и другие органы. Сначала произошла его перестройка, а именно возник слой, защищающий мягкие

тела животных (кишечно-полостных), но не приведшая к образованию ненужных им в водах океана тканей. Это произошло позднее, когда началась миграция живых существ из океана, тогда при участии мезодермы развился внутренний скелет (появились хордовые, позвоночные).

Всю эволюцию организменной жизни можно проследить в трёх измерениях: во-первых, в диахронном, или временном измерении; во-вторых, в синхронном, полагая, что все или почти все формы жизни, которые когда-либо существовали, существуют и теперь, и, в-третьих, в микрохронном измерении, что обусловлено рекапитуляцией (повторением) предковых форм в индивидуальном развитии эмбрионов большинства ныне живущих организмов. В первом измерении жизнь предстаёт по вертикали, во временной шкале, во втором – как бы по горизонтали, начиная путь от простейших организмов к наиболее сложным, а вот третье измерение сжимает все эти эпохи жизни до периода вынашивания плода.

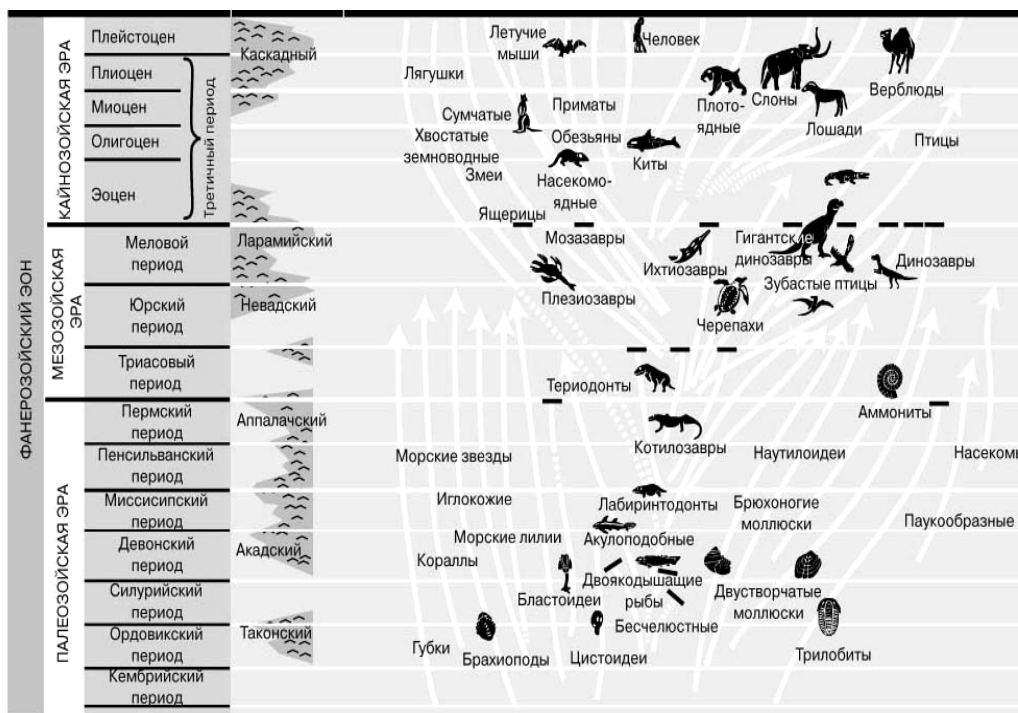


Рис. 11. Теория происхождения и эволюции жизни на Земле

Биологическая наука точно установила, что в первом, в диахронном, измерении в палеозойскую эру в докембрийский период (не ранее 600 млн лет назад) появились губки; в кембрийский (500–600 млн лет назад) – трилобиты, моллюски и первые ракообразные; в ордовик (425–500 млн лет назад) – двустворчатые моллюски, наутилонды и первые позвоночные, первые рыбы; в силурийский период (405–425 млн лет назад) – коралловые рифы;

в девон (345–405 млн лет назад) – многочисленные рыбы и земноводные, первые насекомые; в каменноугольный период (280–345 млн лет назад) – гигантские насекомые; в пермский период (230–280 млн лет назад) – вымирают трилобиты, процветают пресмыкающиеся. В мезозойскую эру в триасе (181–230 млн лет назад) – появляются первые млекопитающие; юр и мел (63–181 млн лет назад) – время расцвета и вымирания динозавров. И, наконец, в кайнозойскую эру в третичном периоде (1–63 млн лет назад) млекопитающие распространились на суше, а в раннем четвертичном периоде появился человек (около 5–1 млн лет назад), переживший четыре ледниковых периода в эти годы становления и возмужания.

Можно отметить два выдающихся момента эволюции в диахромном измерении. Первый – происхождение позвоночных от простых сидячих (неподвижных) форм, появившихся путём фильтрации, и второй – переход от рыб к земноводным.

*Во втором, «синхронном», измерении эволюции можно наблюдать, например, сложную, с ответвлениями, пищевую цепь. Мы увидим, как мельчайшие растения, диатомные водоросли и всевозможные жгутиковые, которые и составляют фитопланктон, плавают в поверхностных водах, и как мельчайшие животные – веслоногие рачки, криль или личинки крабов – поедают этот фитопланктон. А их, в свою очередь, поедают более крупные рыбы, например скумбрия или сельдь, заканчивающие своё существование в желудках ещё более крупных рыб, таких, как тунец или меч-рыба.*

*В третьем, микрохронном, измерении, наиболее впечатляющим является развитие зародыша человека. Зародыш проходит все стадии мельчайшего существа, похожего на головастика, хордового, хрящевого анималькуля, прежде чем станет позвоночным, и стадии организма, дышащего жабрами, прежде чем появятся лёгкие. У каждой из стадий этого быстрого развития имеется соответствующая прошлому пространственно-временная точка (прямо можно сказать – *мировая точка в пространстве Минковского*). Так, например, у плода человека сердце развивается как простое расширение главного кровеносного сосуда. Расширенный участок разделяется на четыре части, расположенные одна за другой. Затем сосуд перекручивается назад и приобретает шаровидную форму (шар наиболее совершенная симметричная форма из пространственных), причём два отдела складываются (ушки предсердий) над двумя другими (желудочками). Это и есть сердце.*

Такую же сложную, из трёх измерений, модель можно построить и для всей биосферы, включая океаны, где жизнь зародилась, пресноводные водоёмы, где она развилась так мощно.



**Тесты к главе 12**

1. Первые возникшие на Земле многоклеточные организмы относятся к типу:

а) членистоногие; б) плоские черви; в) кишечно-полостные; г) сине-зелёные водоросли (цианобактерии).

2. Среди последующих утверждений определите одно некорректное:

а) клетки являются фундаментальными единицами жизни; б) у всех клеток есть клеточные стенки; в) все организмы состоят из одной и более клеток; г) новые клетки возникают при делении других клеток.

3. Укажите, в какой из схем, указанных ниже, нарушена иерархия организации материи? Учтите, что все схемы неполные:

а) элементарные частицы → молекулы → живая клетка; б) атом → макромолекула → органеллы клетки; в) органеллы клетки → макромолекула → живая клетка; г) элементарные частицы → атом → молекула.

4. Нуклеотид, играющий наиважнейшую роль в энергетике клетки:

а) рибонуклеиновая кислота (РНК); б) дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК); в) аденозинтрифосфорная кислота (АТФ); г) фермент.

5. Не имеющие клеточного строения простейшие формы жизни (организмы), состоящие из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки, это:

а) вирусы; б) бактерии; в) грибы; г) инфузории; д) протисты; е) водоросли.

6. Фотосинтез ведёт к накоплению в атмосфере:

а) озоновых дыр; б) метана; в) кислорода; г) окислов азота; д) углекислого газа.

7. Критерий или критерии определения (сущности) жизни – это:

а) обмен веществ (метаболизм); б) наличие белков; в) наследственность; г) воспроизводство себе подобных; д) все ответы верны.

8. Биологическая эволюция – это процесс:

а) индивидуального развития особи (онтогенез); б) исторического развития биологического вида (филогенез); в) размножения и развития клетки; г) историческое развитие органического мира.

9. Совокупность генов какой-либо популяции называется:

а) генотипом; б) геномом; в) генофондом; г) фенотипом; д) генезисом.

10. Совокупность особей одного вида, живущих на одной территории, это:

а) популяция; б) семья; в) отряд; г) стая; д) сообщество; е) стадо.

11. Концепция начала жизни, признающая первичность макромолекулярных систем (биополимеров) со свойствами генетического кода, называется:

а) филогенез; б) биогенез; в) голобиоз; г) генобиоз; д) симбиоз.

12. В процессе фотосинтеза в отличие от хемосинтеза:

а) используется энергия, освобождаемая при окислении неорганических веществ; б) углекислый газ используется в качестве источника углерода; в) хлорофилл поглощает и преобразует энергию солнечного света; г) в клетках образуются органические вещества из неорганических.

13. Энергия, запасённая в молекулах АТФ, используется в клетке в процессе:

а) биосинтеза белка; б) гликолиза; в) полного окисления молекулы глюкозы (дыхания); г) верны все ответы.

14. Белки в реакциях обмена веществ выполняют функцию:

а) ферментативную, ускоряют биохимические реакции; б) энергетическую, являются источником энергии для биохимических реакций; в) информационную, служат источником наследственной информации; г) транспортную, доставляют аминокислоты к месту синтеза белка.

15. Какие процессы происходят в световую фазу фотосинтеза:

а) восстановление углекислого газа протонами водорода, использование энергии молекул АТФ на восстановительные реакции, поступление в клетки из атмосферы углекислого газа; б) фотолиз воды, синтез молекул АТФ и использование энергии АТФ на восстановительные реакции; в) восстановление молекул хлорофилла электронами водорода, фотолиз воды и синтез молекул АТФ; г) поступление углекислого газа в клетки и фотолиз воды.

16. Способностью присоединять к себе аминокислоты и перемещать их к месту синтеза белка в клетке обладают молекулы:

а) ДНК; б) АТФ; в) белка; г) РНК; д) дезоксирибозы; е) аминокислот.

17. В фенотип любого организма не включается (-ются):

а) поведенческие инстинкты; б) анатомия; в) физиология; г) хромосомный набор.

18. Бесполом размножением не является:

а) почкование; б) образование гамет; в) клонирование; г) черенкование; д) партеногенез.

19. Согласно Владимиру Вернадскому живое вещество планеты – это:  
а) генофонд; б) совокупность всех органоминеральных комплексов;  
в) совокупность всех живых организмов; г) совокупность всех геномов.

20. Жизнь с энтропийной точки зрения – это процесс:  
а) коэнтропийный; б) негэнтропийный; в) квазиэнтропийный;  
г) миниэнтропийный.

21. Русскому биологу Николаю Кольцову принадлежит высказывание: «Признаки, передаваемые по наследству, определяются линейным расположением мономеров в полимерных молекулах». В этом заключена идея или гипотеза:

а) биогенетического закона; б) биологической эволюции; в) матричного синтеза в органическом мире; г) происхождения жизни; д) коэволюции; е) генетического кода.

22. Концепция автопоэза (аутопоэза, автопоэзиса) в органическом мире (биосфере) основывается на гипотезе:

а) креационизма; б) синергизма; в) панспермии; г) самопорождения (самосозидания); д) первенства молекул РНК над молекулами ДНК; е) левой киральности двойной спирали ДНК.

23. Ключевая фундаментальная идея (гипотеза) в биологии XX столетия – это идея (гипотеза) о:

а) РНК-мире (Чех, Джойс); б) автопоэзе (автопоэзисе) живых систем (Матурана, Варела); в) первичности молекулы АТФ в происхождении жизни (Галимов); г) матричном механизме репродукции хромосом и наследственных признаков (Кольцов); д) элементарных открытых каталитических системах (Руденко).

24. В состав биогеоценоза входят (-ит):

а) только растения и окружающая среда; б) только среда обитания организмов, в) организмы и биокосная окружающая среда; г) только животные и растения.

25. Укажите, кто из перечисленных организмов является консументом в лесной экосистеме (можно выбрать несколько ответов):

а) заяц; б) берёза; в) волк; г) папоротник; д) подосиновик; е) яблок; ж) ящерица; з) клён; и) мох; к) белый медведь; л) слон; м) бактерия.

26. Основная роль в минерализации органических остатков принадлежит:

а) консументам; б) продуцентам; в) редуцентам; г) цианобактериям; д) протистам.

27. В каком направлении осуществляются пищевые (трофические) и энергетические связи:

а) продуценты → консументы → редуценты; б) редуценты → консументы → продуценты; в) консументы → редуценты → продуценты.

28. Что из перечисленного может однократно вовлекаться в биологический круговорот:

а) химические элементы и простейшие химические вещества; б) водяной пар; в) солнечная энергия; г) органические вещества, произведённые растениями.

29. В какой экосистеме наименьшее количество вещества поступает в цепь разложения:

а) в биоценозе тайги; б) в биоценозе моря; в) в биоценозе степи; г) в биоценозе луга; д) в региональном биогеоценозе.

30. Продукция экосистемы – это:

а) прирост биомассы за год; б) количество переработанного вещества; в) её биомасса; г) масса всех растений; д) масса всех животных.

31. Одним из признаков агроценоза является:

а) пониженная способность растений к борьбе с вредителями; б) отсутствие генетических изменений у растений; в) полное отсутствие в агроценозе естественного отбора; г) повышенная способность растений противостоять химикатам.

32. Под уровнем организации живой материи понимают:

а) сложность и высокоупорядоченное строение биологических систем; б) определённые биологические системы, образованием которых сопровождалось историческое развитие живой природы; в) функциональное место, которое занимает данная биологическая система в общей системе организации мира; г) иерархически соподчинённые группы живых организмов.

33. Химические элементы, преобладающие в живой природе:

а) *C, H, O, N, P, S*; б) *C, H, O, Po*; в) *C, S, Fe, P*; г) *C, H, Se, Mg*; д) *Li, Na, K, Cs, Rb, Fr*; е) *He, Ne, Ar, Kr, Xe*; ж) *C, O, N, P, S, Fe*.

34. Элементарный химический состав тел живой и неживой природы свидетельствует о:

а) материальном единстве живой и неживой природы; б) изменении живой природы под влиянием факторов неживой природы; в) зависимости живой природы от неживой природы; г) сложности химического состава живой и неживой природы.

35. Вода в клетке выполняет функции:

а) каталитическую, защитную, растворителя; б) энергетическую, защитную, растворителя; в) структурную, защитную, растворителя; г) структурную, каталитическую, растворителя.

36. Белки в клетках выполняют функции:

а) строительную, регуляторную, защитную, энергетическую, каталитическую; б) регуляторную, защитную, энергетическую, запасующую, строительную; в) строительную, запасующую, каталитическую, регуляторную, защитную; г) каталитическую, энергетическую, регуляторную, запасующую, защитную.

37. Витамины в клетке выполняют функции:

а) регуляторную; б) каталитическую; в) энергетическую; г) структурную; д) транспортную; е) замещения.

38. Органоид (органелла) – это:

а) специализированный постоянный компонент цитоплазмы, который обладает определённым строением и выполняет ту или иную функцию жизнедеятельности; б) специализированный постоянный компонент ядра; в) специализированный временный компонент цитоплазмы, который выполняет ту или иную функцию жизнедеятельности; г) компонент клетки.

39. Рибосомы выполняют функции:

а) синтез нуклеотидов; б) синтез белков; в) синтез АТФ; г) синтез липидов; д) хранение веществ; е) транспорт веществ; ж) утилизация остатков.

40. Митохондрии выполняют функции:

а) синтез нуклеотидов; б) синтез белков; в) синтез АТФ; г) синтез липидов; д) хранение веществ; е) транспорт веществ; ж) утилизация остатков.

41. Плазмалемма:

а) это обязательный компонент всех клеток живых организмов; б) выполняет множество функций в клетке; в) хранит аппарат Гольджи; г) выполняет основные функции в клетке; е) обеспечивает цикл Кальвина; ж) участвует в передаче наследственной информации.

42. Ядро в клетке выполняет функции:

а) участвует в синтезе АТФ; б) участвует в синтезе рибосом; в) хранит и участвует в передаче наследственной информации; г) участвует в реакциях распада органических соединений; д) осуществляет связь между органоидами цитоплазмы.

43. Для клетки животных характерны особенности строения и состава:

а) наличие пластид, отсутствие плотной клеточной стенки, вакуоли, основного углевода – крахмала; б) отсутствие клеточной стенки, пластид, центральной вакуоли, запасного углевода – крахмала; в) отсутствие пластид, плотной клеточной стенки, центральной вакуоли, запасного углевода – гликогена; г) наличие плотной клеточной стенки из целлюлозы, наличие пластид, вакуолей, запасного углевода – гликогена.

44. Накопление кислорода в атмосфере явилось важным событием в эволюции жизни, так как кислород обеспечил возможность:

а) появление гетеротрофов; б) анаэробного типа обмена веществ; в) аэробного типа обмена веществ; г) появление прокариот.

45. Приспосабливаться к меняющимся условиям среды с помощью выработанных условных рефлексов могут:

а) все земноводные и пресмыкающиеся организмы; б) некоторые беспозвоночные и все позвоночные животные; в) только животные, имеющие развитую кору головного мозга; г) животные с развитым мозжечком и большими полушариями головного мозга; д) только позвоночные.

46. Критериями вида называют:

а) совокупность признаков сходства между видами; б) совокупность признаков, отличающих один вид от другого; в) совокупность особей той или иной популяции; г) совокупность популяций.

47. Голобиоз основывается на:

а) первичности структур типа клеток, способных к элементарному обмену; б) первичности структур типа клеток, не способных к обмену; в) первичности структур типа клеток, способных к сложному обмену.

48. Установите соответствие между концепциями происхождения жизни на Земле и их содержанием (левой и правой таблицами):

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| а) креационизм            | е) жизнь возникла в результате самоорганизации материи; |
| б) стационарное состояние | ж) жизнь занесена на Землю из космоса;                  |
| в) самозарождение         | з) творцом жизни является Бог;                          |
| г) панспермия             | и) жизнь на Земле существовала всегда;                  |
| д) биохимическая эволюция | к) низшие организмы появляются из гниющих отбросов;     |

49. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |                        |   |
|------------------------|---|
| а) концепция голобиоза | в) первичность структур клеточного типа (способность к метаболизму);                              |
| б) концепция генобиоза | г) первичность системы со свойствами генетического хода (способность к генетической репродукции); |

50. Согласно современным представлениям протобионты – это молекулы:

- а) АТФ; б) РНК; в) ДНК; г) белка; д) липидов.

51. Процесс биохимической эволюции шёл в направлении:

- а) РНК → белок → ДНК; б) ДНК → РНК → белок; в) белок → РНК → ДНК; г) РНК → ДНК → белок.

52. Существуют две гипотезы о появлении эукариотов. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| а) гипотеза симбиогенеза, | в) появление ядра и других клеточных органелл в клетке произошло в результате внедрения в клетку-хозяина других прокариотических организмов; |
| б) гипотеза аутогенеза,   | г) образование новых внутриклеточных структур, в том числе ядра, произошло в результате усложнения структуры археклетки;                     |

53. Установите соответствие между эрами и организмами, которые возникали на Земле в это время (левой и правой колонками):

- |                |   |
|----------------|---|
| а) кайнозой;   | е) динозавры, птицы, цветковые растения;          |
| б) мезозой;    | ж) протобионты;                                   |
| в) палеозой;   | з) эукариоты;                                     |
| г) протерозой; | и) рыбы, земноводные, рептилии, мхи, папоротники; |
| д) архей;      | к) человек, морские млекопитающие, приматы.       |

54. Эволюция биологических систем шла в направлении:

- а) прокариоты → эукариоты → многоклеточные организмы; б) эукариоты → прокариоты → многоклеточные организмы; в) многоклеточ-

ные организмы → эукариоты → прокариоты; г) прокариоты → многоклеточные организмы → эукариоты.

55. Установите соответствие между способами использования энергии и типами организмов (левой и правой колонками):

- |              |                         |
|--------------|-------------------------|
| а) анаэробы; | в) дрожжевое брожение;  |
| б) аэробы;   | г) кислородное дыхание. |

56. Установите соответствие между этапами развития биосферы и характерными для этих этапов событиями (между левой и правой колонками):

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| а) восстановительный этап;   | г) появились растения, животные, наземные организмы; |
| б) слабо окислительный этап; | д) царствовали прокариоты, анаэробы, гетеротрофы;    |
| в) окислительный этап;       | е) появились автотрофы, эукариоты.                   |

57. Процесс развития сложных организмов из предшествующих, более простых, с течением времени называется:

а) флуктуацией; б) бифуркацией; в) трендом; г) эволюцией; д) аттракцией; е) катастрофизмом; ж) коэволюцией; з) глобальной эволюцией; и) стагнацией.

58. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| а) Ж.Б. Ламарк;                   | г) единица эволюции – вид;       |
| б) Ч. Дарвин;                     | д) единица эволюции – популяция; |
| в) синтетическая теория эволюции; | е) единица эволюции – организм.  |

59. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |                        |   |
|------------------------|---|
| а) закон дивергенции;  | д) группа организмов, вступившая на путь специализации, в дальнейшем будет идти по пути всё более глубокой специализации; |
| б) принцип гомеостаза; | е) эволюция является необратимым процессом;   |



- в) правило необратимости;      ж) способность организмов к саморегуляции и поддержанию стабильности внутренней среды организма;
- г) правило прогрессирующей специализации;      з) непрерывное усложнение и рост разнообразия органического мира.

60. Поток генов возможен лишь внутри вида; вид состоит из множества популяций, подвидов; направление эволюции непредсказуемо – суть какого эволюционного учения:

- а) глобального эволюционизма; б) генетики; в) синтетической теории эволюции; г) ламаркизма; д) дарвинизма; е) катастрофизма; ж) трансформизма.

61. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- а) теория микроэволюции;      в) изучает процессы видообразования;
- б) теория макроэволюции;      г) изучает происхождение надвидовых таксонов.

62. Установите соответствие между типами макромолекул и их мономерами (между левой и правой колонками):

- а) полисахариды;      г) нуклеотиды;
- б) белки;      д) моносахариды;
- в) нуклеиновые кислоты;      е) аминокислоты.

63. Укажите комплиментарную пару нуклеотидов:

- а) А – У; б) А – Т; в) А – Г; г) А – Ц; д) Т – Ц.

64. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- а) репликация;      г) перенос информации с ДНК на и-РНК;
- б) транскрипция;      д) синтез белка;
- в) трансляция;      е) удвоение молекулы ДНК за счёт самокопирования.

65. Установите соответствие между типами биомолекул и их функциями (между левой и правой колонками):

- а) белки;      д) ферменты, антитела;
- б) нуклеиновые кислоты;      е) строительный материал;
- в) полисахариды;      ж) энергетический резерв;
- г) жиры;      з) наследственная информация.

66. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |           |                         |
|-----------|-------------------------|
| а) митоз; | в) соматические клетки; |
| б) мейоз; | г) половые клетки.      |

67. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |              |  |
|--------------|--|
| а) клетка;   | г) система органов и тканей;                                 |
| б) ткань;    | д) структурная и функциональная единица живых систем;        |
| в) организм; | е) группа клеток, сходных по строению и выполняемым функциям |

68. Установите соответствие (между левой и правой колонками):

- |                 |   |
|-----------------|---|
| а) популяция;   | е) совокупность всех экосистем планеты;   |
| б) вид;         | ж) совокупность особей одного вида, занимающих определённую территорию и свободно скрещивающихся между собой; |
| в) биоценоз;    | з) совокупность популяций;  |
| г) биогеоценоз; | и) совокупность различных видов живых организмов, населяющих участок среды с однородными условиями;           |
| д) биосфера;    | к) комплекс живой и неживой природы, функционирующий как единое целое.  |

69. Участок молекулы ДНК содержит нуклеотиды АГТ ТЦГ ТТА. Выберите последовательность нуклеотидов в цепи ДНК, комплементарную исходной:

- а) ЦГА ААТ ТГЦ; б) АГТ ТЦГ ТТА; в) АТТ ГЦТ ТГА; г) ТЦА АГЦ ААТ.

70. Модификационная изменчивость организмов:

- а) возникает как результат приспособления организма к факторам среды; б) не связана с воздействием факторов внешней среды; в) возникает в результате мутаций; г) неблагоприятна для особи.

71. Результатом эволюции является:

- а) получение генетически модифицированных организмов; б) выведение новых сортов растений; в) возникновение новых видов животных; г) выведение более продуктивных пород скота.

72. Модификационная изменчивость организмов в отличие от мутационной:

а) передаётся по наследству; б) приводит к гибели особи; в) связана с изменением в хромосомах; г) не передаётся по наследству.

73. Значение мутаций в эволюционном процессе заключается:

а) в приспособлении к окружающей среде; б) в изменении генетического материала особи; в) в уменьшении наследственного материала; г) в увеличении стабильности генетического материала.

74. Фенотип – это совокупность:

а) генов организма; б) внешних и внутренних признаков организма; в) генов всех особей популяции; г) генов биотопа; д) генов гаплоидного набора хромосом конкретного организма.

75. Изменчивость – это свойство живых организмов:

а) передавать свои признаки потомкам; б) постоянно развиваться; в) приобретать новые признаки под воздействием внешних условий; г) специфически реагировать на внешние раздражения; д) приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития.

76. Участок хромосомы, в котором расположен ген, имеет название:

а) экзон; б) локус; в) кодон; г) интрон; д) триплет; е) аллель; ж) анти-кодон.

77. Какое утверждение неверное:

а) аутосомы одинаковы у мужских и женских организмов; б) мужской организм человека гетерогаметен; в) женский организм человека содержит XX-хромосомы и XY-хромосомы; г) яйцеклетки содержат только X-хромосомы; д) у сперматозоидов есть X-хромосомы и Y-хромосомы.

78. Изменение нуклеотидной последовательности молекулы ДНК называется:

а) модификационной изменчивостью; б) генной мутацией; в) геномной мутацией; г) полиплоидией; д) гетероплоидией; е) моносомией.

79. Какие из приведенных понятий являются противоположностями понятию «эволюция», включая его частные проявления – трансформизм и преформизм, бытовавшие в истории биологии:

а) эманация; б) эпигенез; в) революция; г) катастрофизм; д) инволюция; е) дивергенция; ж) конвергенция.

80. Ферментативный процесс образования белка, совершающийся в рибосоме, называется:

а) трансляция; б) редупликация; в) транскрипция; г) трансмиссия; д) трансформация.

## Глава 13. КОНЦЕПЦИИ ПОСТНЕКЛАССИЧЕСКОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕОРИЙ САМООРГАНИЗАЦИИ СТРУКТУР

---

### 13.1. Возникновение и становление концепций постнеклассического естествознания

**В**ажным аспектом совершенствования методологии познания является всесторонний анализ проблемного поля современной науки. До сегодняшних дней господствующая научная картина мира, по существу, распадалась на три части (неорганическую, органическую и социальную), где процессы самодвижения, самоорганизации имели место, но с точки зрения *общего эволюционизма* не были объединены. Прорыв в понимании того, как *инертная материя может приобретать свойства самоорганизации, произошёл в последней четверти XX века* и, естественно, вызвал взрыв интереса к попыткам построения единой теории самоорганизации материи.

Интерес этот ещё более возрос, когда физики и математики ввели в научный оборот и теоретически обосновали кардинальные понятия теорий самоорганизации материи – *диссипативные структуры (Пригожин), синергетику (Хакен), теорию катастроф (Том, Арнольд), теорию автопоэза или теорию Сантьяго (Матурана, Варела)* и др. Многие понятия теорий самоорганизации стали переосмысливаться в новой единой постнеклассической картине мира, в которой магистральная эволюция непротиворечивым образом *объединяет и то, как материя движется, и то, как она мыслит*.

Абстрактная формулировка идеи всеобщего эволюционизма (от Аристотеля до Пригожина и Моисеева) сменилась на научно оформленную теорию в результате ассимиляции, во-первых, *физикой (ячейки Бена-ра, эволюционирующие космогонические модели Вселенной Лемэтра, Гамова, термодинамика необратимых процессов)*, во-вторых, *химией (каталитические системы, элементарные открытые каталитические системы А. Руденко)*, в-третьих, *биологией (биогенез, синтетическая теория эволюции, несводимость макроэволюции к микроэволюционным изменениям)*, а также, в-четвёртых, *социологией (тектология А. Богданова)*.

Разработка теоретического механизма всеобщего (глобального) эволюционизма осуществлялась после закрепления в естественных науках *синергетического подхода (Хакен, Князева, Курдюмов, Моисеев)* и идей *теории диссипативных структур (Пригожин)*.

Хотя специфика картины мира допускает многоголосие средств выражения идеи всеобщего развития, *язык диссипативных структур*

и синергетического (корпоративного) эффекта наиболее адекватно описывает процессы самоорганизации, самосозидания (автопоэза) и самодвижения. Таким образом, в рамках эволюционно-синергетического и диссипативно-структурного подходов самоорганизация предстаёт как одна из форм организации материи. При этом определяются, с одной стороны, равновесные формы организации, отличающиеся от самоорганизации, а с другой – под «крышей» указанных подходов объединяются в особый класс – *нелинейно-динамический* – практически все физические, химические и биологические структуры, которые ранее принципиально не сводились вместе.

Картина мира, рисуемая классическим разумом (классической наукой) – это мир жёстко причинно-следственных связей, согласно которым результат внешнего управляющего воздействия есть однозначное, линейное, предсказуемое воздействие. Чем больше вкладываешь, например, энергии, тем больше должна быть и отдача, следствие прямо или линейно пропорционально причине.

Ещё один из господствующих по сей день мифов линейного (классического) мышления – это представление о том, что процессы бурного роста (например, возрастания народонаселения земного шара, рост научного знания, «экономическое чудо») происходят по экспоненциальной зависимости, т.е. предполагался весьма и весьма быстрый рост. На самом деле, большинство процессов лавинообразного роста происходят даже не по экспоненте, а в так называемом режиме с обострением, когда рассматриваемые величины хотя бы часть времени изменяются по закону неограниченного возрастания за конечное время.

Бельгийский и американский физик и химик российского происхождения, лауреат Нобелевской премии по химии 1977 года, виконт Бельгии. Основная масса его работ посвящена неравновесной термодинамике и статистической механике необратимых процессов. Было показано существование неравновесных термодинамических систем, которые, поглощая вещество и энергию из окружающего пространства, могут совершать качественный скачок к усложнению (диссипативные структуры). Причём такой скачок не может быть предсказан, исходя из классических законов статистики. Такие системы позже были названы его именем.



**ПРИГОЖИН Илья Романович** ((12)25.01.1917–28.05.2003)

Выдающийся современный мыслитель *Илья Пригожин* приложил немало усилий к тому, чтобы включить в парадигму современного научного сознания концепции, известные как «самоорганизация» или «возникновение порядка из хаоса». *Самоорганизация – это процесс, в ходе которого создаётся, воспроизводится или совершенствуется организация сложной динамической системы.* Система называется самоорганизующейся, если она стремится сохранить свои свойства и природу протекающих процессов за счет *структурных изменений.*

Класс систем, способных к самоорганизации, – это *открытые, нелинейные системы.* *Открытость системы означает наличие в ней источников и стоков, обмена веществом, информацией и энергией с окружающей средой.*

Открытость системы – необходимое, но не достаточное условие для её самоорганизации: то есть всякая самоорганизующаяся система открыта, но не всякая открытая система самоорганизуется, строит структуры. Всё зависит от взаимодействия двух противоположных начал: создающего структуры, наращивающего неоднородности в сплошной среде (работы объёмного источника) и рассеивающего (диссипирующего), размывающего неоднородности, т.е. начал самой различной природы. Обсудим некоторые детали и механизмы возникновения сложноорганизованных систем и структур.

### 13.2. Динамика возникновения диссипативных структур

Как уже отмечалось во многих предшествующих пунктах и главах учебника, для возникновения структур, составленных из тех или иных элементов, необходимо существование достаточно прочных связей между этими элементами. Для образования таких связей необходима возможность *диссипации, рассеяния, передачи в окружающую среду энергии связи.* Необходима внешняя «окружающая среда» и в ней должна быть какая-то исходная неоднородность, к которой переходит часть энергии извне.

Практически все наиболее сложные структуры вокруг нас – это структуры *диссипативные,* они могут существовать только при наличии непрерывного «сквозного» потока энергии или вещества. Простейший классический пример диссипативной структуры – это уже обсуждавшиеся ячейки Бенара – правильные шестигранные конвективные ячейки, возникающие в плоском слое жидкости, подогреваемой снизу. *Внутренняя структура Земли – также диссипативная структура,* порождённая конвективным переносом тепла и подвижных лёгких компонентов вещества из глубины к поверхности (обсуждалось ранее в связи с проблемой начала жизни и возникновения кислорода в атмосфере Земли). Структура земной поверхности – результат как внутривоздушных диссипативных процессов, так и потока солнечной энергии.

Как же возникают структуры на фоне диссипации, ведь естественные процессы – это самопроизвольно протекающие процессы, связанные с возрастанием энтропии, а *производство энтропии* эквивалентно *производству беспорядка* и связано с разрушением структур? Противоречия здесь нет. Возникновение диссипативных структур связано с производством *избыточной энтропии*. При определённых условиях, находясь *вдали от равновесия*, неравновесная стационарная система *становится неустойчивой*. В результате она естественным образом переходит в новое более организованное состояние (*с меньшей энтропией*), которое обеспечивает более эффективное «избыточное» производство энтропии в претерпевшей изменения системе (например, бенаровская конвекция – на несколько порядков более эффективный способ переноса и рассеяния тепла, чем теплопроводность). Наглядными примерами диссипативных структур, кроме ячеек Бенара, вихрей Тейлора в течении Куэйта, являются такие природные явления, как циклоны, торнадо (смерчи) в атмосфере, а также некоторые облачные структуры. Все эти конвективные структуры резко увеличивают эффективность диссипации тепловой энергии и, значит, эффективность производства энтропии. Диссипативными структурами в принципе той же природы, хотя и неизмеримо более сложными, являются все живые существа и экологические системы, поддерживающие своё существование путём непрерывного обмена веществом и энергией с внешней средой – *выбросом из себя энтропии, поглощением негэнтропии*.

Итак, мир живёт в условиях диссипации, за все высокоорганизованные структуры он платит увеличением хаоса и снижением качества энергии, и когда-то всё это, возможно, закончится. Встаёт вопрос: а как же всё это началось? Как сконцентрировался тот огромный запас энергии высокого качества, который сейчас расходуется?

### 13.3. Устойчивость структур и механизм их эволюции

Теперь надо понять, *как конкретно происходит возникновение (изменение) структур*. Можно пытаться понять это, имея в виду термодинамическую теорию диссипативных структур, но гораздо раньше оно осмысливалось как механизм *эволюции*, как механизм закономерного, направленного изменения естественных объектов и систем.

Представление о нашем мире как о непрерывно эволюционирующем, становление и развитие которого продолжается и в настоящее время, было впервые научно обосновано Чарльзом Лайелем (1797–1875) в его знаменитом труде «Основы геологии», вышедшем в свет в 1830–1833 гг. Эволюционные идеи Лайеля сыграли свою роль и в создании Чарльзом Дарвином его теории (скорее учения) происхождения видов. В проблеме

эволюции, начиная с Дарвина, основными вопросами были: что является движущей силой эволюции? Как осуществляется переход к новой структуре? Конкретно в отношении биологической эволюции Дарвин предложил в качестве движущей силы случайные изменения и естественный отбор, а в качестве механизма – постепенное накопление признаков, улучшающих конкурентоспособность. Эти положения Дарвина оспаривались многими учёными, оспариваются и сейчас, но не столько в принципе, сколько в конкретных деталях. Впоследствии дарвиновский эволюционный подход был распространён и на другие природные объекты: географические ландшафты, геологические структуры, планеты, планетные системы, звёзды, галактики и, наконец, Вселенную. При этом он был уточнён и скорректирован с последними достижениями науки, особенно с достижениями науки в XX веке.

В отношении *общей эволюции нашего мира* сейчас можно сказать, что *движущей силой* является *расширение Вселенной и диссипация*, а её *механизм* не такой гладкий, перманентный, как его предполагал Дарвин. Он, прежде всего, включает *резкие скачкообразные преобразования структур*. Изменение и, в частности, усложнение структур, происходит не путём непрерывного накопления малых изменений, а путём скачков, связанных с резкой глубокой перестройкой. Действительно известно, что наш эволюционирующий мир дискретен, корпускулярен: вещество собрано в галактики, звёзды, планеты, звёзды закономерно эволюционируют, проходя несколько дискретных, чётко различимых стадий; на Земле мы видим чётко различающиеся типы геоструктур, такие, как материки и океаны, горы и равнины; в биологии – множество (миллионы) отчётливо различающихся видов. Если бы эволюция осуществлялась путём *постепенных* переходов из одного состояния в другое, то такой дискретной картины видов мы бы не наблюдали – все границы были бы смазаны, всегда присутствовали бы многочисленные промежуточные формы, которые за последние 150 лет не обнаружены!

Мы видим дискретность и в *вещественной, пространственной*, структуре Вселенной, и в каждой её части, а в протекании любых эволюционных процессов, меняющих эту структуру, – дискретность *во времени*. Одно (пространство) неразрывно, как впервые показал это Минковский, связано с другим (временем). *Четырёхмерное многообразие мира Эйнштейна-Минковского требует, чтобы наблюдаемая дискретная пространственная структура создавалась дискретными во времени процессами*.

Как осуществляются скачкообразные переходы одной структуры в другую? Каждая диссипативная структура представляет собой *динамическую систему*, которая сохраняет свою идентичность, стабильность благодаря непрерывному обмену с окружающей средой и такому характерному свойству, как *устойчивость*. Устойчивость свойственна как



статическим, равновесным структурам, так и динамическим. *Смысл понятия устойчивости в нечувствительности структуры к изменению внешних условий (в определённых конечных пределах) и в возможности для данной структуры воспроизводиться при воспроизведении тех же условий.*

Все эти условия устойчивости в точности могут быть выполнены только *в идеале*, в реальности же всегда что-то меняется, поэтому невозможно, повторяя опыт, точно воспроизвести все условия. *Практически устойчивость означает отсутствие существенных отклонений, сохранение основных, важных для структуры характеристик при приблизительном воспроизведении условий.*

Если бы структуры не обладали устойчивостью, нельзя было бы говорить о них как о структурах вообще, они рассыпались бы под действием постоянно имеющих место *флуктуаций* – случайных колебаний внешних условий и параметров внутреннего состояния системы. В более сложных системах более сложны и многообразны и процессы, обеспечивающие устойчивость. Сопротивление судна переворачиванию обусловлено формой его корпуса и закономерностью распределения груза, благодаря чему при крене возникает возвращающий в вертикальное положение момент. Поднятие гор активизирует процессы их разрушения, а прогибание впадин – процессы их заполнения осадками. Поэтому Земля устойчиво сохраняет очень близкую к идеально шарообразной форму. Особенно сложен комплекс процессов, способствующих стабильности внутренней среды живого организма при очень сильно меняющихся внешних условиях. Например, температура тела теплокровного животного сохраняется с точностью до 0,1 градуса при изменении температуры внешней среды на величину во много десятков градусов.

#### **13.4. Механизмы потери устойчивости структур, катастрофы, бифуркации, математическая теория катастроф и прогнозы будущего**

Среди новых математических теорий, исследующих сложные системы, а значит их самоорганизацию и эволюцию, особое место отводится так называемой теории катастроф, возникшей в конце 60-х годов XX столетия благодаря французскому математику Рене Тому, развитой затем в работах русского математика Владимира Арнольда. Бум, который возник в обществе в связи с новой теорией, был таков, что стали писать о перевороте в математике, о том, что новая наука гораздо ценнее, чем классический математический анализ, что теория катастроф даёт универсальный рецепт для исследований любого рода. Мода на новую возникшую науку была столь велика, что появились многие сотни научных и околонаучных публикаций, в которых теория катастроф применялась к эмбриологии

и психологии, кардиологии и лингвистике, социологии и геологии, к проблемам психических расстройств и поведению биржевых игроков, влияния алкоголя на водителей и т.д. Владимир Арнольд считает, что это случилось благодаря хорошо подобранному термину, как в своё время стали популярными кибернетика (детище американского математика Норберта Винера) и синергетика (детище Германа Хакена). «Трудно поверить, – говорил Анри Пуанкаре, – какую огромную экономию мысли может осуществить одно хорошо подобранное слово». Вот и термин «теория катастроф» Рене Том придумал для обозначения качественного изменения объекта при плавном изменении параметров, от которых этот объект зависит.



**РЕНЕ Том** (2.09.1923 – 25.10.2002)

*Французский математик, специалист в области алгебраической и дифференциальной топологии, развил один из вариантов теории особенностей – теорию катастроф, включающую в себя теорию бифуркаций. Понятие «катастрофа» означает резкое качественное изменение объекта при плавном количественном изменении параметров, от которых он зависит (всего существуют семь элементарных катастроф по Тому); теория катастроф нашла применение в прикладной математике, физике, экономике. Лауреат Филдсовской премии 1958 г. за разработку одного из вариантов теории когомологий.*



**ХАКЕН Герман**  
(род. 12.07.1927)

*Немецкий физик-теоретик, основатель одного из междисциплинарных направлений исследования в науке XX века – синергетики, изучающей сложные системы, состоящие из множества элементов, частей, компонентов, взаимодействующих, как правило, нелинейным образом, обосновал ключевые принципы синергетики – подчинения и круговой причинности. С декабря 1997 г. – почётный профессор и возглавляет Центр синергетики в Институте теоретической физики и синергетики университета Штутгарта, а также ведёт исследования в Центре по изучению сложных систем в США. Является издателем шпрингеровской серии книг по синергетике, в рамках которой к настоящему времени опубликовано уже 69 томов.*

Такие скачкообразные перестройки принято называть «катастрофами», и математическая теория, созданная для их описания, имеет это же название – *теория катастроф*. Во избежание путаницы подчеркнём, что эти «катастрофы» не имеют ничего общего с катастрофами, считавшимися до появления труда Ч. Лайеля *причиной* изменений (эволюции) в природной среде. Те катастрофы были катастрофами и в обычном смысле, вызванными внешними, никак не связанными с внутренними характеристиками рассматриваемой системы обстоятельствами. «Катастрофы», о которых речь пойдет ниже, описывают не причины изменений в природных системах, а *механизм* этих изменений и являются следствием их *внутренних* характеристик.

Механизм и условия появления таких скачков, качественные результаты теории покажем, рассмотрев классический пример – *процёлкивание изогнутой пластины* (полоски, «линейки»).

Упругая пластина, выгнутая вверх, имеет вид арки. Если её *нагружать посередине*, это будет *первый её управляющий параметр*, она начнёт деформироваться, но будет оставаться аркой, выгнутой вверх, хотя и немного кривой, до тех пор пока нагрузка не достигнет критической величины, при которой пластина «процёлкнет» и займёт своё второе устойчивое положение – прогибом вниз. *Вторым управляющим параметром* в такой конструкции может быть *боковое сжатие*, обеспечивающее исходную выгнутость вверх: чем больше оно, тем больше критическая нагрузка и сильнее процёлкивание (рис. 12).

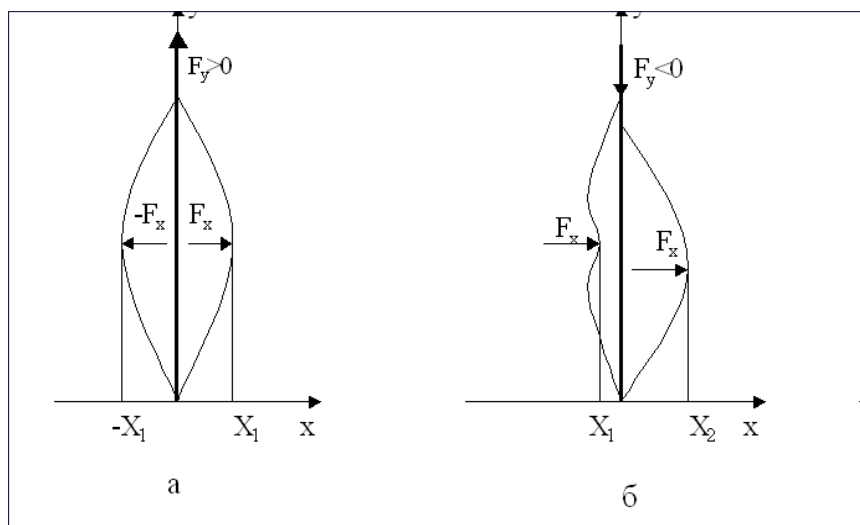


Рис. 12. Простейшая система с «катастрофой» (пояснения в тексте)

Если такую пластинку поставить вертикально и подвергать её вертикальному сжатию и боковой нагрузке в центре, справа или слева мы получим систему с двумя полностью *симметричными* устойчивыми состояниями – выпнутость вправо и выпнутость влево. Действие боковой нагрузки симметрию нарушает, но если нагрузка только вертикальная, оба состояния совершенно равноправны. Между ними находится состояние строгой вертикальности. Неустойчивое при наличии сжимающей вертикальной нагрузки, оно разрушается при любой сколь угодно малой флуктуации.

Здесь хорошо видна важная особенность поведения динамических систем в момент неустойчивости – *неоднозначность дальнейшего поведения*. При возникновении только вертикальной сжимающей силы, линейка может выпнуться в любую сторону, причем вариант, выбранный ею, зависит от *случайных* сколь угодно малых флуктуаций внешних условий или внутренних параметров. После того как путь дальнейшей эволюции выбран (изгибание началось в определённую сторону), система уже не может свернуть с него, но сам выбор пути случаен. Точка неустойчивости в этом случае называется *точкой бифуркации, точкой ветвления* или *раздвоения*. В поведение системы в точке бифуркации вносится принципиальный элемент *случайности*. Это очень важный, фундаментальный для всего естествознания момент. Оказывается, мы имеем дело с *принципиальной неопределенностью не только в микромире, в мире квантов, но и в мире макроскопических, непосредственно наблюдаемых нами явлений*.

Практически проанализировать поведение конкретной динамической системы с помощью теории катастроф не всегда просто. Главная проблема – определить и количественно охарактеризовать основные управляющие параметры. Это удаётся сделать достаточно легко для механических систем, несколько сложнее для химических, термодинамических, чрезвычайно сложно для биологических и особенно сложно для социальных систем.

Подытоживая материал данного пункта, отметим, что математическая теория катастроф сама по себе не создаёт и не предотвращает катастрофы, подобно тому, как таблица умножения при всей её полезности для бухгалтерского учёта не спасает ни от отдельных хищений, ни от неразумной организации экономики в целом. Но, и это самое главное её парадигмальное значение, *теория даёт прогноз будущих изменений в системе*. Трудность решения большинства современных проблем связана, как уже отмечалось, с их *имманентной (внутренне присущей) принципиальной нелинейностью*. Привычные методы получения и принятия решений, а также управления (учёта управляющих параметров, как отмечалось и анализировалось выше), *при которых результаты пропорциональны усилиям,*

*тут не действуют.* Необходимо выработать иную, *нелинейную интуицию*, основанную порой на парадоксальных выводах нелинейной теории.

Вот, например, какие выводы следуют из теории катастроф применительно к системе, находящейся в устойчивом состоянии, признанном плохим (как, скажем, российская экономика на современном этапе, в начале XXI в.), поскольку в пределах видимости имеется лучшее состояние (хотелось бы надеяться на это):

1. Постепенное движение в сторону лучшего состояния *сразу же приводит к ухудшению*. Скорость ухудшения при равномерном движении к лучшему состоянию *увеличивается*.

2. По мере движения от худшего состояния к лучшему *сопротивление системы растёт*.

3. *Максимум сопротивления достигается раньше, чем самое плохое состояние*, через которое нужно пройти для достижения лучшего. После прохождения максимума сопротивления состояние продолжает ухудшаться.

4. По мере приближения к самому плохому состоянию сопротивление с некоторого момента начинает уменьшаться и, как только самое плохое состояние пройдено, полностью исчезает, а система начинает «притягиваться» к лучшему состоянию.

5. Слабо развитая система может перейти в лучшее состояние почти без предварительного ухудшения, в то время как развитая система, в силу своей устойчивости, на такое непрерывное улучшение не способна.

6. Если, однако, систему удаётся сразу, скачком, а не непрерывно, перевести из плохого устойчивого состояния в состояние, достаточно близкое к лучшему, то дальше *она сама собой будет эволюционировать в сторону лучшего состояния*.

С этими объективными законами функционирования нелинейных систем нельзя не считаться. Теория катастроф даёт возможность получить и количественные модели. Но в некоторых случаях качественные выводы теории катастроф представляются более важными и даже более надёжными, поскольку они мало зависят от деталей.

### 13.5. Природные диссипативные структуры (стихии)

Очень эффективные диссипативные структуры постоянно возникают и часто являются «катастрофами» не только по механизму своего образования, который описывается *теорией катастроф*, но и в обычном смысле по своему воздействию на жизнь человека. Это, прежде всего, различные атмосферные явления, а также извержения вулканов и землетрясения.

*Облака* – самые разнообразные и красивые образования, имеющие отчётливую и наглядную диссипативную структуру (кроме того, они ещё и *фрактальные* по своей геометрической природе, о чём будет сказано в следующем параграфе). Это динамические образования, существующие лишь при условии непрерывного переноса влаги потоками воздуха. Облака – очень упорядоченные структуры, и существует не так много стандартных типов облачности, связанных с совершенно определёнными динамическими процессами в атмосфере (хотя мелкие детали формы облаков очень разнообразны, поэтому до сих пор не удалось автоматизировать наблюдения за облаками).

*Тропический циклон* (гр. *kyklos* – *кружащийся*), он же тайфун (китайское название), он же ураган (классификация по шкале Бофорта) – это сложнейшая вихревая структура, обеспечивающая скачкообразное усиление рассеяния энергии, накопленной в нагретой воде некоторого участка океана. Нагреваемая Солнцем вода океана длительное время спокойно отдаёт своё тепло и влагу атмосфере, там возникают конвекционные потоки, появляются облака, выпадают дожди, часть тепла в виде длинноволнового излучения уходит в космос, в открытое пространство. Но вдруг, по достижении потоком тепла, отдаваемого океаном, определённой интенсивности на участке поверхности достаточно большой площади характер теплоотдачи резко меняется – возникает тропический циклон. Огромная скорость ветра и волнение моря приводят к увеличению теплоотдачи с его поверхности в десятки раз. Основное количество тепла отнимается у воды путём испарения. Когда влага конденсируется в облаках, она отдаёт скрытую теплоту паробразования атмосфере – это очень эффективный механизм теплопередачи. Часть тепла преобразуется в энергию ветра, который усиливает теплоотдачу. Начавшийся, благодаря такой *положительной обратной связи* циклон очень быстро набирает максимальную интенсивность – происходит **скачок** системы в новое состояние с определённым образом *упорядоченной* вихревой структурой. А по существу – это такая же перестройка, усложнение структуры, способствующее *усилению диссипации*, как возникновение правильных конвективных ячеек в подогреваемой снизу жидкости (бинаровская конвекция).

Циклон (тайфун, ураган) – структура *устойчивая*: раз возникнув, он сохраняется и при довольно значительном изменении условий, перемещаясь по поверхности океана на большие расстояния туда, где он никогда бы не мог *возникнуть*, и даже выходит на сушу.

*Явление Эль-Ниньо* – перегрев больших масс воды в восточной экваториальной зоне Тихого океана, ослабление пассатов, оттеснение к югу холодного Перуанского течения – это опять перестройка структуры

атмосферной циркуляции, только ещё большего масштаба, чем восточноазиатский тихоокеанский тайфун.

Наконец, ещё более крупные перестройки – *глобальные оледенения*, ледниковые периоды. Это тоже скачки из одного устойчивого состояния в другое. Оледенение, возникнув, способно поддерживать само себя: лёд и снег обладают большой отражательной способностью и сильно уменьшают поглощение поверхностью Земли солнечного тепла. Охлаждающее действие постоянных ледников продлевает продолжительность снежного покрова там, где он непостоянный. Лес заменяется тундрой, которая также поглощает тепла меньше, а отражает больше. Таким образом, начавшийся после преодоления какой-то критической грани процесс оледенения способен поддерживать сам себя длительное время – опять мы имеем дело с положительной обратной связью и принципом максимального промедления. Но переход от межледниковья к ледниковью и обратно происходит очень резко, катастрофически.

Возникновение и жизнь *вулканов* – это процесс, в известном смысле, аналогичный процессу возникновения и жизни ураганов. Здесь также возникают устойчивые диссипативные конвективные структуры, резко интенсифицирующие рассеяние внутрипланетной тепловой энергии. Вулканы (вулканические центры), как и ураганы, зарождаются в определённых тектонически активных районах при определённых условиях и через какое-то время прекращают свою активность. Значительно большее время жизни вулканического центра, по сравнению с временем жизни урагана, связано с значительно большими характерными временами процессов тепло- и массопереноса в недрах Земли по сравнению с атмосферой.

Аналогичную картину можно увидеть и в *экономике*. Два листа поверхности равновесия (сборки) могут описывать, например, состояния, соответствующие низкому уровню производства в сочетании с низким уровнем потребления и высокому уровню производства с высоким уровнем потребления. Эти состояния отчетливо видны: мир разделён на две хорошо различающиеся системы или группы – *группу промышленно развитых* и *группу отсталых* (довольно лицемерно называемых «развивающимися») стран. Пропасть между этими группами стран продолжает углубляться, а промежуточные устойчивые состояния отсутствуют. *Перейти из бедной в богатую группу можно только скачком*. Здесь также присутствует положительная обратная связь: снижение потребления сужает рынок, заставляет снижать производство, порождая безработицу и тем самым дальше снижая потребление. Бедность приводит к снижению уровня образования, квалификации и технологии, что дальше усиливает эту бедность. *Расщепляющим параметром* здесь может служить степень

диверсификации и монополизации производства: при натуральном хозяйстве кризисы исключены (как скачки вниз, так и скачки вверх), они возможны только, когда есть общественное разделение труда, и глубина их тем больше, чем сильнее такое разделение и чем монополизированнее отдельные отрасли. С *нормальным* параметром здесь сложнее – экономическая наука, во всех её существующих ипостасях, пока не в состоянии учесть при формализации задачи факторы индивидуальной и массовой психологии, идеологии и политики. Простой сборкой здесь не обойтись, но на некоторую (вот только непонятно, на какую конкретно) комбинацию сборок в соответствии с общей теорией катастроф, очевидно, можно разложить и экономику, и социологию, и многие другие гуманитарные науки.

### 13.6. Фундаментальные концепции постнеклассического естествознания

Сформулируем основные, фундаментальные понятия *постнеклассической* или *эволюционно-диссипативной парадигмы* как развивающейся парадигмы современного естествознания. Известно, что материальное единство мира находит своё отражение и в исследованиях взаимосвязи целого и его частей. Постнеклассицизм описывает процессы, где целое обладает такими свойствами, которых нет у его частей, проявляется так называемое свойство *эмерджентности* системы. Новая парадигма ставит задачу отыскать единую основу организации мира как для простейших, так и для сложных его структур. До настоящего времени в естествознании преобладающим был подход, согласно которому *часть* всегда рассматривалась как *более простое*, чем целое. В постнеклассицизме делается попытка описать развитие мира в соответствии с его внутренними законами развития (*дао*, согласно воззрениям Лао-цзы) и при этом на основании результатов всего комплекса естественных наук.

Одним из наиболее фундаментальных понятий постнеклассицизма является понятие *нелинейности*. *Основным вопросом*, который постнеклассицизм обсуждает в своих задачах, является вопрос о том, *как возникает порядок из беспорядка (хаоса)*, как об этом писал Пригожин), как в *однородной, в среднем неравновесной среде* появляются вполне определённые *структуры*. *Основой постнеклассики* служит единство явлений, моделей и методов, с которыми приходится сталкиваться при исследовании процессов «возникновения порядка из беспорядка» в химии (реакция Белоусова-Жаботинского), космологии (спиральные галактики, крупномасштабная структура Метагалактики), экологии (организация сообществ) и т.д. Примером самоорганизации в гидродинамике служит образование в подогреваемой жидкости (начиная с некоторых градиентов тем-



пературы) шестиугольных медовых ячеек Бенара или возникновение торoidalных вихрей (вихрей Тейлора) между вращающимися цилиндрами.

Постнеклассическая парадигма наделена необычными идеями и представлениями. *Во-первых*, становится очевидным, что сложноорганизованным системам нельзя навязывать пути их развития. Скорее, необходимо понять, как способствовать их собственным тенденциям развития, как выводить системы на эти пути. *Во-вторых*, она демонстрирует нам, каким образом и почему хаос может выступать в качестве созидающего начала, конструктивного механизма эволюции, как из хаоса собственными силами может развиваться новая организация, возникать новая структура. *В-третьих*, новая парадигма свидетельствует о том, что для сложных систем, как правило, существует несколько альтернативных путей развития. Несмотря на то, что путей эволюции много, с выбором конкретного дальнейшего пути развития в точке ветвления (точке бифуркации), выбором, возникающим при достижении определённых стадий эволюции, она проявляет себя как некая предопределённость, предзаданность, преддетерминированность развёртывания процесса. Настоящее состояние системы не только определяется её прошлым, но и строится, формируется из будущего(!), в соответствии с грядущим порядком. *В-четвёртых*, постнеклассика открывает новые принципы суперпозиции, сборки сложного эволюционного целого из частей, построение сложных развивающихся структур из структур простых. Но объединение простых структур не сводится к их простому сложению: имеет место перекрытие областей локализации структур с дефектом энергии. Целое уже не равно сумме частей – проявляется то, что принято называть эмерджентностью. Вообще говоря, оно не больше и не меньше суммы частей, оно качественно иное. Появляется и новый принцип временного согласования частей (сосуществование структур разного возраста в одном темпоритме (времени)). *В-пятых*, она даёт знание о том, как надлежащим образом оперировать со сложными системами и как эффективно управлять ими. Оказывается, главное – не сила, а правильная топологическая конфигурация, архитектура воздействия на сложную систему (среду). *В-шестых*, постнеклассика раскрывает закономерности и условия протекания быстрых, лавинообразных процессов и процессов нелинейного, самостимулирующего роста. Важно понять и знать, как можно инициировать такого рода процессы в открытых нелинейных средах, например в среде экономической, социальной, в любой иной, и какие существуют требования, позволяющие избежать вероятностного распада сложных структур вблизи моментов максимального развития.

Модели постнеклассицизма – это модели нелинейных неравновесных систем, подвергающихся действию флуктуации. В момент перехода упорядоченная и неупорядоченная фазы отличаются друг от друга столь

мало, что именно флуктуации переводят одну фазу в другую. Если в системе возможны несколько устойчивых состояний, то возникающая флуктуация отбирает лишь одно из них. При анализе сложных систем, например в биологии или экологии, синергетика исследует простейшие основные модели, позволяющие понять и выделить наиболее существенные механизмы «организации порядка» (избирательную неустойчивость, вероятностный отбор, конкуренцию или синхронизацию подсистем и другие механизмы).

Большинство изучаемых природных и гуманитарных систем (физических, биологических, химических, экологических и т.д.), как ранее отмечалось, *диссипативные, т.е. поглощающие и расстрачивающие (рассеивающие) энергию*. Общность нелинейных процессов в открытых диссипативных системах, которая и стала основой постнеклассицизма, приводит к тому, что появляется возможность описывать явление из самых разных областей с помощью близких математических моделей.

Подытоживая проведённый краткий анализ фундаментальных основ нового видения мира, мира синергетического, диссипативно-структурированного, можно привести *ключевые положения*, раскрывающие их *сущность*, на которые указал в интервью по случаю 30-летия синергетики (в 1999 г.) Герман Хакен, *родоначальник этого научного направления*.

Исследуемые системы состоят из нескольких или многих, одинаковых или разнородных частей, которые находятся во *взаимодействии* друг с другом; эти системы являются *нелинейным*; при рассмотрении физических, химических и биологических систем речь идёт об *открытых системах*, далёких от теплового равновесия; эти системы подвержены *внутренним и внешним колебаниям*; системы могут стать *нестабильными*; в них происходят *качественные изменения*, обнаруживаются *эмерджентные (внезапно возникающие) новые качества*; появляются *пространственные, временные, пространственно-временные или функциональные структуры*; структуры могут быть *упорядоченными или хаотическими*; во многих случаях возможна математизация. С нашей точки зрения, среди основных положений синергетики должно быть место также для *пространственно-временной необратимости*, признака как живой, так и неживой природы, необратимости, которой нет в классических науках.

Мир синергетики, катастроф и диссипативных структур – это мир, в котором жизнь и человек существуют не случайно и в котором *антропный принцип* (см. гл. 14) выступает в качестве фактически центрального интегрального принципа самоорганизации.

*Жизнь и человек не случайны потому, что в этом мире есть место хаосу – этому универсальному «клею» эволюции, особому чувствительному состоянию системы к самым слабым флуктуациям. Открытие хаоса в совре-*

*менном научном естествознании – это открытие временного горизонта принципиальной непредсказуемости многих будущих событий.*

Получает новое видение, новый смысл антропный принцип, суть которого американские физики Барроу и Типлер сформулировали примерно так: эволюционирующая, становящаяся Вселенная – это самонаблюдающая, самоизмеряющая, самовычисляющая Вселенная, в которой существует внешний, находящийся вне времени и пространства наблюдатель – законодатель для всех происходящих в нашем мире событий.

Однако наше осознание занять в постнеклассических исследованиях атемпоральную (вневременную) точку зрения только ещё начинает возникать, нам сильно мешает не только ньютоново-картезианская и лапласово-детерминистская классическая парадигмы, но и весь научный язык, и многое другое, связанное с особенностями развития западной культуры, западной цивилизации, порождённой древнегреческой натурфилософией и естествознанием. Проблемы науки оказываются в самом человеке, в сопряженности его внешнего и внутреннего опыта, в его месте и роли в сложноорганизованном природном мире.

Это позволяет говорить о *постнеклассике нескольких уровней*. *Постнеклассика первого уровня* – это наука наблюдаемых систем, *второго* – наука наблюдающих систем, находящихся в отношении дополнительности (по Бору) друг к другу. Возникающий диалог между ними благодаря ряду общих основополагающих принципов ведёт к концепции единого постнеклассического гиперпространства становящегося бытия и его познания. Осмысление (или, точнее, освоение) этого гиперпространства с необходимостью ведёт к *постнеклассике третьего уровня* – *постнеклассике человека* со своим внутренним языковым пространством исследовательского поиска подлинно личностных и эволюционных оснований человеческого бытия.

### Тесты к главе 13

1. Жёсткий детерминизм (линейная причинно-следственная связь) лежит в основе:

а) неклассического естествознания; б) классического естествознания; в) теории самоорганизации; г) теории катастроф; д) постнеклассического естествознания.

2. Реальные природные процессы лавинообразного роста развиваются, как правило:

а) по экспоненте; б) в режиме с обострением (неограниченного возрастания за конечное время); в) в режиме бифуркаций; г) в режиме странных аттракторов; д) в режиме динамического хаоса.

3. Какие из приведённых ниже характеристик систем наиболее полно и точно соответствуют сущности синергетики:

а) нелинейность, эмерджентность, закрытость, стационарность; б) нестабильность, открытость, диссипативность, нелинейность; в) открытость, неравновесность, линейность, катастрофичность; г) стабильность, стационарность, негэнтропийность, закрытость,

4. Основной чертой (характеристикой) глобального эволюционизма является:

а) разрушение упорядоченности систем и переход к хаосу; б) направленность развития на структурную упорядоченность; в) направленность изменений в область странных аттракторов; г) приобретение системой эмерджентных свойств.

5. В популяции возникают и в процессе размножения накапливаются мутации, происходит борьба за существование и естественный отбор, поэтому популяцию принято считать:

а) единицей эволюции; б) единицей системы органического вида; в) формой существования вида; г) элементом экосистемы.

6. Какую роль играет онтогенез в эволюции вида:

а) в процессе онтогенеза возникают модификации; б) в процессе онтогенеза на организм воздействует среда обитания; в) в процессе онтогенеза особи кратко повторяют историю вида; г) в процессе онтогенеза возникают мутации.

7. Пройдя точку бифуркации, любая природная (органическая) система:

а) случайно выбирает путь нового развития; б) переходит в состояние динамического хаоса; в) успокаивается в полюсе странного аттрактора; г) коллапсирует в положение аттрактора.

8. Самоорганизация в системах любого иерархического уровня является выражением действующих в ней:

а) детерминистских законов; б) вероятностных законов; в) нелинейных законов; г) законов динамического хаоса; д) законов фрактальности.

9. Какое толкование понятия «синергетика» является наиболее точным:

а) синфазное действие частей системы; б) когерентная организация частей в целое; в) синхронное деление системы на части; г) сотрудничество, совместное действие; д) сосредоточение разделённых частей в целое; е) содружество, обеспечивающее эмерджентность системы.

10. Термином «фрактальность» определяют:

а) геометрическую кривизну пространств; б) дробную размерность тел и пространств; в) самоподобие геометрических конфигураций пространств; г) множество самоподобных структур; д) структуру дискретного пространства-времени; е) антиэнтропийность процессов самоорганизации систем;

11. Под термином «аттрактор» понимается:

а) точка бифуркации; б) область притяжения решений; в) область расслоения решений; г) множественность решений; д) инфинитность движений; е) притяжение к центру симметрии.

12. Понятием «бифуркация» определяется:

а) область эволюции и кризисов жизни; б) стационарность состояний; в) ветвление решения в критической точке; г) сцепление частей в целое; д) рождение паттерна организации; е) кривизна пространства-времени; ж) диссипативность структур.

13. Критическое значение параметров системы, при которых возможен неоднозначный переход в новое состояние, называется:

а) аттрактором; б) точкой бифуркации; в) сингулярностью; г) флуктуацией; д) хаосом.

14. Самоорганизация – это:

а) скачкообразный, необратимый переход системы в новое состояние; б) плавный эволюционный процесс развития системы; в) обратимые переходы системы из одного состояния в другое; г) стабильное состояние системы.

15. Процессы самоорганизации характерны для:

а) открытых неравновесных систем; б) открытых равновесных систем; в) закрытых неравновесных систем; г) закрытых равновесных систем.

16. Фрактальная геометрия определяется как:

а) геометрия, описывающая простейшие свойства физического пространства; б) отрасль математики, исследующая себе подобные (самоподобные, скейлинг) структуры, как правило, нецелочисленной (дробной) размерности; в) одна из неевклидовых дискретных геометрий; г) геометрия с отрицательной кривизной.

17. Дайте правильные примеры явлений самоорганизации в неживой природе:

а) переход ламинарного течения жидкости в турбулентное течение; б) рассеивание газа при расширении; в) перераспределение вещества при его растворении; г) возникновение ячеек Бенара при конвектив-

ном нагревании чистой жидкости; д) протекание автоколебательных химических реакций; е) возникновение упорядоченных пространственных структур при кристаллизации твёрдого тела.

18. Что такое самоорганизующиеся процессы:

а) переход системы из одного состояния в другое; б) разрушение первоначальной структуры; в) рассеяние энергии в пространство; г) процессы, при которых возникают более сложные и более совершенные структуры.

19. Какие структуры называют диссипативными:

а) структуры, подразумевающие некую внутреннюю иерархию; б) структуры с некоторой пространственно-временной неоднородностью; в) закономерное пространственное расположение атомов, ионов (иногда молекул), составляющих кристаллические вещества; г) пространственные, временные или пространственно-временные структуры, которые могут возникать вдали от равновесия в нелинейной области, если параметры системы превышают предельные критические значения.

20. Перечислите свойства диссипативных структур:

а) они образуются в открытых системах, далеких от термодинамического равновесия, в результате флуктуации до макроскопического уровня; б) их самоорганизация происходит в результате экспорта энтропии; в) возникновение пространственного или временного порядка аналогично фазовому переходу; г) переход в упорядоченное состояние диссипативной системы происходит в результате неустойчивости предыдущего неупорядоченного состояния при критическом значении некоторого параметра, отвечающем точке бифуркации; д) они описываются средствами классической механики и равновесной термодинамики.

21. Что такое диссипация энергии:

а) переход части энергии упорядоченного процесса в энергию неупорядоченного процесса, а в конечном итоге – в теплоту; б) поверхностный интеграл по поверхности, через которую осуществляется перенос энергии; в) обратимое превращение электромагнитной энергии в механическую или тепловую; г) явление, при котором нарушается закон сохранения энергии.

22. Что такое энтропия:

а) особая функция состояния, являющаяся количественной мерой необратимого рассеяния энергии; б) энергия тела, зависящая только от его внутреннего состояния; в) функция, равная полной работе, производимой системой в процессе, за вычетом работы против внешнего давле-

ния; г) физическая величина, отражающая число термических степеней свободы.

23. Что такое странный аттрактор:

а) момент ветвления траектории, когда в системе происходят серьезные изменения: меняются структура системы, пропорции, а затем, в ходе адаптации к новой структуре, и механизм ее функционирования; б) притягивающее множество траекторий в фазовом пространстве, в котором точки никогда не повторяются и орбиты никогда не пересекают друг друга, однако как точки, так и орбиты остаются внутри некоторой области в фазовом пространстве. В отличие от предельных циклов или точечных аттракторов странные аттракторы являются непериодическими и имеют фрактальную (дробную) размерность; в) периодическая флуктуация; г) природное или синтетическое вещество, привлекающее хищных животных.

24. Система называется самоорганизующейся, если она стремится сохранить свои свойства и природу протекающих процессов за счёт:

а) физиологических изменений; б) энергетических изменений; в) эволюционных изменений; г) структурных изменений; д) естественного отбора; е) селекции.

25. Вселенная расширяется и остывает, энтропия растёт, но это ведёт к появлению потока рассеяния энергии, который привел к образованию:

а) белых карликов и Солнечной системы; б) животных и человека; в) макроскопических неоднородностей всех масштабов; г) черных и белых дыр.

26. Для превращения флуктуации в макронеоднородности и сложные, развитые структуры необходим или необходимо:

а) направленный поток энергии и вещества; б) повышение энтропии; в) повышение температуры; г) излучение энергии порциями или квантами.

27. Смысл понятия устойчивости заключается в:

а) нечувствительности структуры к изменению условий и в её возможности воспроизводиться при воспроизведении тех же условий; б) чувствительности структуры к изменению условий и в возможности для данной структуры воспроизводиться при воспроизведении тех же условий; в) нечувствительности структуры к изменению условий и в возможности для данного понятия воспроизводиться при воспроизведении тех же условий.

28. Тропический циклон как некое геофизическое явление – это:

а) сложнейшая вихревая структура, обеспечивающая скачкообразное ослабление рассеяния энергии, накопленной в холодной воде некоторого участка океана; б) сложнейшая вихревая структура, обеспечивающая скачкообразное усиление рассеяния энергии, накопленной в нагретой воде некоторого участка океана; в) сложнейшая вихревая структура, обеспечивающая скачкообразное усиление рассеяния энергии, накопленной в нагретом воздухе над некоторым участком океана.

29. Явление Эль-Ниньо, известное с конца XIX столетия, заключается в:

а) перегреве больших масс воды в восточной экваториальной зоне Тихого океана; б) перегреве больших масс воды в восточной экваториальной зоне Тихого океана, ослаблении пассатов, оттеснении к югу холодного Перуанского течения; в) перегреве больших масс воды в восточной экваториальной зоне Атлантического океана.

30. Все существующие научные данные и обобщения говорят нам, что наш мир:

а) подвержен устойчивым пульсациям энергии и энтропии; б) непрерывно эволюционирует; в) достиг пика своего совершенства; г) начинает своё становление заново; д) непрерывно деградирует; е) не меняется с веками.

31. Основной процесс, определяющий эволюцию, – это:

а) постоянная деградация структур; б) локальное усложнение структур в отдельных частях Вселенной; в) постоянные изменения в структуре Вселенной; г) непрерывное расширение Вселенной; д) открытие новых структур Вселенной.

32. Выберите правильное понятие о точке бифуркации в теориях самоорганизации и катастроф, в которой:

а) осуществляется ускоренный переход в новое состояние; б) система, будучи подвержена влиянию принципа наименьшего действия, совершает контролируемый переход в новое состояние; в) совершается предсказуемый переход в новое состояние; г) система достигает некоторого критического состояния, переход из которого осуществляется скачком; д) выбор нового состояния непредсказуем (неоднозначен).

33. Целями синергетики следует назвать:

а) построение эволюционной теории объектов материального мира; б) получение систематических знаний о предметах, явлениях и процессах; в) поиск и открытие универсальных механизмов самоорганизации в



материальном мире; г) создание теории универсального эволюционизма как абсолютно достоверной и единственно правильной картины мира.

34. Первой точкой бифуркации в органическом мире стало:

а) появление гетеротрофов; б) зарождение эукариотов; в) появление клетки; г) возникновение белков; д) возникновение аденина; е) возникновение фотосинтеза.

35. С позиций постнеклассического естествознания все природные (живые и неживые) объекты суть системы:

а) эволюционирующие; б) статистические; в) гомогенные; г) гетерогенные; д) экзотермические; е) динамические.

36. Современное естествознание сосредоточило свое внимание на идеях самоорганизации и:

а) системного анализа; б) фрактальности; в) универсального эволюционизма; г) синтетического эволюционизма; д) тёмной энергии и материи; е) космологии.

37. Видовой состав земной биосферы в процессе происходящей эволюции:

а) не изменяется; б) изменяется волнообразно; в) уменьшается; г) увеличивается.

38. Протекание тех или иных самопроизвольных процессов, ведущих к образованию природных структур на фоне диссипации энергии, якобы явно противоречащих природе возрастания энтропии, и напрямую связанного с ней увеличивающегося хаоса (беспорядка), на самом деле осуществляется за счёт:

а) освобождения части свободной энергии на перестройку структуры; б) производства избыточной энтропии; в) производства избыточной энергии; г) использования энергии окружающей среды.

## Глава 14. ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ КОНЦЕПЦИИ О МЕГА-ИСТОРИИ ВСЕЛЕННОЙ, АНТРОПНОМ ПРИНЦИПЕ И ЧЕЛОВЕКЕ

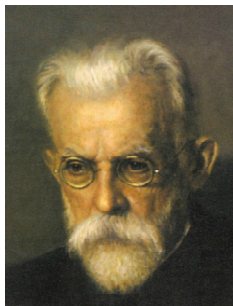
---

### 14.1. О понятии мега-истории Вселенной

Как известно, в исторической науке все начиналось с историй отдельных «цивилизаций». В XVIII–XIX вв. сформировалась концепция всемирной истории – это история первобытного общества, древнейшая история, история Древнего мира, история Средневековья, Новая и Новейшая история. Открытия археологов, антропологов и историков убедительно показали универсальность прошедших событий. Уже в первой половине XX в. было установлено глубокое взаимовлияние геологических, биологических (биотических) и социальных процессов; в результате оформилось новое направление междисциплинарных исследований эволюции – *глобальный* (лат. *globus* – шар) *эволюционизм*. Это история Земли, рассматриваемая как последовательность – образование, развитие и взаимодействие планетарных сфер, в процессе которых сначала биота, а затем общество становились ведущими агентами преобразований.

Основоположниками *глобальной истории* (даже не *всемирной*, связанной только с человеком с момента его появления на сцене Земли) стали наш великий мыслитель *Владимир Вернадский* и французы – антрополог и теолог *П. Тейяр де Шарден* и философ *Э. Леруа*, показавшие, что история человечества является только фазой эволюции земной жизни и разума, которая завершится созданием *ноосферы* (*сферы разума*), если, конечно, выживет в условиях надвигающихся катастроф. Сам Вернадский не обошел проблему дальнейшего распространения эволюционной перспективы за пределы Земли и Солнечной системы, но ответил на неё отрицательно, тогда как немецкие – Г. Фихте. А. Гумбольдт и русские мыслители – Н. Фёдоров и, особенно, К. Циолковский полагали, что разум выведет человека за пределы планеты-колыбели. Вернадский отрицал это, потому что не предвидел достижений современной науки в части опровержения стационарности изотропной Вселенной, бесконечной в пространстве и времени. Идея стационарности и бесконечности мира и отсюда её вывод, что бесконечное не может иметь истории(!), противоречила идее универсальной эволюции. Поэтому Вернадскому пришлось признать, что эволюционный процесс на Земле есть не более чем локальная флуктуация, обречённая на то, чтобы раствориться, подобно

океанской волне (его слова), в бесконечной Вселенной, которая не менялась и «не будет меняться с течением времени».



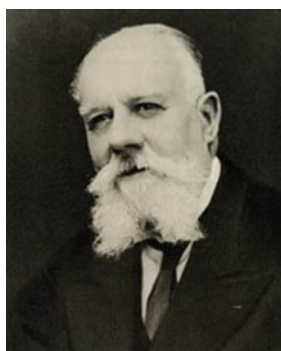
**ВЕРНАДСКИЙ**  
Владимир Иванович  
(12.03.1863–6.01.1945)

*Русский учёный, геохимик, биогеохимик, минеролог, радиогeoлог, великий мыслитель, основатель геохимии, биогеохимии, разработал учение о биосфере, в которой выделял 7 видов вещества, включая живое; являлся сторонником гипотезы панспермии, обосновал закон постоянства биомассы Земли, сформулировал концепцию биологической структуры океана, основатель философского учения о ноосфере (сфере разума) (наряду с Тейяром де Шарденом и Леруа).*



**ТЕЙЯР де ШАРДЕН**  
Пьер (1.05.1881–  
10.04.1955)

*Выдающийся французский палеонтолог, геолог, философ, теолог, член ордена иезуитов, открыл синантропа близ Пекина, разработал концепцию христианского эволюционизма, совместимого с космической эволюцией; рассматривал эволюцию как космический, целенаправленный процесс, в ходе которого материя и энергия, составляющие Вселенную, прогрессивно развиваются в направлении возрастающей сложности и духовности; явился одним из авторов учения о ноосфере (наряду с В.Вернадским и Э. Леруа).*



**ЛЕРУА Эдуард**  
(18.06.1870–11. 11.1954)

*Французский математик, палеонтолог, антрополог, философ, последователь Анри Бергсона; создал эволюционную концепцию, в которой согласовал католические догматы с новейшими открытиями в палеонтологии, антропологии и биологии; рассматривал эволюцию как творческое становление, истоком которого является духовная сила – действующая мысль; предложил термин «ноосфера» и явился одним из идеологов учения о ноосфере (наряду с Владимиром Вернадским и Пьером Тейяром де Шарденом).*

Несколько позднее, в 1980–90-х годах оформилась более грандиозная, чем даже планетарная концепция истории. Возникла и стала развиваться концепция Универсальной (лат. *Universum* – Вселенная), Большой (*Big History*) или *мега-истории* как целостной и единой картины эволюционных процессов, свершившихся во Вселенной от мгновений Большого взрыва до времени современного общества. Возникшая мега-история ставит своей целью преодолеть инерцию монодисциплинарного мышления и отработать научно-методологический инструментарий для *интеграции* *разно-родных моделей астро- и микрофизики, химии, геологии, геохимии, биологии, палеонтологии, антропологии, психологии и историографии*. Итогом всей эволюции оказывается возникновение человека с его познающим интеллектом, что понимается в современной науке как *антропный принцип*.

В основе мега-истории лежат два ключевых достижения в науке прошлого века, которые мы рассмотрели и оценили раньше: во-первых, *релятивистские (фридмановские) модели эволюционной космологии* (на основе теории тяготения Эйнштейна); во-вторых, выявленные Пригожиным *механизмы самоорганизации*, посредством которых открытые физические, химические системы способны спонтанно (лат. *spontaneus* – *самопроизвольный*) удаляться от равновесия с внешней средой и, используя её ресурсы, стабилизировать (гоместазировать) неравновесное состояние.

В итоге вскоре обнаружилось, что *социальная (и духовная), биологическая, геологическая и космофизическая истории* представляют собой *стадии единого эволюционного процесса*, единых универсальных мегатенденций, выходящих за рамки классического и неклассического естествознания. Эти вновь открытые мегатенденции породили новое естествознание – *постнеклассическое* (оно же эволюционное, синергетическое, бифуркационное, имеет и пр. названия), которое подробно было рассмотрено в предыдущей главе учебника.

## 14.2. Этапы и процессы эволюционирующего космогенеза

В своём *развертывании (эволюции)* Вселенная прошла путь от начала Большого взрыва (будем исходить из наиболее признаваемой учёными версии Георгия Гамова возникновения горячей Вселенной) несколько этапов и процессов, приведших к генезису (рождению) и становлению последовательно *физического, химического и биологического миров*. Этапы и соответствующие им процессы эволюционирующего панкосмогенеза, о которых пойдёт речь, это этапы *физио-, астро-, галактико-, химио-, гелио-, гео-, геохимио-, био-, рацио- и антропогенеза*. Несмотря на очевидную разницу каждого из этих этапов, им присуща (или свойственна) одна и та же чисто физическая особенность, которой можно попытаться дать философское объяснение, видя в этой особенности единство принципов

мира и происходящих в нем процессов на всех уровнях его рождения и становления. Так, каждый из названных этапов и процессов характеризуется в начальный момент *высококачественной энергией* (энергией при *низкой энтропии* из-за высоких исходных температур, поскольку энтропия как характеристика беспорядка является величиной обратно пропорциональной температуре). Можно говорить и о *высокой негэнтропийности* рассматриваемого нами созидательного процесса из-за значительного перепада исходной и конечной температур и соответственно большой отрицательной величины энтропии – *негэнтропии*. Поясним сказанное.

Процесс *физиогенеза* или образование *физического мира* характеризуется с момента начала Большого взрыва катастрофическим снижением на 20 порядков температуры, т.е. с  $10^{32}$  до  $10^{12}$  К (температура указана в единицах абсолютной шкалы температур Кельвина). В результате понижения температуры *качество энергии резко снизилось*, что и привело сначала к образованию из *неопределённого (неопределяемого)* планковского бульона частиц и античастиц, менее чем за одну секунду – *протонов, электронов и фотонов*, а затем, к концу 10-й секунды, к синтезу первых лёгких элементов – *водорода, гелия и лития* (рис. 13). Следует указать на одну впечатляющую странность процесса аннигиляции планковских частиц и античастиц, завершившегося в остатке равным числом (!) протонов и электронов. Так с первых мгновений существования физического мира начинается то, что впоследствии в антропном принципе получило название *тонких согласованностей*. Допустим, в первичном планковском бульоне действительно существовали известные сейчас кварки Гелл-Манна и Цвейга, из которых образованы нынешние адроны. Тогда для объяснения приведённого выше странного факта равенства числа протонов и электронов (надёжно установленный экспериментальный факт электронейтральности мира) остаётся только предположить, что в этом бульоне существовали и *электронные кварки*, число которых было равно числу обычных адронных кварков, так как природа вряд ли могла отдать предпочтение какому-то одному из видов кварков. Таким образом, смесь всех видов кварков была электрически нейтральной и, вместе с тем, каждый вид кварков должен был характеризоваться такой зарядовой асимметрией, чтобы породить одинаковую асимметрию как в числе протонов и антипротонов, так и в числе электронов и позитронов (антиэлектронов). Этот вывод приводит нас к заключению, что электроны, признаваемые сейчас бесструктурными, как и адроны, должны оказаться *структурными образованиями*, состоящими из электронных кварков, которые ещё предстоит открыть.

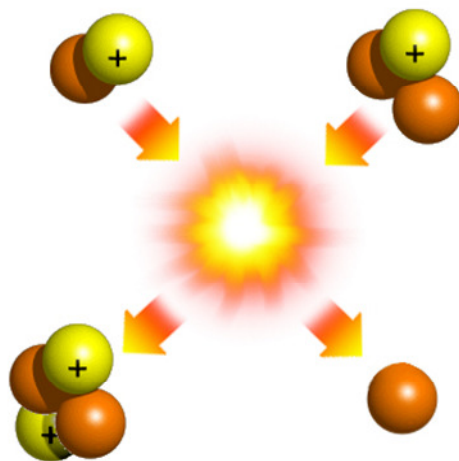


Рис. 13. Реакция термоядерного синтеза водородов в гелий

Теперь об *астро- и галактикогенезе*. Возникший в первые после взрыва 10 секунд физический мир оставался непрозрачным из-за неспособности фотонов оторваться от ядер лёгких элементов примерно в течение около одного миллиона лет (но не менее 400–700 тысяч лет). Температура нового рождающегося мира по прошествии этого времени снизилась ещё на 10 порядков (т.е. в 10 млрд раз) и составила всего около 3000 К. Этот момент оказался благоприятным для отрыва излучения или света (фотонов) от водорода и гелия. Среда (тогда это была вся Вселенная) сделалась прозрачной (наступила *эпоха рекомбинации*), а начавший своё путешествие в разрастающемся мире свет стал остывать. В настоящую эпоху *тот свет (фотоны)* регистрируется как *реликтовое (древнее) излучение* с температурой 2,73 К. Ещё через один миллиард лет температура микрочастиц снизилась до 30 К, качество энергии стало низким, энтропийность чрезвычайно высокой, что способствовало началу процесса слипания атомов в лёгкие частицы (так называемые *протоземали*), вызвавшего образование сначала множества *звёзд* и в итоге *галактик* (одним словом, произошел *космогенез*). Физический мир стабилен с тех пор (установлено, что протон живёт не менее чем  $10^{32}$  лет, и это время, на 22 порядка превосходит время, прошедшее от момента Большого взрыва), не подвергался никаким изменениям. Космический мир (Вселенная, точнее, Метагалактика) образовался в течение первых миллиардов лет и с тех пор также неизменен, по крайней мере, в структурном отношении.

*Химииогенез*, образование тяжёлых химических элементов, как известно, совершается в недрах звёзд. Но это оказывается возможным, если на 7–9 порядков от первоначальной *повысится* (от 30 К) в их недрах тем-

пература, на столько же порядков возрастёт качество энтропии (понижутся абсолютные её значения), только *тогда становятся возможными реакции термоядерного синтеза* сначала лёгких химических элементов, а затем и следующих, вплоть до элементов группы железа, имеющих атомные номера 26, 27, 28. Остальные же элементы (для существования жизни в том варианте, который нам известен, нужен полный или почти перечень элементов периодической системы Д.И. Менделеева) могут образоваться при взрывах новых либо сверхновых звёзд. Это совершается при процессах с ещё более высококачественной энергетикой, чем в рядовых звёздах, в процессах, масштабно близких по качеству к Большому взрыву (своеобразное возвращение к порождающему Вселенную началу). Так возникает и становится *химический мир и далее, как и физический, не изменяется*, хотя сам по себе этот процесс не прекращается никогда (об этом свидетельствуют наблюдения молодых горячих галактик и отдельных горячих звёзд в нашей Галактике Млечный Путь, предсказанные выдающимся советским астрофизиком Виктором Амбарцумяном в 50-х годах прошлого века). Итак, *химический мир остаётся стабильным, как и физический, новые химические элементы не появляются* и, как свидетельствует спектральный состав вещества звёзд и галактик, во всей Вселенной они эквивалентны (тождественны) друг другу.

В раскрытии тайн и сущности антропного принципа важное место занимает рождение Солнечной системы и одной из её планет – Земли, без которых невозможно появление совершенно конкретного вида жизни, единственно известного нам. Как осуществлялся *гелиогенез* в нашем Солнце, пока точно сказать невозможно (и вряд ли мы когда-нибудь об этом узнаем). Скорее всего, на месте нашего Солнца когда-то была некая большая звезда, которая взорвалась (в пределах 10 миллиардов лет назад) как сверхновая. В противном случае трудно разумно объяснить наличие в недрах нашей Земли (и на других планетах и их спутниках) тяжёлых и сверхтяжёлых элементов, включая радиоактивные уран, торий и др.

Следующим по временному ряду является *геогенез*, в результате которого образовалась наша Земля (гл. 10). В ней произошли многие процессы, в первую очередь *геохимические, природа которых имеет биогенное начало*. Для конкретного биогенеза, затем *рацио-* и наконец *антропогенеза* наступает, можно сказать, контрольное время в развитии. Важное значение в этих процессах имеет температура внешних геосфер планеты, и пока она продолжает составлять сотни градусов (по шкале Цельсия), получаемых от нагретого до нескольких тысяч градусов Солнца, *негэнтропия* весьма низка. Это не способствует началу осуществления биогенеза, для которого, наверное, существует *некоторая критическая величина*

*этой самой негэнтропии* (нечто аналогичное началу цепной реакции деления ядер при достижении веществом некоторой критической массы или соответствующей критичной плотности потока нейтронов в нём, факт, установленный экспериментально и используемый в ядерных технологиях). Такие не критичные условия на Земле существовали, по крайней мере, первые 400–500 миллионов лет, с момента её образования, затем с началом появления (формирования) вторичной (существующей до сей поры) атмосферы средняя по планете температура наружных слоёв, фактически поверхности Земли и приповерхностной атмосферы, постепенно, а может резко, снизилась до 300 К (20° С) и жизнь на Земле стала возможной в первую очередь благодаря *достигшей своей критичности негэнтропии солнечного излучения*. [В биогенезе, сложнейшем из сложнейших процессов, мы сознательно отмечаем только *энерго-энтропийную сторону*, оставляя без внимания химико-биологические аспекты, содержащие специфическую конкретику процесса, рассматриваемую в соответствующих науках (гл. 12)]. *Сфера жизни* на Земле – это высочайшая, непревзойдённо упорядоченная структура, которая «питается» *негэнтропией*. Действительно, предположив, что в среднем энергия на Земле не накапливается, мы должны констатировать большую разницу потоков энтропии от Солнца и Земли в окружающее космическое пространство с положительным балансом в пользу Земли. Земля выбрасывает энтропии больше, чем получает от Солнца, что убедительно обосновывает Гайя-гипотезу Джеймса Лавлока и Линн Маргулис о *живой Земле*. Похожее явление объясняет происхождение так называемых ячеек Бенара, упорядоченных гексагональных структур, возникающих в тонком слое подогреваемого масла, при достижении в процессе подогрева определённых критических отношений между теплопроводностью и конвекцией.

Итак, Земля получает высококачественную энергию от Солнца, перерабатывает её, что сопровождается ростом энтропии из-за понижающейся температуры, и выбрасывает всю пришедшую энергию вместе с наработанной энтропией, повышая энтропию окружающего космического пространства. Именно это обстоятельство, этот механизм распоряжения энтропией обеспечивает жизнедеятельность на Земле. *Постоянство негэнтропийного баланса* Земли в обозримые интервалы времени, по видимому, и *лежит в основе открытого Вернадским закона сохранения биомассы на Земле*. То, что предложено и описано, никак не объясняет сам феномен жизни, а указывает лишь на необходимость выполнения определённых критических условий, при которых она может появиться. Кстати, как показывают исследования микробиологов и палеонтологов, жизнь на Земле появилась сразу, внезапно, вдруг. Это случилось, как только появились, по нашему мнению, подходящие критичные негэнтропийные условия, что



произошло более чем 4 миллиарда лет тому назад. В проблеме появления человека, носителя разума, надо, как и во всех предшествующих процессах, искать *тонко согласованные*, отмеченные выше критичные условия энергетического и энтропийного характера, которые имеют и вселенный, и галактический, и солнечный (звездный) масштабы.

### 14.3. О базовых параметрах Вселенной и нашей Галактики

В 1961 г. известный американский физик-космолог Роберт Дикке, а затем выдающийся английский современный физик и астрофизик Стивен Хокинг и его ученик Брэндон Картер обратили внимание на то, что *структура Вселенной чрезвычайно чувствительна к численным значениям констант фундаментальных взаимодействий* (гравитационного, электромагнитного, слабого и ядерного). Выяснилось, что существованию Вселенной в известной нам её форме угрожают даже небольшие отклонения в ту или иную сторону значений заряда электрона, массы протона, постоянной Планка, скорости света и других физических параметров. Такой же *физической (космической) угрозе* подвергается существование самой жизни. *Жизнь оказывается гораздо более тесно связанной с общекосмическими (в первую очередь, энерго-энтропийными) условиями, чем это до сих пор предполагалось, и все реже встречается взгляд на жизнь как на незначительный продукт случая (некой вселенской флуктуации).* Многие процессы в космосе (здесь это синоним Вселенной) представляются направленными на возникновение и поддержание жизни. Именно эта мысль, этот вывод приводят к уже названному нами ранее *антропному принципу*, поскольку выявляются удивительные взаимосвязи между живыми объектами, наблюдателями мира, наделенными интеллектом, т.е. людьми, и фундаментальными универсальными свойствами Вселенной (иногда поэтому говорят об *антропном космологическом принципе*).

Непреложной истиной является тот факт, что на нашей планете существует *форма жизни с сознанием*, наблюдающий интеллект, который может задавать себе вопросы об окружающей Вселенной и о себе самом, получить ответы в следующей их логической последовательности (в формулировке Питера Хегеле):

- сознание предполагает или уверено, что существует *жизнь*;
- для своего *возникновения жизнь* нуждается в химических элементах, прежде всего в таких, которые *тяжелее водорода и гелия* (кроме космоса, состоящего почти на 100% из них, т.е. звёзд, галактик, ничего более из водорода и гелия невозможно построить);
- *тяжёлые элементы* возникают только в результате термоядерного синтеза (сгорания) лёгких элементов, *в результате слияния их ядер*;

– слияние ядер атомов происходит только *в глубинах звёзд* и требует, по крайней мере, температуру в *нескольких десятках или сотен миллионов градусов* и временной интервал продолжительностью в *несколько миллиардов лет* для того, чтобы возникло значительное количество тяжёлых элементов;

– временные интервалы порядка нескольких миллиардов лет возможны лишь во Вселенной, которая сама *существует, по крайней мере, несколько десятков миллиардов лет* и имеет, таким образом, *протяжённость в несколько миллиардов или десятков миллиардов световых лет*.

Этот минимум требований вселенского масштаба (но не солнечного и планетарного, которые не менее, если не более, важны, и на которых остановимся ниже) для возникновения жизни позволяет получить ответ на вопрос, почему наблюдаемая нами сегодня Вселенная так *стара и так велика: потому что в противном случае человечества вообще не было бы*. Условия, в которых могла первоначально возникнуть жизнь как *вселенское явление*, формировались беспрецедентно долго, потребовали интервала времени большего, как представляется, чем существует известная нам Метагалактика.

Русский философ и драматург Александр Сухово-Кобылин, создатель «философии Всемира», которого можно по этой причине считать одним из предтеч антропного принципа, в конце XIX века обосновывал идею, что жизнь в своём развитии (точнее, он писал о стадиях развития цивилизации, но мы позволим себе несколько переиначить его основную мысль) должна была пройти три стадии: *галактическую, сидерическую (звёздную) и теллурическую (планетную)*. Его предвидение оказалось пророческим. Как мы теперь отчётливо знаем, в нашей Галактике благоприятные для развития жизни стадии создались и были пройдены в Солнечной системе на планете Земля.

*Галактический пояс жизни*. Наша Галактика, как и многие другие, имеет вращающуюся вокруг собственного центра спиральную структуру. Любой вращающийся объект имеет две скорости: угловую (или вращательную) и линейную. Если объектом является некоторое твёрдое тело, то при постоянстве его угловой скорости линейные растут пропорционально удалению от центра вращения. С нашей Галактикой все обстоит не так, и это её первая тонкая и чрезвычайно существенная для нашего рассмотрения особенность (или тонкая согласованность её частей). Именно линейная скорость вращающихся в ней частей сохраняется практически одинаковой до гигантских расстояний – 18 кпк (килопарсек) от центра – и равняется примерно 220–230 км/с. Этот факт свидетельствует о том, что по мере удаления от центра угловая скорость уменьшается, что приводит к «запаздыванию» вращения внешних частей относи-

тельно внутренних и в конечном счёте к возникновению спиральности всей галактической системы. Как результат такого замедления вращения по мере удаления от центра, на периферии Галактики возникают специфические волны плотности, проявляющиеся в виде спиральных ветвей или рукавов. У нашей Галактики таких рукавов всего два – рукав Стрельца и рукав Персея. Принципиальным моментом в данном случае является то, что скорость вращения этих рукавов постоянна, более того, именно на этом удалении, называемом *коротационным кругом*, сама Галактика и её рукава вращаются синхронно. Совершается это, конечно, в некотором весьма узком (по галактическим масштабам) кольце – *топе радиусом всего 250 парсек*, содержащем коротационный круг. Именно в *зоне коротации* (англ. *corotation – совместное вращение*), единственной, особо выделенной, специфической зоне в каждой спиральной галактике, по мнению астрономов и астрофизиков, находится наше Солнце. Специфичность зоны коротации прежде всего определяется особыми условиями образования звёзд. Вне пределов этой зоны звезды подвергаются риску быть разрушенными мощнейшими ударными волнами. «Спокойная жизнь» нашего светила и его планет началась только тогда, когда они покинули место рождения нашей звезды, предположительно рукав Стрельца, и вышли в пространство между спиральными рукавами, где пребывают в благополучии до сих пор и будут пребывать ещё не менее 10 миллиардов лет.

*Базовые параметры Солнца и Земли.* Продолжая поиск уникальных особенностей, определяющих сущность антропоного принципа и породивших, в конце концов, жизнь, должно теперь сказать несколько слов о Солнце. Наше светило – как будто бы рядовая звезда, тогда все её проблемы, это проблемы общие астрофизические. Так ли это на самом деле? Если это так, то астрофизикам должны быть известны мириады «двойников» нашего Солнца. Детальный анализ спектров звёзд класса нашего светила, так называемых жёлтых карликов, показал, что Солнце – не такая уж рядовая звезда. *Пока не обнаружено ни одной звезды, которую можно было бы назвать «двойником» Солнца!* Ни одна из множества исследованных звёзд не обладает одновременно такими физическими характеристиками, как температура, масса, радиус, определяющими ускорение силы тяжести, светимость, содержание металлов и микротурбулентность, какие есть у нашего Солнца. Близкие по характеристикам к нашему Солнцу звезды сейчас уже открыты.

Вышесказанное о Солнце позволяет отнести его к уникальным, необычным звёздным объектам. Если же соглашаться с некоторыми учёными, что наша планета Земля – единственная обитаемая планета в доступной для исследования части Вселенной, то возникает законный

вопрос: не связана ли уникальность жизни на Земле с уникальностью физических условий на Солнце? По-видимому, исключить этого нельзя.

Уникальна также сама Земля, множество её параметров. Мы хотели бы обратить внимание только на некоторые. Прежде всего, положение нашей планеты в солнечной системе. Расстояние от Солнца составляет около 150 млн км. Если бы оно было всего на 8 млн км меньше, то не могла бы возникнуть конденсация водяного пара и не образовались бы океаны, на планете главенствовал бы углекислый газ; если бы наша планета была удалена от Солнца всего на 2 млн км дальше, то образовались бы ледники (как на Марсе), так что и в первом и во втором случаях возникновение жизни стало бы весьма проблематичным. Критичной также оказывается скорость движения Земли по околосолнечной орбите. Если бы она составляла всего 3 км/с, то Земля довольно скоро влетела бы в Солнце, если бы она была больше 41 км/с, то тогда Земля навечно покинула бы солнечную систему; скорость же Земли составляет золотую середину – 30 км/с.

Доля кислорода в атмосфере составляет сейчас 21%, что предопределяет спокойное существование человека, появившегося на планете всего-то несколько миллионов лет назад (по мнению большинства исследователей, но далеко не всех). Если в атмосфере доля кислорода составляет всего 15–18%, то невозможным оказывается горение. Если же эта доля превзойдёт предел 30% (по гипотезе русского геофизика Олега Сорохина кислород идёт из недр земных в результате конвективного движения мантии от расплавленного ядра Земли к земной коре и обратно, высвобождая кислород при переплавке окислов в ядре), что, как видно, вполне возможно, то тогда будет *гореть всё* и пожар этот не затушить. Опять же, современная доля кислорода критична. Список других уникальных параметров Земли можно продолжать долго.

#### 14.4. Тонкая согласованность физических законов и мировых констант

Теперь обратимся к сидерическому (звёздному) и ещё раз к галактическому этапам развития Вселенной. Особо впечатляющий пример тонкой согласованности встречается в механизме образования в звёздах ядер углерода – ядер того химического элемента, наличие которого является одним из *необходимых* (скорее, *обязательных*) *условий возникновения жизни*.

Непосредственно после Большого взрыва возникли только лёгкие элементы, точнее их ядра, – ядра водорода, гелия и лития. Последующие, более тяжёлые ядра, должны были рождаться в недрах звёзд или при их взрывах. После многих лет драматических исследований было установлено, что ядро углерода может получиться, если прежде слились два ядра

гелия-4 и образовали возбуждённое ядро бериллия-8 (здесь 4 и 8 – это числа нуклонов в ядрах), с которым резонансно, т.е. при наличии «разрешённого» энергетического уровня в ядре углерода, сливается ещё одно ядро гелия-4. Когда известный физик и космолог англичанин Фред Хойл в 1954 г. теоретически предложил этот вариант реакции, экспериментаторам-ядерщикам не был известен такой «разрешённый уровень», но поразительно, что позднее этот уровень всё же обнаружился и составил энергию всего-то на 4% выше массовых энергий (по Эйнштейну) соударяющихся партнёров. Это удивительное *совпадение* обусловлено сложной картиной сильного (ядерного) взаимодействия в ядре углерода. Недостающая доля энергии легко добавляется за счёт кинетической энергии соударяющихся ядер. Ещё более удивительно, что углерод по только что указанной схеме не преобразуется тотчас же в кислород, в результате чего углерода вообще не было бы. Кислород-16 (точнее, ядро его) имеет в действительности один резонансно подозрительный (поскольку здесь идёт охота за чудесами) энергетический уровень, но для эффективного протекания реакции он лежит всего лишь на 1% ниже, чем это было бы необходимо. Дисбаланс энергий, которых переизбыток, не может быть в этом случае компенсирован за счёт кинетической энергии, так как кинетическая энергия всегда положительна. Фред Хойл позже сознался: «Ничто не поколебало мой атеизм сильнее, чем это открытие». Ему вторит и известнейший популяризатор науки, физик Поль Девис, заявивший, что здесь мы встречаемся с элементами космического плана. Сегодня известно большое число тонких согласований:

– в стандартной космологической модели скорость расширения Вселенной и силы тяжести согласованы с точностью до  $10^{-55}$ , т.е. фантастически точно. Если бы расширение Вселенной происходило быстрее, то галактики и звёзды не образовались бы; не создались бы и благоприятные условия для жизни. Если бы этот процесс протекал медленнее, то Вселенная пережила бы коллапс (схлопывание) ещё до образования первой звезды;

– если бы физические константы сильного взаимодействия были всего лишь на 0,3% больше или на 2% меньше, то не было бы никакой жизни, так как либо не смогли бы образоваться элементарные частицы ( $p, n, e$ ), либо образовались бы только они и не смогли бы образоваться атомы;

– то же относится к величине постоянной тонкой структуры, введённой в начале квантовой эры немецким физиком Арнольдом Зоммерфельдом и равной  $1/137$ . В этой мировой постоянной воедино связаны заряд электрона, скорость света и постоянная Планка  $e^2/\hbar c$ , т.е. все три мировые константы. Всё это говорит об её исключительной важности в

природе. Была бы она несколько меньше – не было бы звёзд с массой меньшей, чем 0,7 массы Солнца, была бы эта постоянная несколько больше – не было бы звёзд с массой меньшей, чем 1,8 массы Солнца.

Важно отметить, что обсуждаемые тонкие согласованности законов Вселенной не являются продуктом *приспособляемости*, как они трактуются в эволюционной биологии. Это не целесообразный результат «космической эволюции», а пока никем не обоснованные предпосылки жизни.

#### 14.5. Слабая формулировка антропного принципа

Рассмотренные выше закономерности Вселенной и предпосылки возникновения в ней жизни можно свести к единому принципу, называемому *антропным принципом*. Сейчас различают три варианта *формулировок принципа*: *слабую, сильную и сверхсильную*. В слабой формулировке, кратко, принцип гласит: *физическая Вселенная, которую мы наблюдаем, представляет собой структуру, допускающую наше присутствие как наблюдателей*. Более подробно эту формулировку раскрыли американские физики Берроу и Типлер: «*Наблюдаемые значения всех физических и космических величин не произвольны. Они в значительной мере принимают значения, которые ограничены требованием наличия региона, в котором могла возникнуть жизнь на базе углерода, и требованием к возрасту Вселенной, достаточному для того, чтобы это уже произошло*». В чём смысл этих определений?

*Во-первых*, слабый вариант принципа напоминает о том, что в теориях надо учитывать наблюдателя. Исходя из картезианско-ньютонской формулировки в классической науке *наблюдателю места нет*, а вот в неклассической (через посредство *квантового принципа относительности к средствам наблюдения*) и в постнеклассической науках *наблюдатель уже учитывается*. В таком случае антропный принцип играет роль «*фильтра*» для отбора теорий.

*Во-вторых*, слабый вариант принципа обращает внимание на то, что возможности для жизни тесно связаны с законами природы и с общекосмическим (вселенским) развитием (космогенезом), и их не следует воспринимать и рассматривать независимо друг от друга. Если жизнь всё же возникла, то может быть она была изначально преднамеренна, заранее запланирована? Но тогда мы вправе задать вопрос: *Кто* или *Что* за всем этим стоит?

*В-третьих*, слабый вариант принципа *указывает на случайное появление наблюдающего разума*, отрицает жесткий классический детерминизм необходимости в произошедшем.

Анализируя этот вариант антропного принципа, российский академик Никита Моисеев сформулировал ряд постулатов:

1. Вселенная представляет собой единую саморазвивающуюся систему. По нашему убеждению, Вселенная столь стара, что «забыла» о своём начале, а поэтому никак не может быть единой, являя собой несвязанное множество Метагалактик, в одной из которых нам привелось жить.

2. Во всех процессах, имеющих место во Вселенной, неизбежно присутствуют случайные факторы, влияющие на их развитие.

3. Во Вселенной властвует наследственность.

4. В мире властвуют законы, являющиеся принципами отбора – весьма спорное утверждение, практически не подтверждённое так называемой эволюцией жизни по Дарвину. В противовес этому можно найти определение, относящееся к понятию информация в науках о живой природе, данное Генри Кастлером: «Информация есть запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных» (а жизнь – это информация). В проблеме жизни и антропного принципа речь должна идти не об отборе, а о выборе.

5. Принципы отбора допускают существование бифуркационных состояний, в которых дальнейшая эволюция оказывается принципиально непредсказуемой. Ответы предстоит искать с помощью новой математики.

#### 14.6. Сильная и сверхсильная формулировки антропного принципа

В слабой формулировке нет ответа на вопрос: почему появляется наблюдатель? Это декларируется как необходимое свойство Вселенной в сильной формулировке принципа, например, так: *законы построения Вселенной должны быть таковы, что она непременно когда-нибудь породит наблюдателя*. Жизнь, в таком варианте сильного принципа, является целью Вселенной; здесь мы имеем дело с телеологическим (целевым) высказыванием, берущим своё начало от Аристотеля. Такое утверждение логически возможно, но оно не вскрывает причину (каузальность) наблюдаемой жизни. *Наблюдаемая въявь жизнь всего лишь постулируется*. Более того, телеологическая модель объяснения мира принципиально непроверяема, что в соответствии с критерием фальсифицируемости знания по Карлу Попперу (см. гл.15) делает данное утверждение ненаучным, т.е. если сам сильный вариант принципа справедлив, то на него не следует распространять указанный критерий научности.

Решение предлагается в сверхсильной формулировке антропного принципа, которая постулирует известное равенство между человеком и Богом, но не превосходство Бога над этим миром и человеком. Ни одна из упомянутых сторон не может существовать без другой. Но если положение о зависимости человека от Природы банально, то обратная гипотеза о зависимости Природы от человека пока ещё достаточно нетривиальна.

Как нетрудно догадаться, сильный принцип призывает нас *признать библейский миф о сотворении мира де-юре и де-факто*. Слабый вариант принципа также по существу «снимает шляпу» перед креационизмом, хотя и пытается это скрыть. Парадокс состоит в том, что кто-то (*либо надприродный Бог, либо Природный человек*, но скорее они вместе) *обязаны поддерживать бытие мира*.

Два предрассудка унаследованы учёным миром (а через него и всеми остальными просвещёнными людьми) от эпохи классического естествознания и формальной логики. Во-первых, *мы все приучены противопоставлять случайное закономерному*, будто первое, в отличие от второго, неконтролируемо, непредсказуемо, деструктивно. Во-вторых, *мы привыкли противопоставлять природным явлениям феномены искусственного происхождения*, относить результаты культурного (в широком смысле) творчества к категории фактически протиестественного. Вернер Гейзенберг по этому поводу выразился так: *«Естественнонаучному духу вполне отвечает ... тенденция рассматривать природу независимо не только от Бога, но и от человека»*. Вряд ли эта тенденция правильна и это, пожалуй, пока самый главный итог попыток обоснования антропного принципа, итог, скорее, философский, чем естественнонаучный.

#### 14.7. Эволюционные концепции происхождения человека

Человек – сложная целостная система, которая сама является компонентом более сложных систем – биологической и социальной. С одной стороны, человек принадлежит живой и неживой природе, с другой – социальному миру. А в целом он является предметом изучения различных наук, но в нашем случае речь пойдёт о том аспекте, который связан с естественнонаучным познанием человека. Вопрос, на который следует ответить, и в этом суть антропогенеза, заключается в том, как и почему биологический организм, принадлежащий к типу хордовых, подтипу позвоночных, семейству гоминид, превращается в человека – существо не только биологическое, но и социальное, в носителя культуры. Антропогенез в нынешней научной картине мира предстаёт как процесс со многими неизвестными. Это объясняется тем, что, по словам блестящего французского философа, биолога, палеонтолога и антрополога П. Тейяра де Шардена (1881–1955), человек является *«осью и вершиной эволюции»* мира и *«расшифровать человека, значит, в сущности, попытаться узнать, как образовался мир и как он должен продолжать образовываться»*.



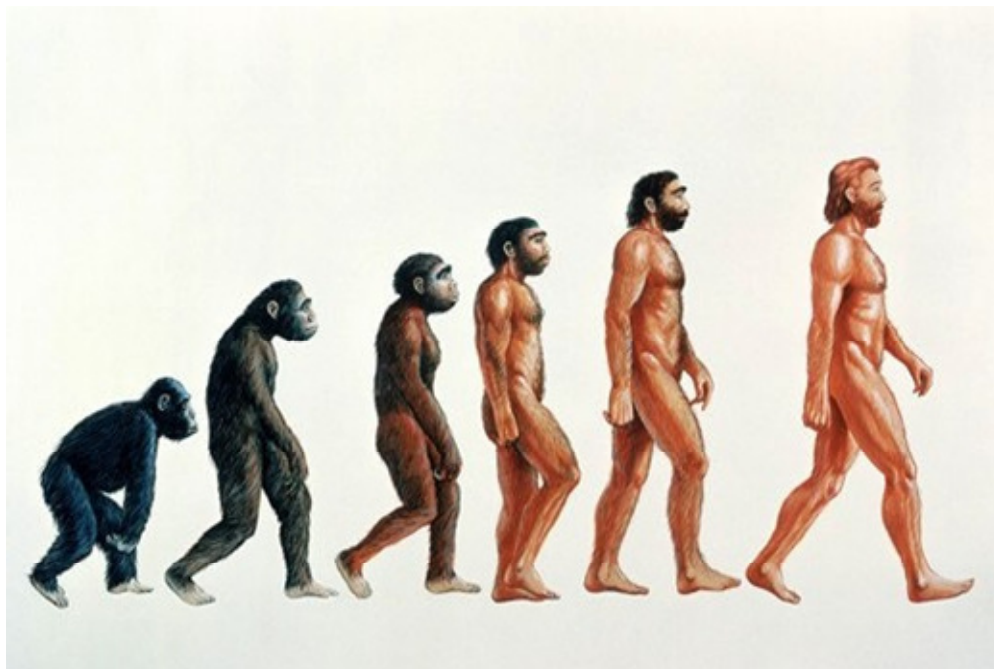
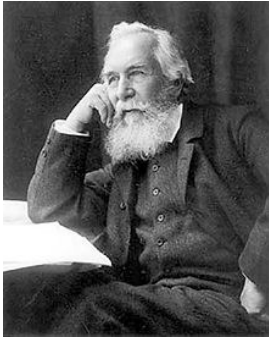


Рис. 14. Эволюция приматов в человека

Интенсивное научное осмысление проблемы антропогенеза началось в XIX веке, когда в 1871 г. в книге «Происхождение человека и половой отбор» Чарлз Дарвин высказал предположение о животной связи человека с высшими приматами. Эволюция в органическом мире осуществляется в результате трёх основных факторов: *изменчивости, наследственности и естественного отбора* (это и есть якобы дарвинская триада, но на самом деле *геккелевская*). Благодаря этому единому процессу организмы в результате эволюции накапливают всё новые приспособленческие признаки, что и ведёт, в конечном счёте, к образованию новых видов. Эрнст Геккель (1834–1919) выдвинул гипотезу о существовании в прошлом промежуточного между обезьяной и человеком вида, который назвал *питекантропом* («обезьяночеловек»). Он же предположил, что не современные обезьяны были предками человека, а *дриопитеки* («древние обезьяны»), которые жили в середине третичного периода (70 млн лет назад). От них одна линия эволюции пошла к шимпанзе и гориллам, другая – к человеку. Двадцать миллионов лет назад похолодало, джунгли отступили, и одной из ветвей дриопитеков пришлось спуститься с деревьев и перейти к *прямохождению* (так называемые «*рамопитеки*», останки которых найдены в Индии и названы в честь бога Рамы).



**ГЕККЕЛЬ Эрнст**  
(1834–1919)

*Немецкий естествоиспытатель и философ. Автор терминов «питекантроп», «филогенез» и «экология». Разработал теорию происхождения многоклеточных (так называемая теория гастрей), сформулировал биогенетический закон, согласно которому в индивидуальном развитии организма как бы воспроизводятся основные этапы его эволюции, построил первое генеалогическое древо животного царства.*

В 1960 г. кенийский археолог и антрополог английского происхождения Луис Лики (1903–1972) открыл в Восточной Африке «человека умелого», возраст которого около 2 млн лет, а объём мозга 670 см<sup>3</sup>. В этих же слоях были обнаружены орудия труда из расколотой речной гальки. Позже на озере Рудольф в Кении были найдены остатки существ того же типа возрастом 5,5 млн лет. После этого укрепилось мнение, что именно в Восточной Африке в четвертичном периоде кайнозойской эры произошло разделение человека и человекообразных обезьян, т.е. разошлись эволюционные линии человека и шимпанзе. Эти выводы подтверждены измерениями по так называемым «молекулярным часам». Скорость изменения генов за счёт точечных мутаций устойчива на протяжении долгих периодов времени, и её можно использовать для датировки ответвления данной эволюционной ветви от общего ствола.



**ЛИКИ Луис**  
(07.08.1903–01.10.1972)

*Британский антрополог и археолог, работы которого имеют большую ценность в изучении развития эволюционирования человека в Африке. Сделал важные палеоантропологические открытия в Восточной Африке (президжантроп, зинджантроп). Полностью поддерживал теорию эволюционного развития Чарлза Дарвина и нашёл подтверждение гипотезы о том, что человек появился в Африке. Благодаря его усилиям, были проведены многолетние уникальные наблюдения за жизнью человекообразных обезьян в дикой природе.*

Что было причиной появления человека именно в одном месте? В Восточной Африке имеют место открытые выходы урановых пород, т.е. на поверхность суши, и существует повышенная радиация. Таким образом, здесь эволюционные изменения могли протекать более быстрыми темпами.

Возникший вид, физически более слабый, чем окружение, чтобы выжить должен был вести общественный образ жизни и развить разум как мощный инструмент слабого от природы существа, не обладающего достаточными естественными органами защиты. «Человека умелого» относят к *австралопитекам* («южная обезьяна»), остатки которого впервые найдены в Африке в 1924 г. Объем мозга австралопитека не превышал объёма мозга человекообразных обезьян, но он был способен к созданию орудий труда.

Гипотетически предположенным Эрнстом Геккелем *питекантропом* были названы останки, обнаруженные в 1891 г. на острове Ява (Юго-Восточная Азия). Существа, жившие 0,5 млн лет назад, имели рост более 150 см, объём мозга примерно 900 см<sup>3</sup>, использовали ножи, сверла, скребки, ручные рубила. В 20-е годы XX века Тейяром де Шарденом в Китае был найден *синантроп* («китайский человек») с близким к питекантропу объёмом мозга. Он использовал огонь и сосуды, но, полагают, не имел речи.

В 1856 г. в долине Неандерталь в Германии обнаружили останки существа, жившего 150–40 тыс. лет назад, названного *неандертальцем*. Он имел объём мозга, близкий к современному человеку, но покатый лоб, надбровные дуги, низкую черепную коробку; жил в пещерах, охотясь на мамонтов. У неандертальца впервые обнаружены захоронения трупов. Наконец, в пещере Кро-Маньон во Франции в 1868 г. были найдены останки существа, *кроманьонца*, близкого по облику и объёму черепа к современному человеку, имевшего рост 180 см и жившего от 40 до 15 тыс. лет назад. Это и есть *гомо сапиенс* или «человек разумный». В эту же эпоху появились расовые различия.

Антрополог У. Хоуэллс утверждает, что человек современного типа возник 200 тыс. лет назад в Восточной Африке. Эта гипотеза получила название «Ноева ковчега», потому что согласно Библии все расы и народы произошли от трёх сыновей Ноя – Сима, Хама и Иафета. В соответствии с этой версией *питекантроп*, *синантроп* и *неандерталец* – не предки современного человека, а различные группы *гоминид*, *вытесненных «человеком прямоходящим»* из Восточной Африки. Альтернативная точка зрения мультирегиональной эволюции человечества утверждает, что только архаичные люди возникли в Африке, а современные – там, где они живут сейчас. Человек покинул Африку не менее 1 млн лет назад. Эта гипотеза основывается на палеонтологическом сходстве между современными людьми и далёкими предками, жившими в местах их обитания.

Высокую научную ценность получили обнаруженные в 1974 г. американцами Дональдом Йохансоном и Томом Грэм останки *Australopithecus afarensis* – «южной обезьяны с Афара». Останки женского пола, отчего они получили собственное имя «Люси». Она умерла около 3,7 млн лет назад и долго считалась антропологами самым древним нашим предком на древе эволюции (рис. 15). Два десятилетия спустя, летом 1995 г., «Люси» лишилась

звания чемпиона по возрасту. На берегу озера Туркана, в той же Восточной Африке, был найден *Australopithecus anamensis* – «южная обезьяна с озера». Возраст останков – от 3,9 до 4,2 млн лет. Это существо было прямоходящим и по своему строению, находится на прямой линии общего развития гоминидов – далеких предков человека, но также и человекообразных обезьян.



Рис. 15. Австралопитек Люси (реконструкция Тима Уайта)

Годом раньше, в 1994 г., в Эфиопии был открыт *Ardipithecus ramidus* – «стоящая на корне наземная обезьяна». Её возраст оценили в 4,4 млн лет, но посчитали, что она относится к вымершей ветви, отошедшей от прямой линии развития наших предков. Это старейший предшественник, ходящий по земле на двух ногах, вероятно, очень близок к общему корню человека и человекообразной обезьяны.

Новое волнение среди палеоантропологов вызвали в 1995 г. раскопки французских исследователей в Чаде – примерно в 2500 км западнее мест, где были сделаны все предыдущие находки в Восточной Африке. Новый вид получил имя *Australopithecus bahregazali* – «южная обезьяна с реки Газелей». Как из потомков *Australopithecus anamensis* и «Люси» позже развились другие формы предчеловека – вопрос, вызывающий большой спор. Уже теперь известно много линий, а палеонтологи находят всё новые. Известный немецкий специалист в этой области Ф. Шрек проповедует такую мысль: существовавший от 2,5 до 1,9 млн лет назад *Homo rudolfensis*, нижнюю челюсть которого его группа нашла в 1991 г. около озера Малави, занимает центральное место в линии становления человека. Вместе с этим скорейшим

представителем рода «человек» его единоплеменники из Восточной Африки могут быть отнесены к первым в истории людям. Возможно, ближайшие потомки *Homo dolfoensis* начали примерно 2 млн лет назад цепочку переселения из Африки. Возможно, и переселенцами на Яву могли быть потомки рода *Homo rudolfensis*, и тогда становится ясно, что это существо появилось в Азии около 1,8 млн лет назад.

В середине нашего столетия выдвигалась гипотеза прихода готового *Homo sapiens* в Европу из Азии, однако она не нашла необходимой поддержки, так как опиралась на довольно скудный материал (череп из Сванскомба и Фонтешевада). Российский археолог Юрий Мочанов в Центральной Якутии нашёл 400 предметов, изготовленных, по-видимому, рукой человека. По предварительным данным, стоянка имеет возраст 2,5–1,8 млн лет. Позднее там был найден даже череп. Если принять за отправную точку существование древних людей 2,5–1,8 млн лет назад в Якутии, то следующим логическим шагом должно быть признание того, что возникновение рода человеческого произошло в западной части Северо-Восточной Азии, а не в Африке, как считается общепризнанным сейчас, или допустить возможность очень быстрой миграции ранних предков человека из Африки на север Сибири. С этой новостью зарубежные археологи не могут так легко и сразу примириться. В числе скептиков – видный антрополог Ричард Клейн из Стэнфордского университета, не допускающий возможности «переписать заново историю эволюции человека на основании данных, полученных всего в одном месте раскопок».

Вся цепочка предшественников современного человека с точки зрения сегодняшнего естествознания будет выглядеть так: самый древний известный науке предок человека и высших обезьян – рамопитек – жил на территории от Индии до Африки около 14 млн лет назад. Примерно 10 млн лет назад от него отделился предок *орангутанга* – *сивапитек*, который остался в Азии. Общий же предок гориллы, шимпанзе и человека, по-видимому, обосновался в Африке, поскольку именно там обнаружены древнейшие орудия труда (изготовленные 2,5 млн лет назад) и остатки жилищ (возраст 1,75 млн лет). В Африке найдены останки «человека умелого» – *зинджантропа*, жившего 2 млн лет назад. Он обладал уже такими человеческими признаками, как прямохождение и заметная развитость кисти руки. При этом название «умелый» ему дано за умение изготовить и применить первобытные каменные орудия труда. От человека «умелого» прослеживается связь с древнейшим человекообразным существом – австралопитеком, жившим от 4 до 2 млн лет назад. Далее развитие современного человека прослеживается более определенно: *питекантроп* (1,9–0,65 млн лет назад), *синантроп* (400 тыс. лет назад) и *палеонтроп* (*неандерталец*), появившийся от 250 до 35 тыс. лет тому назад.

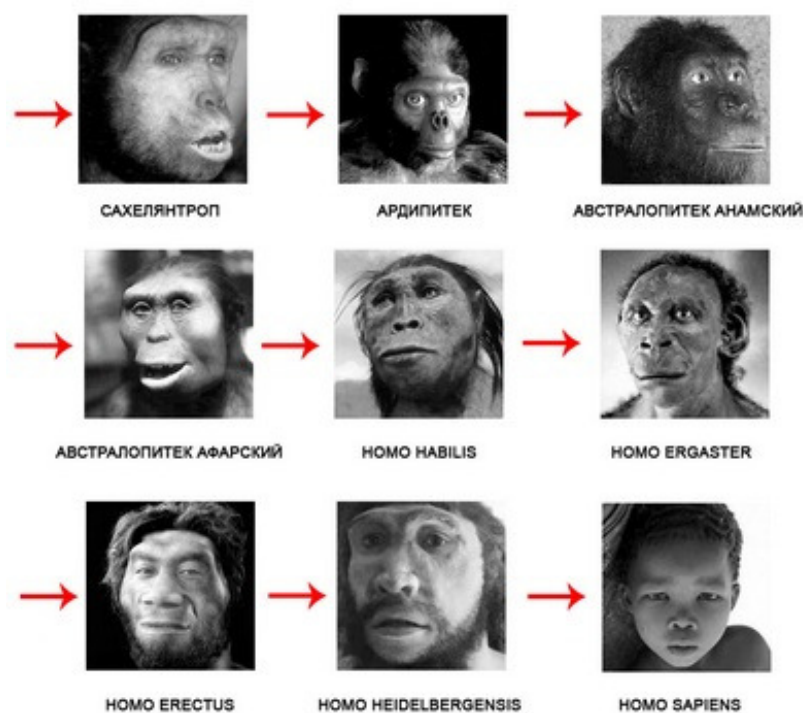


Рис. 16. Эволюционная цепочка развития человека

В последние годы американский генетик Спенсер Уэллс проследил цепочку мутаций в генетическом коде мужчин и установил, что так называемый *научный Адам*, в отличие от библейского Адама, появился-таки в восточной Африке около 60 тысяч лет назад и оттуда совершил миграционные переходы на все континенты.

Основная проблема в восстановлении эволюции человека состоит в том, что у нас нет близких родственников среди живущих ныне предков. Наши ближайшие в настоящее время живущие родственники – шимпанзе и горилла – были связаны с нами общим предком не менее 7 млн лет назад.

#### 14.8. Генетика человека

Гибридологический метод генетического анализа был основным инструментом при открытии закономерностей наследственности и изменчивости живых организмов. Ранее были описаны закономерности, полученные на основе изучения результатов скрещивания достаточно простых организмов – гороха и дрозофилы. Изучение наследственности человека связано с трудностями по ряду причин: 1) исследователь не

имеет права вмешиваться в процессы рождения детей человека; 2) потомство человека первого поколения невозможно анализировать статистическими методами; 3) геном человека значительно сложнее, чем у организмов типа гороха и дрозофилы (24 группы сцепления у мужчин и 23 группы сцепления у женщин). Есть несколько методов изучения наследственности человека.

1. *Генеалогический метод*. В основе этого метода лежит составление и анализ родословных. Исходным пунктом является человек (пробанд), родословную которого необходимо изучить. У этого человека выбирается определённый, выразительный признак (например наследственное заболевание) и прослеживается наследование этого признака из поколения в поколение. В реальной жизни эту простую по постановке задачу очень трудно решить, прежде всего, из-за отсутствия вообще или в достаточном объёме информации о потомках различных поколений. Тем не менее, есть методика составления родословных таблиц, введённая Г. Юстом в 1931 г. В этой методике необходимо отмечать множество фактов, таких, как брачные и внебрачные связи, наличие особенностей у детей типа дети-близнецы разнояйцовые (дизиготные) и дети-близнецы однояйцовые (монозиготные), бездетные браки и т.д. *Типы наследования*: а) *аутосомно-доминантное наследование* – наследование доминантных признаков, не сцепленных с полом. Одинаково часто встречается у мужчин и женщин (например, наследование такого признака, как веснушки); б) *аутосомно-рецессивное наследование* – наследование, при котором не сцепленные с полом рецессивные признаки фенотипически проявляются только у гомозигот по рецессивным аллелям (например, наследование таких признаков, как рыжие волосы, врождённая глухота, заболевание сахарный диабет); в) *доминантное X-сцепленное наследование признаков*. Такое наследование чаще встречается у женщин, так как они могут наследовать такой признак равновероятно от матери и от отца. Мужчины могут наследовать такой признак только от матери (пример такого наследования – кожное заболевание, сопровождающееся выпадением волос на голове, бровях, ресницах); г) *рецессивное X-сцепленное наследование признаков*. Чаще проявляется у мужчин, которые наследуют такой признак от матерей с доминантным фенотипом, являющихся носительницами рецессивного аллеля (примеры такого наследования – это наследование заболеваний – гемофилия и дальтонизм); д) *Y-сцепленное наследование*. Наследуют признак только мужчины и только от отцов.

2. *Близнецовый метод* основан на изучении закономерностей наследования признаков в парах одно- и разнояйцовых близнецов. Однояйцовые близнецы всегда одного пола и генетически идентичны. Они развиваются из одной зиготы, которая дробится на столько частей,

сколько и рождается близнецов. Разнояйцовые близнецы могут быть как одного, так и разных полов, они генетически различны. Суть близнецового метода заключается в сравнении проявления признака в разных группах при учёте сходства или различия их генотипов. Сравнению подвергаются однояйцовые и разнояйцовые, но однополые близнецы. Если исследуемый признак проявляется у обоих близнецов, это называется *конкордантностью* (лат. *concordare* – *согласоваться*), если только у одного из них, то – *дискордантностью*. Если конкордантность высокая, то условия окружающей среды не влияют на определённые признаки (цвет глаз, группа крови и т.п.), в этом случае генотип полностью ответственен за признак. Признаки, которые определяются в основном влиянием среды, характеризуются высокой дискордантностью.

3. *Цитогенетический метод* основан на изучении хромосом в клетках человека. Данный метод позволяет диагностировать заболевания, связанные или с нарушением структуры хромосом, или с изменением числа хромосом в клетках организма человека. Нормальный кариотип человека составляет 46 хромосом. Например, болезнь Дауна связана с явлением трисомии в 21-й паре хромосом. Отклонения от нормального кариотипа являются результатом мутаций, возникающих при мейозе в половых клетках одного из родителей.

4. *Биохимический метод* заключается в изучении обмена веществ в организме человека и в диагностировании заболеваний, связанных с отклонениями от «нормы» обменных процессов. В настоящее время существует биохимическое описание около 1 тыс. врождённых болезней обмена веществ. Например, широко известное заболевание сахарный диабет – это болезнь углеводного обмена. Изучение особенностей этой болезни привело к созданию лекарства – инсулина.

*Что делает нас людьми?* Генетика человека получила широкое развитие совсем недавно. Она позволила ответить на сакраментальный вопрос о том, что делает нас людьми. Для этого оказалось достаточным сравнить ДНК человека с ДНК нашего ближайшего родственника, каким принято считать обыкновенного шимпанзе (*Pan troglodytes*). На 99% они оказались идентичны – из более чем 3 млрд букв (нуклеотидов) генетического кода, составляющих геном человека, лишь 15 млн (не более 0,5%) отличают нас от обезьяны. Эти отличия произошли за последние 6 млн лет, разведшие нас с обезьянами. Возникла задача найти участки в человеческом геноме, наиболее изменившиеся с момента разделения родословных человека и шимпанзе под действием положительного давления естественного отбора. Была обнаружена последовательность из 118 нуклеотидов, получившая название *HARI* (от *human accelerated regions* – зоны ускоренного развития у человека). Эта последовательность обнаружи-



лась у многих видов фауны. Выяснилось, что до момента появления человека *HARI* эволюционировала чрезвычайно медленно. Например, у кур и шимпанзе, разошедшихся в родстве 300 млн лет назад, из 118 нуклеотидов различаются лишь два, тогда как у человека и шимпанзе – 18 различий. Многие сотни миллионов лет она не менялась, следовательно, она отвечает за что-то чрезвычайно важное. Спрашивается – за что? Оказалось, что *HARI* активна в той разновидности нейронов, которая играет важнейшую роль в формировании развивающейся коры больших полушарий, т.е. наружного слоя мозга, образующего борозды и извилины. Кроме того, *HARI* не кодирует белок, но кодирует новый открытый седьмой класс генов РНК.

Была обнаружена также важная роль гена *FOXP2*, отвечающего за речь и содержащего быстроизменяющуюся последовательность нуклеотидов. Германские генетики секвенировали *FOXP2*, извлечённый из костных остатков неандертальцев, и обнаружили, что их версия гена аналогична современной. Неандертальцы могли нормально разговаривать. Ещё один участок ДНК, известный как *HAR2*, также претерпевший наибольшие изменения, позволяет управлять активностью генов в запястье и большом пальце руки во время их формирования, а предковая форма у других приматов делать этого не может. Адаптация к пище также связана с генами, например с геном *LCT* лактазы – фермента, позволяющего млекопитающим переваривать лактозу, или молочный сахар. Многие жители Азии, Латинской Америки и других частей света отличаются непереносимостью лактозы, поскольку несут в себе предковую форму этого гена. А вот некоторые предковые формы генов, сохранившиеся у нас, оказались неадаптивными, связанными с такими заболеваниями, как рак и болезнь Альцгеймера.

#### 14.9. О кризисе планетарного цикла жизни

Современная цивилизация вступила на порог тяжелейшего кризиса. Приближающееся явление можно назвать комплексным или системным кризисом. Среди многих возможных его причин следует отметить чрезвычайное усиление антропогенного давления на окружающую среду. Согласно синергетической модели мега-истории, развитие земной цивилизации на протяжении сотен тысяч лет двигалось от кризиса к кризису. Качественные закономерности во временной последовательности этих кризисов (революций) были вскрыты в работах отечественных учёных И.М. Дьяконова и С.П. Капицы. Существенная качественная особенность надвигающегося кризиса становится явной, если рассмотреть всю совокупность революций, которые на своём пути преодолело человечество. Хорошо известно, что *во всей предшествующей истории длительность исторических эпох постоянно*

сокращалась. Это явление известно как эффект ускорения исторического времени. Более того, промежутки времени между революциями сокращались закономерным образом, и эта закономерность была раскрыта А.Д. Пановым. Панов установил *автомодельность* (самоподобие, фундаментальный признак *фрактальности*) последовательности точек революций, которая означает, что промежутки времени между точками сокращаются (историческое время ускоряется) в постоянной пропорции (подобно галилееву постоянному ускорению падающих тел) и что эта последовательность устроена везде одинаково, только абсолютный масштаб времени разный, последовательность же сама себя повторяет. Истинная историческая кривая последовательности революционных моментов, отражающая указанную автомодельность, имеет параболический (степенной) характер. Это чрезвычайно важно с позиций *фрактальности*, т.е. с позиций постнеклассической науки, и вот почему. Всякая геометрия, *фрактальная* в том числе, согласно «Эрлангенской программе» выдающегося немецкого математика Феликса Клейна, занимается изучением таких свойств объектов, которые инвариантны относительно определенных преобразований: *евклидова геометрия – относительно группы движения (трансляций или сдвигов и вращений), геометрия Минковского – относительно группы Лоренца, а вот фрактальная геометрия занимается изучением инвариантов группы самоаффинных (самоподобных) преобразований, т.е. свойств, выражаемых степенными законами*. Вот тогда-то и получается, что *исторические события тоже имеют степенной закон и фрактальный характер!* Однако этому закону ускорения исторического времени может быть придан линейный характер в логарифмическом масштабе, если уравнение автомодельности Панова записать сначала в степенном виде (да простят нас гуманитарии за использование формул)

$$t_n = t^* - T/s^n,$$

а затем прологарифмировать это уравнение и привести к линейному виду по переменной  $n$

$$\lg(t^* - t_n) = \lg T - n \lg s,$$

где  $t^*$  – некоторый момент времени, который назван *моментом сингулярности (особенности)*,  $t_n$  – автомодельная последовательность  $n$  точек революций,  $T$  задает длительность всего описываемого промежутка времени,  $n$  – номер революции,  $s > 1$  – коэффициент ускорения исторического времени, показывающий, во сколько раз каждая последующая эпоха короче предыдущей. Указанная степенная формула показывает, что автомодельная последовательность есть не что иное, как сходящаяся геометрическая прогрессия. При неограниченном росте  $n$  промежутки между кризисами или революциями вблизи сингулярности (некоторой особенности) стремятся к нулю, а плотность их бесконечна.

Какая последовательность революций имеются в виду? Если взять период времени  $T$  с начала четвертичного периода, т.е. рассматривать события, начавшиеся 4,4 млн лет назад, то эти революции таковы: появление первых гоминид, затем *Homo habilis* (Олдувай), заселение гоминидами Европы и Азии, *Homo sapiens*, Мустье, первая верхнепалеолитическая революция, неолитическая революция, городская революция, осевое время (Пифагор, Конфуций, Будда), начало Средневековья, промышленная революция в Европе, появление пара, электричества, информационная революция (начало 1950-х). Закончится эта последовательность событий в  $t^* = 2027$  году. Если же взять промежуток  $T$  от начала возникновения жизни, от момента 3,8 млрд лет назад, то это несколько иная последовательность революций фактически уже закончилась, так как приводит к  $t^* = 2004$  году. Следует учесть, что точность расчёта около 30 лет. (То, что кризис наступил, уже вне всяких сомнений). Прямые линии, выражаемые последним из приведённых выше уравнений, в первом случае это так называемый *глобальный исторический аттрактор* (лат. *attraho – притягиваю к себе*), а во втором – *аттрактор планетарной истории*. К каждому из них тяготеют, притягиваются имевшие в прошлом место исторические события (революции). Но есть во всей указанной закономерности один противоречивый момент, аномалия, в точке начала предбиологической эволюции, выбивающаяся из всего исторического хода – *подозрительно быстрое возникновение жизни*, за какие-то 200–300 млн лет. Эта аномалия нарушает всю автомоделную шкалу времени. Но этого можно избежать, если предположить, что предбиологическая эволюция совершалась не на Земле, а в недрах нашей Галактики и началась сразу с возникновением самой Галактики более 10 млрд лет назад.

#### Тесты к главе 14

1. Все виды деятельности человека относятся к факторам:
  - а) абиотическим; б) биотическим; в) периодическим; г) действующим непериодически (случайно).
2. Действием только биологических факторов нельзя объяснить появление у человека:
  - а) S-образного изгиба позвоночника; б) мышления; в) извилин головного мозга; г) прямохождения.
3. Почему людей всех рас относят к одному виду? Это потому, что:
  - а) клетки содержат одинаковое число хромосом; б) они сходны по строению, жизнедеятельности, числу и составу хромосом, вступают в брак и имеют полноценных детей; в) прямоходящие, обладают речью и мышлением; г) они имеют одного предка – австралопитека.

4. Укажите правильную хронологическую последовательность предков современного человека:

а) питекантроп, австралопитек, неандерталец, кроманьонец; б) австралопитек, человек умелый, человек прямоходящий, человек разумный; в) синантроп, питекантроп, кроманьонец, человек разумный; г) питекантроп, гейдельбергский человек, синантроп, неандерталец.

5. Каковы доказательства происхождения человека от животных:

а) одинаковая структура клеток животных и человека, палеонтологические исследования; б) кровь животных и человека практически идентичны, внутренние органы имеют полное сходство в своём функционировании; в) сходство строения и жизнедеятельности человека и млекопитающих животных и их зародышей, наличие у человека рудиментов и атавизмов, палеонтологические находки древних людей; г) сходная структура ДНК человека и животных, наличие у человека рудиментов и атавизмов.

6. Под воздействием в основном биологических факторов эволюции у людей сформировалось (лась, лись) или сформировался:

а) развитое мышление; б) расовые различия; в) общественный образ жизни; г) речь; д) потребность в труде; е) потребность в орудиях защиты.

7. Все расы входят в один вид – человек разумный, что свидетельствует о:

а) одинаковом уровне физического развития людей разных рас; б) генетическом единстве рас; в) одинаковом психическом развитии людей разных рас; г) существенных генетических различиях между расами.

8. Появление у предков человека S-образного позвоночника произошло под влиянием:

а) абиотических факторов; б) социальных факторов эволюции; в) биологических факторов эволюции; г) антропогенных факторов.

9. Под воздействием только социальных факторов эволюции у людей сформировались:

а) речь; б) трудовая деятельность и общество; в) эмоции; г) мышление.

10. Наше время в истории (геохронологии) Земли называется:

а) юрский период мезозойской эры; б) неогеновый период кайнозойской эры; в) четвертичный период кайнозойской эры; г) палеоген.

11. Какие из перечисленных признаков человека не наследуются:

а) дыхание; б) питание; в) самозащита; г) речь; д) цвет глаз.

12. Обезьяноподобный предок современного человека, живший в Восточной Африке 4–3 млн лет тому назад – это:

а) дриопитек; б) афарский австралопитек; в) рамапитек; г) синантроп; д) яванский человек; е) неандерталец; ж) кроманьонец.

13. Установите правильную последовательность эволюции наших предков:

а) прямоходящий – умелый – разумный; б) разумный – прямоходящий – умелый; в) умелый – прямоходящий – разумный; г) прямоходящий – разумный – умелый; д) разумный – умелый – прямоходящий.

14. Отметьте правильные суждения:

а) человек относится к классу млекопитающих; аппендикс у человека – рудимент; б) густой волосяной покров у человека – атавизм; в) человек и человекообразные обезьяны – близкородственные организмы; г) трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление относятся к социальным факторам; копчиковая кость в скелете человека – атавизм; д) объём мозга современного человека составляет 700–1250 см<sup>3</sup>.

15. Доказательством происхождения человека от животных является:

а) способность к абстрактному мышлению; б) склонность к бытовому пьянству; в) наличие рудиментов и атавизмов; г) большой объём мозга.

16. К биологическим факторам антропогенеза относятся:

а) речь; б) естественный отбор; в) любовь; г) мышление; д) страсть к накопительству.

17. Важнейшим социальным фактором эволюции человека является:

а) занятие наукой; б) воспитание; в) труд; г) речь; д) общественный образ жизни.

18. Первые орудия труда уже умели делать:

а) яванские люди; б) австралопитеки; в) папуасы; г) древнейшие люди; д) дриопитеки; е) древние люди; ж) кроманьонцы; з) чжурчжэни; и) кенийцы.

19. Общим предком человека и человекообразных обезьян были:

а) питекантропы; б) горные гориллы; в) дриопитеки; г) австралопитеки; д) яванцы.

20. К какому из наследуемых последствий привело возникновение прямохождения у человека:

а) увеличение скорости передвижения; б) осложнение деторождения; в) улучшение кровообращения нижних конечностей; г) увеличение объёма мозга.

21. Видовыми признаками человека являются:
- а) живорождение; б) специфическое строение кисти руки; в) аппендикс; г) возможность смешанных браков; д) 23 хромосомы в гаметах; е) волосяность.
22. Какой из признаков не передаётся по наследству от родителей детям:
- а) цвет и форма глаз; б) условные рефлексы; в) инстинкты; г) склонность к алопеции.
23. Одной из причин, по которой в настоящее время не возникают новые виды человека, является:
- а) отсутствие репродуктивной изоляции между расами; б) сходство генотипов всех людей; г) принадлежность рас к разным видам; г) новый мировой порядок.
24. Одним из признаков, доказывающих факт существования эволюционных процессов в человеческом обществе, является:
- а) частые наследственные заболевания у малых народностей; б) рождение мулатов; в) изменения в лексике, развитие науки, культуры.
25. Выберите признаки, общие для человека и человекообразных обезьян:
- а) объём мозга от 1000 до 1500 см<sup>3</sup>; б) слабо развитые надбровные дуги; в) передние конечности хватательного типа; г) большое количество борозд и извилин головного мозга; д) позвоночник с четырьмя изгибами.
26. Современная эволюция или историческая адаптация природы и человека называется:
- а) макроэволюцией; б) микроэволюцией; в) коэволюцией; г) синтетической эволюцией; д) глобальным эволюционизмом.
27. К возникновению рака кожи у человека может привести:
- а) потепление климата в результате парникового эффекта; б) загрязнение атмосферного воздуха оксидами газов; в) расширение озоновых дыр и усиление ультрафиолетового облучения; г) загрязнение почв тяжёлыми химическими элементами; д) загрязнение воздуха радиоактивными отходами.
28. Какие из перечисленных эволюционных факторов обеспечили развитие человека:
- а) движущая форма естественного отбора; б) мутационный процесс; в) географическая и экологическая изоляция; г) наследственная изменчивость; д) модификационная изменчивость; е) стабилизирующая форма естественного отбора.

29. В каком порядке появились на Земле люди:

а) питекантроп, синантроп, человек умелый, кроманьонец, неандерталец; б) человек умелый, человек прямоходящий, неандерталец, кроманьонец; в) человек прямоходящий, питекантроп, человек умелый, неандерталец, кроманьонец; г) неандерталец, человек умелый, человек прямоходящий, кроманьонец.

30. Какие признаки древнейших людей сближают их с современными людьми:

а) значительное развитие левого полушария; б) скошенный подбородок; в) развитое мышление; г) объём мозга; д) превышение объёма лицевой части черепа над мозговой.

31. По каким палеонтологическим находкам можно получить более точные сведения об уровне развития древнего человека:

а) по древности останков; б) по орудиям труда, находящимся рядом с останками; в) по отдельным частям скелета; г) по строению кисти руки.

32. Основной причиной формирования разных человеческих рас стали:

а) экологическая изоляция; б) генетическая изоляция; в) фенотип; г) географическая изоляция; д) геологические катастрофы; е) генотип.

33. Выберите правильные утверждения:

а) биологическая сущность человека проявляется в стремлении сохранить свою жизнь и продолжить её через размножение; б) человек разумный не является составной частью экосистемы Земли; в) человек разумный – один из трёх миллионов известных науке биологических видов; г) на современном этапе на человека и человеческую популяцию не распространяются экологические законы, например закон оптимума, закон ограничивающего фактора, конкурентного исключения и другие; д) экологические отличия человечества от популяций других видов заключаются в масштабах экологических связей и особенностях их реализации.

34. Урбанизация – это процесс:

а) роста доли сельскохозяйственных рабочих; б) роста доли городского населения; в) роста численности населения; г) загрязнения среды отходами производства; д) усиления давления человека на среду обитания и ближний космос.

35. В современном человеческом обществе, по сравнению с первобытным обществом, социальные связи:

а) нестабильны; б) усилились; в) стабилизировались; г) ослабли; д) остались примерно на прежнем уровне; е) вышли на принцип естественного отбора.

36. Эволюция в органическом мире осуществляется, как полагает современная биология, в результате трех основных факторов:

а) мутаций; б) синергизма; в) изменчивости; г) наследственности; д) эпигенеза; е) естественного отбора; ж) селекции; з) воздействия окружающей среды.

37. Этнология – наука, изучающая:

а) народности мира во всем их многообразии; б) бытовые и культурные особенности народов мира, проблемы происхождения, расселения и культурно-исторических взаимоотношений народов; в) народности мира в их развитии, эволюции и культурном многообразии; г) принципы и правила естественного и искусственного отбора.

38. Этнос как некая сообщество людей – это:

а) неравновесная система; б) закрытая система; в) открытая система; г) система, сложившаяся на данной территории у данной народности.

39. Пассионарность, присущая некоторым представителям этноса, – это:

а) способность какой-либо народности к климатической изменчивости; б) характерологическая доминанта, необоримое внутреннее стремление к деятельности, направленное на осуществление какой-либо цели; в) приспособляемость народа к меняющейся географической оболочке Земли; г) выраженная идиоадаптация и сочетающийся с ней ароморфоз.

40. Установите соответствие (между левым и правым столбцами):

- |                             |  |
|-----------------------------|--|
| а) креационизм;             | е) в появлении человека решающую роль сыграл труд;   |
| б) биологическая концепция; | ж) человек – потомок или творение инопланетян  |
| в) трудовая концепция;      | з) приматы превратились в человека вследствие наследственных изменений;                      |
| г) мутационная концепция;   | и) человек произошёл от общих с обезьянами предков путем накопления биологических изменений; |
| д) космическая концепция;   | к) человек сотворён Богом или Мировым разумом  |



41. Важнейшие предпосылки возникновения человека:

а) всеядность; б) развитие бинокулярного зрения; в) огонь; г) стадный образ жизни; д) прямохождение, общественный образ жизни; е) пятипальцевость.

42. Эволюция человека шла в направлении:

а) австралопитек → человек умелый → человек прямоходящий → человек разумный; б) человек разумный → человек прямоходящий → человек умелый → австралопитек; в) человек прямоходящий → австралопитек → человек разумный → человек умелый; г) человек умелый → человек разумный → человек прямоходящий → австралопитек.

43. Установите соответствие между видами гоминид и временем их появления на Земле (между левым и правым столбцами):

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| а) австралопитек;        | е) 40 тыс. лет назад;  |
| б) человек умелый;       | ж) 200 тыс. лет назад; |
| в) человек прямоходящий; | з) 1 млн лет назад;    |
| г) неандерталец;         | и) 2 млн лет назад;    |
| д) человек разумный;     | к) 5 млн лет назад.    |

44. Вымирание мамонтов, шерстистого носорога, пещерного медведя и других животных связано с:

а) деятельностью человека; б) климатическими условиями; в) геологическими процессами; г) космическим воздействием (падение гигантского метеорита); д) недостатком кормовой базы и её однообразием, кишечными болезнями.

45. Установите соответствие между экологическими кризисами в древней истории человечества и путями выхода из них (между левым и правым столбцами):

- |                              |   |
|------------------------------|---|
| а) 1-й экологический кризис; | г) переход к поливному земледелию;                                  |
| б) 2-й экологический кризис; | д) возникновение земледелия и скотоводства;                         |
| в) 3-й экологический кризис; | е) изобретение человеком стрел (расширение числа охотничьих видов); |

46. Человечество представлено в настоящее время численно расами:

а) тремя; б) двумя; в) пятью; г) шестью; д) четырьмя.

47. Установите соответствие (между левым и правым столбцами):

- |             |  |
|-------------|--|
| а) индивид; | в) человек, обладающий уникальными, присущими только ему качествами характера, знаниями, опытом; |
|-------------|--|

- б) личность; г) человек, как единичный представитель человеческой расы.

48. С момента начала Большого взрыва процесс образования физического мира характеризуется катастрофическим снижением:

- а) хаоса; б) упорядоченности; в) температуры; г) влажности; д) массы; е) плотности.

49. Химиогенез тяжелых химических элементов, на основе которых возникла жизнь и впоследствии человек, происходил и происходит в:

- а) ядрах планет; б) недрах звёзд; в) недрах красных гигантов; г) мантиях планет; д) межпланетном пространстве; е) межгалактическом пространстве.

50. Геогенез, приведший к образованию, в том числе нашей планеты Земля, на которой появились люди, как и другие генезисы, сопровождается:

- а) повышением качества энергии среды; б) понижением температуры среды; в) понижением качества энергии среды; г) повышением температуры.

51. Многие процессы в космосе представляются в соответствии с антропным принципом направленными исключительно на:

- а) расширение Вселенной (разбегание галактик); б) возникновение и поддержание жизни; в) периодическое изменение плотности пространства Вселенной.

52. Принцип отбора или выбора допускает существование бифуркационных состояний, в которых дальнейшая эволюция представляется принципиально:

- а) неравновесной; б) непредсказуемой; в) изменчивой; г) предсказуемой; д) постоянной.

53. Интеллект следует определять как:

- а) способность получать среднее и высшее образование; б) большой объем знаний, полученных при самообразовании; в) способность к рациональному мышлению; г) способность выражать мысли изобразительными средствами; д) следствие большой площади лобных долей черепа.

**Часть VI. ФИЛОСОФИЯ  
И ИНСТРУМЕНТЫ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

---

**Глава 15  
ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ  
И ФИЛОСОФСКИЕ КОНЦЕПЦИИ  
НАУКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО  
ПОЗНАНИЯ**

**Глава 16  
МАТЕМАТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
И ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ  
МИРА**

## Глава 15. ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ФИЛОСОФСКИЕ КОНЦЕПЦИИ НАУКИ И ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

---

### 15.1. Определение науки и естествознания как отрасли науки

**О**днозначное научное толкование понятия *наука* – задача не из самых простых. Слово *наука* – это общеславянское слово, образованное от исчезнувшего славянского слова *ука* – ученье с помощью приставки *на*. Так что в чисто русском варианте термин *наука* буквально означает научение. В большинстве же европейских языков синоним нашего слова *наука* обозначается транслитерациями от латинского слова *scientia*, что в переводе означает *знание*.

В широком смысле слова наука как таковая есть *форма общественного сознания, сфера человеческой деятельности, система социальных институтов*. В данном учебном курсе нас более всего интересует первый аспект определения науки, т.е. её интеллектуальная форма, которая непосредственно связана с определением *естествознания*. Именно естествознание – это система представлений и понятий о явлениях, естественно существующих в реальном мире. Рассмотрим (упрощённо) толкование слова *естествознание*. Оно заимствованно из старославянского языка и образовано от слова *естьство* (представляющее собой кальку греческого *ousia* – сущность, бытие) и слова *знание*, что даёт буквальное толкование исследуемого слова – *знание о бытии, знание о сущности*, следовательно, *естествознание* есть *онтология* (буквально по гр. – *учение о бытии*). С другой стороны, энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона определяет *естествознание* просто как *естественную историю*.

*Основная функция науки как отрасли культуры – выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности; её результат – сумма знаний, лежащих в основе научной картины мира*. Наука также есть обозначение отдельных отраслей научного знания, среди которых нас интересуют в первую очередь отрасли естествознания – физика, астрономия, химия, биология, антропология, география. Непосредственные *цели науки* – *описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности*, составляющих предмет её изучения, на основе открываемых ею законов.

Система наук в современную эпоху (начало XXI века) условно делится на естественные, общественные, гуманитарные и технические науки. Зародившись в античные времена, в основном в Западной Европе,

в странах Средиземноморья, наука как отрасль культуры и духовности начала складываться с XVI–XVII веков (с наступлением Нового времени). В ходе исторического развития она превратилась в важнейший социальный институт, оказывающий значительное, иногда решающее, влияние на все сферы жизни общества и культуры в целом. Ход исторического развития науки позволяет констатировать, что объём научного знания и научной деятельности удваивается с XVII до середины XX века каждые 10–15 лет, а последние 50 лет за каждые 7–8 лет (рост открытий, научной информации, числа научных работников). За эти последние четыре столетия неоднократно изменялась её структура, принципы познания, категории и методы, а также форма организации науки, формировалась её философия.

За эти годы неоднократно изменилось и определение науки. Как уже отмечалось, наука стала формироваться в XVI–XVII веках прежде всего усилиями англичанина Френсиса Бэкона и француза Рене Декарта, которые, продолжая логическую линию величайшего античного эллина (грека) Аристотеля, ввели в науку *методы* (буквально с греческого *methodos* – *путь к чему-либо*) индукции и дедукции как основной инструмент познания, обосновали науку как средство покорения природы, а эксперимент как главный метод научного исследования или испытания природы (вспомните русское «естествоиспытатель»). В результате *стиль мышления в науке* со времен Бэкона и Декарта, Галилея и Ньютона характеризуется: 1) опорой на эксперимент, 2) господством аналитического подхода, направляющего мышление на поиск простейших первоэлементов реальности (концепция редукционизма). Так возникла наука как своеобразный тип западноевропейской культуры, соединивший в себе чувственность с рациональностью. Это позволяет дать более полное и точное определение науки: *наука – это особый рациональный способ познания мира, основанный на эмпирической проверке или математическом доказательстве*. С другой стороны, возможна ещё такая характеристика, а не определение науки. *Наука – это знание, достигшее оптимальности по критериям обоснованности, достоверности, непротиворечивости, точности и плодотворности*.

Развиваемый и используемый в науке стиль мышления, называемый рациональным, основан на двух фундаментальных идеях: во-первых, на природной упорядоченности, т.е. признании существования универсальных, закономерных и доступных разуму причинных связей (или функциональных зависимостей одних явлений от других – феноменологический подход), во-вторых, формального доказательства как главного средства обоснованного знания (в результате искусственно созданной структурной модели – конструктивный подход).

Философское понятие объективного бытия, реальности, включает в себя природу, общество и человека. Совокупность научных знаний

о природе формируется *естествознанием*. *Естествознание* – это одна из отраслей науки, основанная на воспроизводимой эмпирической проверке гипотез и создании теорий или эмпирических обобщений, описывающих природные явления, которые воспринимаются нашими органами чувств и описываются разумом (рационально).

Таким образом, можно ввести основной принцип естествознания – знания о природе должны допускать *эмпирическую проверку*. Опыт – критерий истины в естествознании, науке о природе в широком смысле слова. 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 существующие, а не мыслимые, знаковые системы.

## 15.2. Наука и не-наука. Принципы или критерии научности

Истинность научного знания *a priori (до опыта)* не очевидна и эта сторона науки сама является предметом исследований. Существует достаточное количество терминов, чтобы отличить, хотя бы семантически, науку от не-науки. К ним следует отнести термины *ненаука, вненаука, лженаука, квазинаука, антинаука, паранаука, аномальная наука*. Скажем только об антинауке и лженауке, которые встречаются чаще, чем остальные виды не-науки. Антинаука – это обскурантизм, крайне враждебное отношение к науке, которое является измышлением людей, малосведующих как в науке, так и в культуре вообще. Лженаука – это ругательство, используемое, как правило, людьми не лишёнными дурных наклонностей, или идеологически зашоренными. Так, в послевоенные годы в СССР, лженаукой называли *кибернетику, генетику*, что оказалось чрезвычайно ошибочно и нанесло невосполнимый до сих пор вред этим наукам в современной России. Видно, что с терминами надо обращаться весьма аккуратно.

Теперь остановимся кратко на принципах, или критериях, научности, которые позволяют отличить науку от не-науки. Один из важнейших принципов научности получил название *принципа верификации* (англ. *verify* – проверять, но точнее лат. *verus* – истинный и *facere* – делать) и формулируется так: *какое-либо понятие или суждение имеет значение, если оно сводимо к непосредственному опыту или высказываниям о нём, т.е. эмпирически проверяемо (явно или неявно, опосредованно)*. Теория истинна, если она прошла проверку фактами. Другой принцип, предложенный австрийским философом Карлом Поппером, *принцип фальсификации* (иногда говорят, *принцип фальсифицируемости*) гласит так: *критерием научного статуса теории является её фальсифицируемость или опровержимость*.

Данный принцип имеет простой и глубокий смысл. Если бы в опытах Ньютона с падающими яблоками (не важно, были эти опыты в действительности или нет) одно из них полетело бы вверх, а не вниз, как все остальные, этого было бы достаточно, чтобы опровергнуть теорию тяготения Ньютона и его знаменитый закон всемирного тяготения. Поэтому именно *попытки фальсифицировать, опровергнуть теорию, закон* должны быть наиболее эффективны в плане подтверждения её истинности и научности.

С другой стороны, последовательно проведённый принцип фальсификации делает любое знание гипотетическим, лишённым законченности, абсолютности. Завершённым может быть только религиозное, идеологическое знание, не подвергаемое сомнению, проверке, но не истинно научное знание.

*Третьим критерием* научности следует назвать *принцип неполноты формализованной системы*, полагаемый в основание теории, объясняющей те или иные явления. Этот принцип базируется на двух теоремах великого австрийского логика Курта Гёделя и теореме польского логика Альфреда Тарского по выявлению непротиворечивости одного из важнейших разделов математики – арифметики. Доказанная Гёделем неполнота системы, невозможность доказать или опровергнуть некоторое высказывание (некоторое математическое положение, конечно; а в быденном языке так называемый парадокс античного критского философа Эпименида (588–530): «Если кто лжёт и сам утверждает, что лжёт, то на самом деле лжёт он или говорит правду?», выраженный также в более простых предложениях, вроде таких как – «Я лгу», «Я лжец») служит серьёзным ограничением для теоретического анализа. Поэтому оно и должно быть принято в качестве принципа научности.

Важным критерием научности также является системность, упорядоченность знания (наиболее яркие примеры – Периодическая система химических элементов Дмитрия Менделеева, кристаллографическая система Евграфа Фёдорова, система мировых центров происхождения культурных растений Николая Вавилова).

### **15.3. Структура, эмпирический, теоретический уровни и цель естественнонаучного познания**

Естественнонаучное познание явлений и объектов природы структурно состоит из *эмпирического* и *теоретического уровней* исследования. Удивление и человеческое любопытство являются началом научного исследования (на это впервые указывал Аристотель). Человек равнодушный, безразличный ко всему не может стать учёным, не может увидеть, зафиксировать тот или иной эмпирический факт, который может

стать научным фактом. Научным из разряда эмпирических фактов он станет, если подвергнуть его систематическому исследованию. На этом пути, пути поиска способа или метода исследования, первейшими и простейшими являются либо пассивное наблюдение, либо более радикальное и активное – эксперимент. Отличительной чертой истинного научного эксперимента от шарлатанства должна быть его воспроизводимость каждым и всегда (например, большинство так называемых паранормальных явлений – ясновидение, телепатия, телекинез – этим качеством не обладают, поэтому столь критично воспринимаются учёными). Эксперименты могут быть реальными, модельными или мысленными. В двух последних случаях необходим высокий уровень абстрактного мышления, поскольку реальность заменяется на идеализированные образы, понятия, представления, в действительности не существующие.

Итальянский гений Галилей в своё время (XVII век) добился выдающихся результатов, поскольку стал мыслить идеальными (абстрактными) образами (идеализациями). Такими идеализациями стали абсолютно гладкий, упругий шар, гладкая, упругая поверхность стола, заменённая идеальной плоскостью, равномерное прямолинейное движение, отсутствие сил трения и др. *Без идеализаций нет современного естествознания и современной науки*, но они не конечная, а всего лишь промежуточная цель исследования, а *главная цель науки – выдвижение гипотез и теорий как эмпирически подтверждённых гипотез*. Выдвижению гипотез может предшествовать некоторое эмпирическое обобщение, сделанное на основании эмпирических исследований, собирания и творческого осмысления неупорядоченных фактов. Владимир Вернадский отмечал, что *«эмпирическое обобщение опирается на факты, индуктивным путём собранные, не выходя за их пределы и не заботясь о согласии или несогласии полученного вывода с другими существующими представлениями о природе...»*. Фактически на этом этапе заканчивается эмпирический уровень исследования и начинается *теоретический*. На теоретическом уровне необходимо придумать некоторые новые, ранее не имевшие места в данной науке понятия, *выдвинуть гипотезу*. Продолжая развивать приведённую выше мысль, Вернадский писал: *«При гипотезе принимается во внимание какой-нибудь один или несколько важных признаков явления и на основании только их строится представление о явлении, без внимания к другим его сторонам. Научная гипотеза всегда выходит за пределы фактов, послуживших основой для её построения»*. Особо следует обратить внимание на то, что эмпирическое обобщение как вывод не выходит за пределы собранных фактов, а гипотеза – выходит.

Далее в научном исследовании необходим возврат к эксперименту, чтобы не столько проверить, сколько опровергнуть высказанную гипотезу и, может быть, заменить её на другую. В данном месте исследования



действует принцип фальсифицируемости научных положений. Так, К. 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 которые мы используем до тех пор, пока они выдерживают проверки, и о которых мы никогда не можем с полной уверенностью говорить, что они “истинны”, “более или менее достоверны” или даже “вероятны”».

Прошедшая проверка гипотеза приобретает статус закона (иногда закономерности, правила) природы. Несколько законов из одной области явлений образуют теорию, которая существует до тех пор, пока остаётся непротиворечивой с возрастающим объёмом всё новых экспериментов. Итак, наука – это наблюдения, эксперименты, гипотезы, теории и аргументация в пользу каждого из её этапов развития.

Хотя в методологическом отношении разделение научного исследования на эмпирический и теоретический уровни весьма полезно, практически осуществлять его чрезвычайно сложно. Оценивая ситуацию в физике первой половины XX века, Альберт Эйнштейн писал: «... с принципиальной точки зрения желание строить теорию только на наблюдаемых величинах совершенно нелепо. Потому что в действительности всё обстоит как раз наоборот. Только теория решает, что именно можно наблюдать... Подлежащий наблюдению процесс вызывает определённые изменения в нашей измерительной аппаратуре...». Последнее обстоятельство позволило датскому физiku Нильсу Бору и русскому советскому физiku Владимиру Фоку сформулировать квантовый принцип относительности к средствам наблюдения, в котором микрообъекту исследования приписывается реальности не меньше, чем прибору, а его свойства не сводятся к свойствам прибора. Это явилось обобщением старого принципа относительности Галилея.

#### 15.4. Методы научного познания

Описанные выше уровни научного познания представляют собой метод эмпирического и теоретического освоения действительности. Родоначальниками метода в науке, как уже отмечалось выше, были Ф. Бэкон и Р. Декарт в XVII веке. «Под методом, – писал Декарт, – я разумею точные и простые правила, строгое соблюдение которых ... без лишней траты умственных сил, но постепенно и непрерывно увеличивая знания, способствует тому, что ум достигает истинного познания всего, что ему доступно». Метод выполняет и другую важную, если не важнейшую, роль: делает деятельность исследователей единообразной, уравнивает способности участников исследования, вооружая их единым инструментом.

Методы принято подразделять либо по степени их общности, либо по принадлежности к тому или иному уровню познания. В первом случае это

*всеобщие, общенаучные и конкретно-научные, или частные, во втором – эмпирические и теоретические методы.* Всеобщие методы были порождены античной и средневековой натурфилософией и диалектикой познания, являются общепhilosophическими и называются метафизическим и диалектическим методами. С середины XIX века метафизический метод фактически себя изжил. В диалектическом методе можно выделить такие его виды, как *анализ, синтез, абстрагирование, аналогия, классификация.*

Сущность и особенность *общенаучных методов* следует связывать с *уровнем познания.* На *эмпирическом уровне* – это *наблюдение, описание, эксперимент, измерение,* на *теоретическом уровне* – *абстрагирование, идеализация, формализация, аксиоматизация, гипотезирование* (выдвижение гипотез) или *гипотетико-дедуктивный метод* – создание системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых выводятся утверждения об эмпирических фактах.

Кратко скажем о сущности некоторых из методов. *Анализ* – расчленение, разделение объекта на составные части с целью их отдельного изучения. *Синтез* – соединение ранее расчленённых частей объекта (предмета, явления) в единое целое. *Абстрагирование* – отвлечение от несущественных признаков, свойств, качеств объекта. *Моделирование* – создание образа объекта (явления). *Аналогия* или *подобие* – перенесение сходства в одних признаках на сходство в других. *Классификация* – систематизация, описание по группам признаков. *Абстрагирование* – необходимый компонент человеческого познания. Своими корнями абстрагирование уходит в практическую, чувственно-предметную деятельность человека по преобразованию окружающей природы. Человек никогда не имел и не имеет дела с окружающей средой во всей её полноте сразу: самые элементарные формы его трудовой деятельности представляют собой практические операции по разделению и соединению предметов объективной действительности. Фактически это было не чем иным, как процессом абстрагирования и конструирования, правда, не мысленным актом, а материальным действием в самой реальной жизни. Неотъемлемой чертой абстрагирования является вычленение и фиксация исследуемых свойств предмета. Рассматриваемое в этом смысле абстрагирование представляет собой моделирование изучаемого объекта. *Моделирование* – это изучение объекта (оригинала) путём создания и исследования его копии (модели), замещающей оригинал с определённых сторон, интересующих познание. *Модель* всегда соответствует объекту – оригиналу – в тех свойствах, которые подлежат изучению, но в то же время отличается от него по ряду других признаков, что делает модель удобной для исследования интересующего нас объекта. Модели, применяемые в бытовом и научном познании, можно разделить на два больших класса: мате-

риальные и идеальные. Первые являются природными объектами, подчиняющимися в своем функционировании естественным законам. Вторые представляют собой идеальные образования, зафиксированные в соответствующей знаковой форме и функционирующие по законам логики, отражающие мир. Модель явления не тождественна самому явлению, она только даёт некоторое представление для его понимания, некоторое приближение к действительности. Но в модели перечислены все предложения, которые кладутся в её основу. Эти предположения могут быть весьма грубыми и, тем не менее, давать вполне удовлетворительное приближение к реальности.

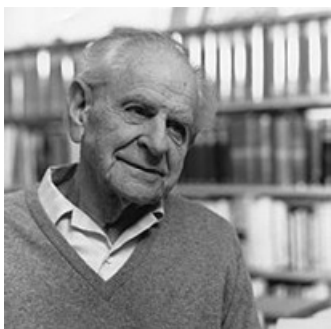
Разнообразие указанных методов создаёт трудности в их использовании и понимании значимости. Эти проблемы решаются особой областью знания – методологией или учением о методах. Важнейшей задачей методологии является изучение происхождения, сущности, эффективности и других характеристик методов познания. По своей сути методология – предмет философии науки, а не естествознания.

### 15.5. Философия науки и динамика научного познания

Разнообразие указанных выше методов создает трудности в их использовании и понимании их значимости. Эти проблемы решаются особой областью знания – *методологией*, или *учением о методах*. Важнейшей задачей методологии является изучение происхождения, сущности, эффективности, динамики изменений и динамики роста (накопления) знаний и других характеристик методов познания. По своей сути и общенаучности методология есть предмет *философии науки*, а не естествознания, как отдельной отрасли науки. Широко известны, по крайней мере, три подхода в философии науки, которыми мы ограничимся, – *Карла Поппера*, *Томаса Куна* и *Имре Лакатоса*.

Центральным положением подхода *Карла Поппера* к принципам науки, как уже отмечалось нами в п. 15.2, является *концепция фальсификации*. Её основная суть состоит в том, что эмпирические наблюдения никогда не могут установить справедливость (истинность) научного обобщения. Сколько бы много наблюдений или измерений мы не проводили в поддержку теории, никогда нельзя быть уверенным в том, что следующее действие не окажется с этой теорией в противоречии (более того, противники теории именно этого и ожидают). Всё, что могут дать теории успешные до определённой поры тесты (наблюдения) – это лишь её *не опровергнуть*. Такие успешные тесты можно отнести к *подтверждениям* теории только в том смысле, что *они повышают к ней наше доверие*, но это не то же самое, что доказать справедливость теории. Согласно Попперу,

возможность опровержения и есть тот критерий, по которому различается наука и ненаука. Научные знания – это не те знания, относительно которых установлено, что они верны, а та базовая часть обобщений, которые до поры до времени пережили попытки их опровергнуть. Наука движется вперед путём прогрессивного исключения фальшивых гипотез, тогда как ненаучные положения не могут быть опровергнуты – разве что только случайно.



**ПОППЕР Карл Раймунд**  
(28.07.1902–17.09.1994)

Британский философ и социолог австрийского происхождения; получил физическое и математическое образование, один из создателей нового направления в философии – философии науки, ввёл в научную методологию принцип фальсификации – истинно научное знание может быть опровергнуто. Разработал идеологию открытого общества, концепции критического рационализма, логики и роста научного знания; придерживался концепции индетерминизма, выдвинул гипотезу трёх миров: физических объектов, психических и ментальных состояний сознания и объективного содержания мышления.

Другой подход к философии науки был предложен в начале 1960-х годов Томасом Куном. В качестве фундаментальной концепции для объяснения феномена роста и сменяемости научных знаний он использовал понятия парадигмы (гр. *paradigma* – образец, пример), научного сообщества, нормальной науки, научной революции. В подходе Куна термин парадигма «обозначает всю совокупность убеждений, ценностей, технических средств и т.д., которая характерна для данного сообщества. С другой стороны, он указывает один вид элемента в этой совокупности – конкретные решения головоломок, которые, когда они используются в качестве моделей или примеров, могут заменить эксплицитные правила как основу для решения не разгаданных ещё головоломок нормальной науки». Научные сообщества складываются благодаря тому, что «учёные исходят в своей работе из моделей, усвоенных в процессе обучения, и из последующего изложения их в литературе, часто не зная и не испытывая никакой потребности знать, какие характеристики придали этим моделям статус парадигм научного сообщества». Нормальная наука, по Куну, означает «исследования, базирующиеся на одном или более из прошлых научных достижений, которые некое определённое научное сообщество признаёт на какое-то время в качестве создающих основу для последующего практического использования». Для иллюстрации парадигмы нормальной науки Кун цитирует

классические произведения – «Физику» Аристотеля, «Математические начала натуральной философии» Ньютона, «Химию» Лавуазье, вместе сложивших фундамент классического естествознания.

*Американский физик, философ и историк науки, предложил, обосновывая философию науки, понятия парадигмы, смены парадигмы, нормальной науки и научных революций как периодических событий, происходящих в различное время в различных научных дисциплинах, а также понятие экстраординарной науки, развитых в фундаментальном труде «Структура научных революций», опубликованном в 1962 г.*



**КУН Томас Сэмюэл**  
(18.07.1922–17.06.1996)

Стимулированная *новой* парадигмой концепция *новой* нормальной науки должна быть достаточно оригинальной идеей, чтобы привлечь группу преданных приверженцев, и достаточно открытой, чтобы объять все виды решаемых учёными в данный момент проблем. Концептуально нормальная наука имеет несколько важных характеристик, *главная из них – отказ от критики оснований науки*, отказ в том смысле, что в науке есть положения, которые не подлежат сомнению, и она использует методы, которым надлежит следовать. Они составляют *дисциплинарную среду*, в которой живёт нормальная наука и в которой учёные не выполняют множества жёстких правил, но следуют принятому образцу, *парадигме*. Именно эта некритичность разрешает прилагать теорию к большому числу задач, позволяя исследовать огромное количество деталей реального мира (решить «малые» проблемы), и способствует тому, что в течение длительного времени развитие нормальной науки может быть довольно «стабильным».

Однако время от времени *вследствие открытия аномалий* или фактов, которые не могут быть объяснены в терминах принятой парадигмы, *возникают кризисы*. Начинаются усложнения теорий, снижается точность выводов, теория становится неудовлетворительной по одному, двум или нескольким параметрам. Наконец становится очевидным, что ошибка лежит в фундаменте всей системы и что аномалия, которая вызвала кризис, существовала достаточно давно. Кризис обычно приводит к большому числу поспешных модификаций парадигмы и её связей, так как в эти моменты, как правило, учёные находятся в замешательстве из-за того, что не знают, как разрешить возникшую ситуацию. Учёные наугад мечутся в поисках ответов, обращаясь ко всему предыдущему научному

опыту, в том числе и к философии, которой в нормальной науке нет места. Из этих новых связей парадигмы случайно всплывает нечто принципиально новое, революционное. Только в такие моменты *революций в науке*, по Куну, находится время и место подвергнуть сомнению её основы, тогда как, согласно Попперу, это должно происходить перманентно (постоянно) при проверке теории, для устранения противоречий её с экспериментальными данными.

*Имре Лакатос* предложил иной подход к философии науки, существенно отличающийся от рассмотренных выше. Модифицируя положения Поппера, главным мерилom своей схемы он взял не отдельную, пусть и успешную теорию, а целостную программу исследований, точнее, он развил методологию научно-исследовательских программ, сменяющих одна другую в истории общества. Программа исследований включает две основные части – жёсткий базовый стержень (*твёрдое ядро*) и положительную эвристическую компоненту. Твёрдое ядро состоит из принятых ранее предположений, которые в ходе выполнения исследовательской программы считаются *неопровержимыми* (аналог понятия нормальной науки Куна). Положительная эвристика должна способствовать предвидению аномалий и их преодолению в соответствии с заранее разработанным планом. Программа исследований может быть отвергнута, если имеется лучшая, способная её заменить (с более широким эмпирическим содержанием по отношению к действовавшей до этого программе-конкуренту).



**ЛАКАТОС Имре**  
(настоящие имя и фамилия  
Аврум Липшиц)  
(9.10.1922–2.02.1974)

*Британский философ и историк венгерского происхождения, один из виднейших представителей постпозитивизма; учился в аспирантуре Московского университета, в докторантуре Кембриджа, в своих диссертациях оспаривал традиционное представление о математике, как о чисто дедуктивной науке, где теоремы строго выводятся из неоспоримых аксиом и постулатов; разработал в философии науки теорию и методологию научно-исследовательских программ, в которой развил (вслед за Поппером) принцип утончённого фальсификационизма, выступал против концепции смены парадигм Куна.*

Новая научно-исследовательская программа должна быть способной объяснить всё то же, что и старая, а также предсказать некоторые новые факты, которые старая предсказать не может. Поскольку этот критерий допускает быструю модификацию теории и оставляет место для

небольших противоречий, он является более терпимым, чем критерий Поппера о возможности опровержений, хотя возможность более широких предсказаний является весьма жёстким требованием. В соответствии с методологией Лакатоса путь решения головоломок Куна определяется не сегодняшними аномалиями, а теоретическим анализом. Определение пути, которым следует наука, здесь представляет собой, скорее, именно математическую проблему, чем проблему преодоления аномалий.

### 15.6. О гипотезах, полагаемых в основание эволюции

Категория *эволюция* (лат. *evolvere* – разворачиваться, раскрываться) – одна из позднейших научных и философских категорий, возникшая благодаря работам натуралистов Эразма Дарвина, Жана Ламарка, Чарлза Дарвина, Альфреда Уоллеса, Эрнста Геккеля и социолога Герберта Спенсера, распространившего её на общество. Своей этимологией данная категория указывает направленность на разворачивание, раскрытие уже существующего вечно бытия (например мира растений, животных, общества), игнорируя сам процесс возникновения, рождения первоначал мира, по-видимому, полагая, что это предмет частных естественных и социально-гуманитарных наук. Постепенно идея эволюции (и историчности) овладела всеми науками, но не прояснила самого *механизма* эволюции, удовлетворившись законами идеалистической диалектики, обоснованными Георгом Гегелем и превращёнными в универсальные законы материалистического бытия Карлом Марксом – *закон единства и борьбы противоположностей, закон перехода количественных изменений в качественные и, наоборот, закон отрицания отрицания*. Процесс рождения мира (абсолюта) Гегелем не объясняется, он утверждает лишь сам факт его рождения. Процесс развёртывания (эволюции) носит *вневременной характер*, исключает развитие: «Мир сотворён, сотворяется теперь и был вечно сотворён; эта вечность выступает перед нами в форме сохранения мира», – отмечал Гегель. Законы природной эволюции – изменчивости, наследования и естественного отбора, выявленные Дарвиным и независимо Уоллесом, были сформулированы из наблюдений за *внешней средой на конечной (завершённой) стадии существования флоры и фауны*. В этом их несомненная слабость. Особенности и гипотезы об эволюции надо выводить из начальных стадий возникающего бытия. Именно эволюцию надо выводить из мира элементарных частиц, начиная с бозонов Хиггса (если они есть), кварков, мультиплетов частиц, механизмов образования первичных химических элементов, простейших молекул (кислорода, воды, метана, углекислого газа), молекул протобионтов и биополимеров (пептидов, белков, жиров, азотистых оснований, РНК, ДНК, их свёрток) и т.д. Следует исходить из мысли о том, что последующий возникающий мир

повторял *запомненный выбор* осуществлённого отбора механизмов на каждом уровне своего возникновения и развития. Ни на одном из этих уровней не было *борьбы противоположностей*, была *комплементарность*, не было отрицания отрицания и перехода количества в качество, а было *спонтанное нарушение симметрии*, эмерджентно порождающее потенциально запасённое свойство (характеристику) объекта или системы объектов.

Итак, наши гипотезы, выраженные как принципы эволюции в некоторой системе объектов, таковы: 1) *комплементарность* (в противоположность борьбе), во-первых, как проявление запомненного выбора, во-вторых, как действующая симметрия, которая рождает взаимодействие, стремление к взаимодействию, согласованию в развитой системе; 2) *спонтанное нарушение симметрии* (поскольку всё существующее имеет левую и правую асимметрию), ведущее к поляризации (различению) объектов (например, из безмассовых хиггсовских бозонов появляются массовые адроны); 3) *цикличность и матричный принцип копирования* процесса; 4) *негэнтропийность*, снимающая неопределённость и устанавливающая информативность протекающего процесса; 5) *связность*, определяющая целостность и единство возникающего мира. Каждая их гипотез может быть оценена количественно, т.е. математически.

На чём основываются эти гипотезы? Комплементарность в молекуле ДНК давно известна, а открыта была, когда Лайнус Полинг задал себе вопрос: *какие атомы предпочитают соседствовать друг с другом?* Лев Гумелёв на идее комплементарности построил учение об этносах. Мысль о запомненном выборе высказал Г. Кастлер, а Александр Руденко показал его действие в теории элементарных открытых каталитических систем. «*Симметрия рождает взаимодействие*» – мысль принадлежит Фрэнку Янгу, нобелевскому лауреату по физике. Принцип спонтанного нарушения симметрии *выявляет скрытый (имплицитный) порядок* в мире элементарных частиц (и вообще в природе), различает их барионные триплеты, октеты и декуплеты. Дэвид Бом положил скрытый порядок в обоснование нового подхода к реальности. Идея поляризации нуль-вакуума привела Виктора Чернуху к поляризационной теории мироздания. Цикличность как принцип выявлена как в неорганическом, так и в органическом мире и достаточно обоснована в проблеме возникновения жизни. Роль негэнтропийности для живого известна со времен Леона Бриллюэна и Владимира Вернадского. О связности миров написано также достаточно много в восточной и западной цивилизациях.



### 15.7. Транскультурный диалог естественных и гуманитарных наук в категориях постнеклассической рациональности

Рассмотрим своеобразный кроссинг развивавшихся естественных и гуманитарных отраслей наук, выраженный в универсалиях постнеклассической рациональности.

1. *Основные этапы развития научной рациональности – классический, неклассический и постнеклассический.* Наука как особый род человеческой деятельности возникла в Новое время, в эпоху первой и второй научных революций (по терминологии философа науки Томаса Куна). Всего же, как считается сегодня, научные революции в науке, естествознании и мышлении, свершились в человеческой истории как минимум четыре раза, а этапов науки было три (рис. 17).



Рис. 17. Этапы развития научной рациональности

*Первый этап науки, классический, основывается на том, что объективность и предметность научного знания достигается устранением субъекта познания (человека) и его процедур из познавательной деятельности. основополагающий признак классического естествознания и соответствующей научной рациональности – абсолютная предсказуемость событий и явлений будущего и возможность восстановления картин прошлого (лапласовский детерминизм), а также выполнимость принципа обратимости времени.*

*Второй, неклассический этап науки охватил время с конца XIX до середины XX столетия, основополагающим признаком его становится вероятностная парадигма, неконтролируемая, а значит, не абсолютная предсказуемость будущего (так называемый индетерминизм). Меняется место человека в науке – теперь его место соучастника в явлениях, его принципиальная включённость в научные процедуры.*

Последние десятилетия ушедшего века могут быть охарактеризованы как течение *третьего постнеклассического* этапа науки, важнейшими

признаками которого являются *полная непредсказуемость, закрытость, непрогнозируемость будущего и выполнимость принципа необратимости (времени и движения)*.

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 наш век – 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 учебнике мы последовательно придерживаемся классификации Уивера, представляя поэтапно развитие естествознания, и классификации Стёпина, представляя поэтапно эволюционное **развитие** научной рациональности.

2. *Некоторые установки и положения диалога наук.* Более пятидесяти последних лет, начиная со знаменитой лекции «Две культуры и научная революция» английского писателя Чарльза Сноу в Кембридже в 1959 г., длится диалог между гуманитариями и естественниками. Сноу безосновательно, как оказалось по прошествии значительного времени, боялся тогда, что естествознание погубит гуманитарные науки. Во все последующие, да и предшествующие им годы по большей части «физики», а не «лирики», прилагали усилия по сближению разнесённых на полюса человеческой природой двух почти несовместимых, но сосуществующих культур. Одна из первых попыток была осуществлена Альбертом Эйнштейном в книге «Эволюция физики», появившейся в 1938 г. Вспоминая позже, его соавтор Леопольд Инфельд писал об Эйнштейне: «Он намеревался написать популярную книгу, содержащую основные идеи физики в её логическом развитии. По Эйнштейну, в физике имеется лишь несколько принципиальных идей, и они могут быть выражены словами. Ни один учёный не мыслит формулами, говорил он часто». Не выразить мысли формулами, а словами – вот указание к решению проблемы диалога *физиков и лириков*. Что было ключевым понятием, пусть первоначально и неосознаваемым, в диалоге культур? Таким понятием, на наш взгляд, было понятие *эволюция*.

Английский писатель, физик и государственный деятель. Занимал разнообразные посты в лейбористских правительствах Великобритании. В 1957 году был возведён в дворянское достоинство, а в 1964 году сделан пожизненным пэром без права передачи звания по наследству в баронском статусе. 7 мая 1959 г. Сноу произнёс в Кембридже Лекцию Рида, озаглавленную «Две культуры», в которой высказал сожаление о разрыве между учёными и интеллектуалами-литераторами.



**СНОУ Чарльз Перси,  
барон Сноу**  
(15.10.1905 – 01.07.1980)

Термин «эволюция» происходит от лат. *evolvere*, что означает *развёртываться, раскрываться*. В попытках найти взаимоприемлемые универсальные подходы для диалога культур философы, биологи, физики, математики, социологи, антропологи прошли несколько эволюционных этапов – *прогрессивный* (Ламарк, Дарвин, Уоллес, Спенсер), *энтропийно-катастрофический* (Кювье, Клаузиус, Больцман), *космологический* (Эйнштейн, Фридман, Хаббл, Лемэтр, Гамов), *эпистемологический* (Конрад Лоренц, Поппер), *синергетический* (Хакен), *диссипативно-структурный (самоорганизующийся)* (Пригожин), в последнюю четверть XX века – *фрактально-скейлинговый (самоподобный)* (Мандельброт) и *автопоэзисный (саморождающий, самотворящий)* (Матурана-Варела) и, наконец, с 2008 года – *поляризационный* (Владимир Чернуха).

Уже на начальном этапе, во второй половине XIX века, Герберт Спенсер вслед за Чарльзом Дарвиным и Альфредом Уоллесом, развивая механистическое учение о всеобщей эволюции, *во-первых*, указал на связь эволюционных процессов, протекающих в *живой природе*, и процессов, протекающих в *обществе*. Его тезис состоял в утверждении, что анализ эволюционного процесса должен дать полное описание и объяснение природы человека, его поведения и общественного сознания. Спенсер ратовал за новые принципы эволюционирующей природы – неустойчивость однородного, дифференцирующая сила – творец организации и т.д.

Практически в те же годы, *во-вторых*, возникает и укрепляется энтропийно-катастрофическая парадигма в *термодинамике Клаузиуса*: мир как единое целое неуклонно деградирует с ростом энтропии от максимальной организации к абсолютному хаосу (ужасающая всех тепловая смерть), и в *биологии видов Кювье*: образование новых живых форм принципиально исключено, и их разнообразие исторически сокращалось из-за космических, планетарных и геологических катаклизмов. Создалась

ситуация, которую уже в наше время Илья Пригожин охарактеризовал такими словами: «Должны ли мы заключить..., что Клаузиус и Дарвин не могут быть оба правы, или нам необходимо вместе с Гербертом Спенсером ввести новый принцип природы, например «неустойчивость однородного»...». Сам же Пригожин, разрубив этот «гордиев узел», пришёл к идее *созидательного катастрофизма* через образование новых структур на основе *принципа производства минимума энтропии*, к *теории диссипативных структур*, но это произошло много позже, уже, фактически, во второй половине XX века. Новый виток эволюционной парадигмы породили, *в-третьих*, в начале прошлого века *космология*, с её предсказанием расширения Вселенной в результате Большого взрыва, и внедрённые на этой основе *идеи историзма* в естественные науки. Эта же идея историчности проникла в характер самого познания и породила эволюционную эпистемологию. *В-четвёртых*, эволюционизму способствовали *синергетика* и *теория диссипативных структур*, появившиеся на рубеже последней четверти ушедшего века, поскольку они выявили механизмы самоорганизации, посредством которых открытые (наиболее общий универсальный вариант систем) природные системы способны спонтанно удаляться от равновесия и стабильно сохранять возникшее неравновесие с внешней средой. Немедленно модели самоорганизации оказались в центре внимания едва ли не всех наук и «*овладели массами*». Вскоре обнаружилось, что социальная (включая духовную), биологическая, геологическая и космическая истории представляют собой *стадии единого эволюционного вселенского процесса* и знаменуют собой даже не неклассическое (полевое, квантовое и квантово-полевое) естествознание, а вновь народившееся и продолжающее развиваться *постнеклассическое естествознание*. Его характерный признак – движение по эволюционному пути от состояний более вероятных (с энтропийных позиций) к состояниям менее вероятным, или иначе сказать – «удаление от естества». Такой вывод – не более чем «эмпирическое обобщение», которое требует теоретического объяснения столь удивительной направленности эволюционных процессов (следует при этом помнить слова античного мудреца Агафона (ок. 448 – ок. 405) – «*Весьма вероятно наступление невероятного*»). Такое теоретическое объяснение, *в-пятых*, последовало в рамках так называемой Универсальной, Большой или Мега-истории (см. выше). Но для более глубокого понимания гипотез об эволюционных стадиях Вселенной и соответствующих им стадий рациональности необходимо более подробно проанализировать понятия универсальных причин эволюции.

3. *Фундаментальные универсалии эволюции*. Поскольку сегодня известны многочисленные специфические исследования эволюции конкретных сущностей, то мы располагаем некоторыми базовыми представ-

лениями об эволюции, как о *фундаментальном* и *универсальном процессе*. Их наличие создаёт условия для рассматриваемого нами меж- и трансдисциплинарного дискурса. Исторически *первой* универсалией является знаменитая «геккель-дарвинская триада»: *изменчивость* – стохастичность (непредсказуемая случайность) и неопределённость, органически присущие большинству явлений и процессов в природе; *наследственность* – зависимость настоящего и будущего от прошлого; *отбор* – система правил или законов, отбирающая из множества виртуальных состояний реальные состояния.

Среди новых универсалий, прежде всего, следует указать *вторую*, согласно которой природные, как правило большие, системы по изначальной своей сущности обладают в своём развитии принципиальной пространственно-временной необратимостью в присутствии им *пространственно-временном континууме Эйнштейна-Минковского*, или несколько иначе, «*пространственно-временной стрелой*», но не просто «*стрелой времени*» Эддингтона. В отношении же гуманитарных систем следует говорить об универсалии *историчности*, существующей в *пространственно-временном континууме событий*, что представляет собой своеобразный гуманитарный аналог пространственно-временной необратимости природных систем. Таким образом, принципиальное следствие этой универсалии состоит в том, что как природные, так и гуманитарные открытые системы обладают прошлым и, находясь в настоящем в каждый текущий момент времени, затем будут обладать будущим. Данная пространственно-временная (историческая) последовательность событий в силу природной абсолютности необратима, т.е. не может быть изменена какими-либо научными ухищрениями.

Предположение о следующей универсалии основывается на том, что динамика развития систем зависит от их текущего состояния. Более того, будущие состояния систем находятся вне возможностей контроля и предсказания, они открыты и неоднозначны. Всё это в полной мере характеризует системы как *нелинейные*, так что *третье* фундаментальное свойство систем – *нелинейность*, которое, кстати, обладает тоже пространственно-временными атрибутами. В физике это подтверждают нелинейные теория электромагнитного поля Максвелла, теория тяготения или общая теория относительности Эйнштейна, теория сверхпроводимости, явление Бенара; в химии – автокаталитическая реакция Белоусова-Жаботинского и многое другое в биологии, медицине.

Теперь об универсалии *неопределённость*. Ветвление развивающихся структур в точках бифуркации не предполагает их однозначного развития, а указывает на возможность сделать *выбор* между несколькими направлениями или состояниями. Выбор этот зависит от состояния системы

как во времени прошлом, так и настоящем, так что в нём (в выборе) проявляется *неустрашимый элемент случайности, случайности из набора неопределённости*, рассеянного хаоса. Неопределённость в точках бифуркации представляет собой один из двух типов непредсказуемости. Признание неопределённости как ключевой, *четвёртой*, характеристики естественных феноменов (согласно Пригожину и, добавим от себя, также *гуманитарных систем*) является частью серьёзного пересмотра научной рациональности. Это с позиций естествознания. Но подобное происходит и с позиций философии и, вообще, гуманитарного знания. Так, например, суть взглядов одного из деконструктивистов современной философии Жака Дерриды другой философ, Людвиг Витгенштейн, выражает такой формулой: «*ни то, ни это; и то, и это*». Таким образом, и философия, и естествознание (в квантовой физике) практически одновременно в XX веке начали с разных сторон осваивать одно и то же проблемное поле, название которому *неопределённость*. С каких позиций неопределённости можно найти объединение в единое целое гуманитарных и естественнонаучных дисциплин? Как известно, естественные науки характеризуются набором наиболее *общих принципов* (например, принципа наименьшего действия, принципа относительности, принципа эквивалентности масс), *полагаемых в основание той или иной физической науки и позволяющих вывести соответствующие уравнения* (Эйлера-Лагранжа, Гамильтона, Эйнштейна-Гильберта, Шрёдингера, Дирака, Янга-Миллса) для *проведения количественных расчётов*. А есть ли *объединяющий* всеобщий принцип для *природных и гуманитарных структур* (систем)? Возможно, что это некий *новый принцип неопределённости* (не связывать с квантовомеханическим соотношением неопределённости Гейзенберга). Если быть более точным, то это может быть предлагаемый нами *принцип актуализации потенциальной неопределённости*. Мы это понимаем так, что потенциальная неопределённость, скрыто существующая в любой открытой системе, любой структуре, находясь в далёком от равновесия состоянии и испытывая *позывы к самоорганизации*, претерпевает «*спонтанное зарождение новых структур и новых форм поведения*» и проявляет тем самым присущее ей потенциальное свойство эмерджентности, *скрытое и неопределённое до произошедшей в системе актуализации новой структуры*. Примеры такой актуализации – «*медовые ячейки*» Пьера Бенара, вихри Тейлора, «*химические часы*» Белоусова-Жаботинского, гиперциклы Манфреда Эйгена, автопоэзис Умберто Матураны и Франциско Варелы, «*мир маргариток*» Джеймса Лавлока.

Ещё одно фундаментальное, *пятое*, свойство систем (структур) порождается тем, что называется *синергией*. Синергия понимается как кооперативное, совместное действие. Но более полно и точно синергия в

современном осмыслении обозначает целостное, неразделимое, функциональное единение когерентных (родственных) по сущности составляющих систему элементов, и тогда это пятое фундаментальное свойство эволюционирующих самоорганизующихся систем, вводимое нами, – *когерентность*.

Следующее, *шестое*, свойство систем – свойство *диссипативности*, или *открытости*, обуславливает самопроизвольное (спонтанное) образование некоторых упорядоченных пространственных или временных структур в ходе неравновесного обменного процесса веществом и энергией с окружающей внешней средой. Эрвин Шрёдингер (основоположник квантовой механики), исследуя проблему возникновения жизни, красочно охарактеризовал эту ситуацию как «*добывание упорядоченности из окружающей среды*». Диссипативность, неразрывно связанную с *неравновесностью состояния*, следует распространить и на открытые гуманитарные системы, упорядоченность в которых может возрастать как в результате взаимодействия когерентных элементов внутри самой системы, так и в результате взаимодействия с другими гуманитарными системами.

Самоорганизация в системе связана с формированием структуры более сложной, чем первоначальная. Такой переход ведёт к понижению симметрии. «*Порядок есть нарушение симметрии*» – вот образное выражение этой ситуации. Действительно, например, пустое пространство в высшей степени симметрично – все его точки и направления эквивалентны (пространство однородно и изотропно). Порождение структуры, допустим, в виде гексагональных «медовых» ячеек Бенара, понижает симметрию и изменяет состояние системы. Более того, возникновение новых симметрий состояний системы или диссипативных структур носит пороговый характер и связывается с *неустойчивостью к флуктуациям*. Уместно при этом воспользоваться понятием *спонтанного нарушения симметрии в системе*, впервые введённого в физике элементарных частиц. С математической точки зрения неустойчивость и пороговый характер самоорганизации связаны с нелинейностью. Потеря системой устойчивости, ведущей к новой симметрии и, следовательно, к новой структуре самоорганизации, называется *катастрофой*. Более точно, катастрофа – это скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий. В математике этот круг вопросов изучается *теорией катастроф* Рене Тома – Владимира Арнольда (французского и русского математиков). Таким образом, предрасположенность системы к спонтанному нарушению симметрии можно объяснить *седьмым* свойством систем – естественноисторической предрасположенностью, возможно, даже предрешённостью к *катастрофичности*. При

отмеченных выше нарушениях симметрии в системе остаются неявные следы этого нарушения, своеобразная «память» о прошлом, распространяющаяся в виде волн. Наиболее тривиальный пример – упругие волны в твёрдом теле, которые можно трактовать как «память» о нарушении трансляционной инвариантности (симметрии) в нём. Так, если в кристалле его первый атом занял какое-то конкретное место, то остальные атомы должны располагаться эквидистантно (на одинаковых друг от друга расстояниях) в узлах решётки. Если внешняя по отношению к кристаллу сила нарушает установившийся порядок, по кристаллу начинают распространяться упругие волны. В итоге после распространения волны (возмущения) в системе возникает новая структура. Так мы приходим к понятию *информации* в материальной системе. Действительно, поскольку существование материи мыслится только в пространстве и времени, самосущность материи в пространстве есть её структура, а самосущность её во времени есть движение материи (и это основной предмет исследования в физике и химии), то отсюда заключаем, что изменяющаяся структура, или структура в движении, и есть *информация*. Здесь очевидно, что *функцию носителя информации* берёт на себя структура, без которой информация бессмысленна, невозможна, ибо она не существует вне материи (как и материя не существует вне информации). Это свойство, уже *восьмое*, рассматриваемых систем, можно назвать свойством *организующей информационности* (или может быть *свойством организованной информации*). Ещё одно, *девятое*, свойство должно быть исследовано – свойство *фрактальности* и связанные с ним фрактальные структуры и сети природы и общества.

4. *Фрактальность и фракталы сетевых структур природы и общества*. Открытие дробной размерности природных объектов подготавливалось в течение более чем 100 последних лет и свершилось в виде так называемой *фрактальной геометрии* в 1977 г., благодаря бельгийскому математику Бенуа Мандельброту. Фрактальная геометрия оказалась геометрией изломанных, клочковатых объектов. Они описываются недифференцируемыми функциями, тогда как объекты классической и неклассической физики – дифференцируемыми функциями, отчего законы физики оказываются достаточно грубым приближением. Новая геометрия оперирует понятием *фрактала*, который, как определил сам Мандельброт, «называется *структурой*, состоящей из частей, которые в каком-то смысле подобны целому». Она с большей точностью, чем Евклида, Лобачевского или Римана геометрии, описывает разнородные образования мира.



*Бельгийский, французский и американский математик, создатель фрактальной геометрии, он же придумал понятие «фрактал» (лат. fractus – «сломанный, разбитый»). Этот учёный, совершивший переворот в геометрии, относится к немногочисленной группе гениев, которые проявляют выдающиеся способности только в одной, очень узкой области. У Бенуа своя «узкая специализация» – он умеет видеть пространства иных, более чем трёхмерных, измерений. Лауреат премии Вольфа по физике (1993).*



**МАНДЕЛЬБРОТ Бенуа**  
(20.11.1924 – 14.10. 2010)

Покажем, что понятие именно фрактальности и присущее ей самоподобие (скейлинг) позволяют перейти на уровень количественного описания в естественной истории Вселенной и на этой основе дать новое как качественное, так и количественное осмысление явлений и событий природы и общества. Прежде надо убедиться, что гуманитарные системы и структуры могут быть охарактеризованы одинаковым набором характеристик. Для природных структур характерным является разветвлённость, сеть бифуркаций (буквально ветвлений). Что даёт или может дать понятие фрактальности в познании, например, биологических структур? Ясно, что любая биологическая структура – прежде всего живое вещество, к которому неприменимы обычные физические законы, хотя физики, начиная с Эрвина Шрёдингера, основателя квантовой парадигмы микромира, наряду с Максом Планком пытаются смотреть на проблему жизни именно с физических позиций. Подобное заблуждение не дало и не даст позитивного результата. Это происходило и происходит потому, что живая, жизненная структура фрактальная по своей сущности, не подчинена непрерывным, гладким физическим процессам и процедурам, происходящим в ней. Прежде всего, она управляется иначе, чем простые безжизненные структуры – она управляется особенными ценностными информационными потоками в соответствии с процедурами самоорганизации, являя собой целостный комплекс (паттерн, как его называет Ф. Капра в книге «Паутина жизни», борющийся за своё выживание посредством негэнтропийного выброса переработанной и потому обесцененной (низкокачественной) энергии). Не будет большого откровения заявить, что на это способны только *фрактально организованные, самоуправляющиеся структуры, какими являются все биологические организмы. Особую роль при этом играют процессы взаимоотношения фрактальных частей, взаимодействия между структурными элементами целост-*

ного комплекса, совершаемые по некоторым новым, пока ещё не открытым законам. Позволим себе высказать некоторое собственное мнение по проблеме взаимодействия в живых системах.

Уже давно высказано предположение, что есть некое неизвестное пока гипотетическое взаимодействие, назовем его «*физико-информационное*», которое переносит и «обеспечивает не только локальные (внутриорганизменные), но и *дистантные информационные взаимодействия* с живым и косным веществом» (утверждение принадлежит академику РАМН В. Казначееву). Англичанин Р. Шелдрейк в книге «Новая наука жизни» развитие и поведение организмов определяет «*морфологическими полями*», через которые одни особи, даже в отсутствие обычных форм контакта, передают другим особям новые образовавшиеся организменные свойства или формы поведения (явление это зафиксировано в ряде экспериментов с вирусами). Была высказана также мысль, что физико-информационное взаимодействие «масштабно соизмеримо всей Вселенной» и подчиняется некоему *акаузальному (индетерминистскому) принципу констиляции*, понимаемому как *осознаваемое совпадение* физико-информационных событий, разделённых в их пространственно-временном континууме. Акаузальность принципа означает возможность нарушения детерминистского эйнштейновского принципа относительности, устанавливающего релятивистскую последовательность событий. Фактически это указывает на возможность распространения предложенных взаимодействий с неограниченными по верхнему пределу скоростями и, следовательно, мгновенно охватывать всю Вселенную. Скрытое пока от нашего взора новое взаимодействие не более нереально, чем принципиально ненаблюдаемые *кварки и глюоны*, Большой взрыв и другие «чудеса» науки, за которые физики получили несколько нобелевских премий. И всё же, есть ли какие-то надежды получить подтверждения высказанным мыслям?

Некоторый определённый успех уже есть, если в качестве комплекса взять всю историю Вселенной, обратившись к обобщённой картине эволюционных процессов в ней от Большого взрыва (Big Bang) до современности в версии так называемой мега-истории, которые были рассмотрены в гл. 14. Были выявлены как планетарный, так и исторический аттракторы в развитии нашей цивилизации, была установлена долговременная связь множества произошедших событий.

Итак, суть обсуждаемых кроссинговых пересечений парадигм постнеклассической рациональности состоит в том, что в современной науке (без разделения на естественные и гуманитарные) акцент в исследованиях переносится на изучение *состояний необратимости, неопределённости, неустойчивости, нелинейности, открытости, неравновесности, упорядо-*

*ченности, симметрии, механизмов рождения и перестройки структур, самоорганизации, роли случайности и конструктивной роли хаоса, природы катастрофических революционных изменений в системах, механизмов альтернативного – исторического их развития.*

5. *О возникновении метаязыка науки.* Многие учёные, рассматривая сложившуюся кризисную ситуацию с позиций меж- кросс- и трансдисциплинарности, убеждены, во-первых, что мы находимся на пороге новой целостности (холизма) расчленённого западноевропейской наукой мира, на пороге новой научно-исследовательской холистской программы. Во-вторых, то, что многие из упомянутых концептуальных понятий, категорий, принципов, универсалий, парадигм были до недавнего времени исключительно в обиходе в основном либо естественнонаучного, либо гуманитарного образа мышления, в настоящий же момент приобретают иное, универсальное звучание. Например, гуманитарии всегда гордились своей непредсказуемостью и тем, что элементы случайности имеют непреходящее значение в развитии их исследований. Благодаря познанию хаоса теперь и естественники получили право на непредсказуемость, рассматривая влияние флуктуаций на поведение системы в точке бифуркации. Сейчас и историки, и многие другие гуманитарии используют это понятие. Возникает вывод, что в современную эпоху создаются условия для возникновения некоего единого универсального метаязыка естественных и гуманитарных наук, языка их транс- и кросскультурного диалога.

### Тесты к главе 15

1. Формализация, аксиоматизация, гипотетико-дедуктивный метод относятся к уровню научного познания:

а) математическому; б) динамическому; в) виртуальному; г) теоретическому; д) мистическому; е) мифологическому; ж) метафизическому; з) рациональному.

2. Теоремы великого математика и логика XX в. Курта Гёделя позволяют утверждать, что:

а) познание истины абсолютно; б) никакая система понятий не может быть полной; в) никакая система не допускает дополнений; г) полная система непротиворечива; д) система аксиом не может быть противоречивой.

3. В структуре научного познания гипотеза характеризует:

а) этап мысленного эксперимента; б) итог эмпирического обобщения; в) начальный этап теоретического познания; г) итог аксиоматического метода; д) окончание эксперимента.

4. Принцип фальсификации (фальсифицируемости) Карла Поппера, означает:

а) утверждение об абсолютной непознаваемости мира; б) признание абсолютности научного знания; в) условие опровержимости относительного и абсолютного знания; г) утверждение о фальсифицируемости научного знания; д) опровержение фальсифицируемости научных знаний.

5. Критерий научности, требующий проводить проверку полученных знаний, называется критерием:

а) системности; б) рациональности; в) верифицируемости; г) фальсификации (фальсифицируемости) (по Попперу); д) полноты систем (по Гёделю); е) дополнительности (по Бору).

6. Научное знание формируется в основном на базе (с помощью):

а) интуиции; б) информации; в) умений; г) опыта; д) теорий; е) гипотез.

7. Расположите термины, которые употребляются при описании научного метода, в том порядке (в чередовании), в котором они используются (применяются) при решении определённой научной задачи:

а) закон природы (математическое описание результата); б) экспериментальный результат; в) теория; г) эксперимент; д) гипотеза.

8. Какова главная функция науки:

а) выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности; б) генерирование мировоззрения; в) занятие наукой – это способ существования научной интеллигенции; г) создание философского камня; д) практическое преобразование окружающего мира.

9. Теоретические научные методы (следует выбрать несколько ответов) – это:

а) анализ; б) описание; в) индукция; г) дедукция; д) абстракция; е) эксперимент; ж) наблюдение; з) измерение; и) синтез.

10. Эмпирические научные методы (следует выбрать несколько ответов) – это:

а) эксперимент; б) индукция; в) измерение; г) описание; д) анализ; е) синтез; ж) наблюдение; з) дедукция; и) абстракция.

11. Что такое гипотеза:

а) выраженное в форме суждения (или суждений) предположение или предугадывание чего-либо; б) комплекс взглядов, представлений, идей, направленных на истолкование и объяснение какого-либо явления;

в) высшая, самая развитая форма организации научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существующих связях определённой области действительности; г) определённый способ понимания, трактовки какого-либо предмета, явления, процесса, основная точка зрения на предмет, руководящая идея для их систематического освещения.

12. При предметном моделировании в качестве модели используется:

а) алгоритм (программа); б) воображаемые модели; в) схемы, чертежи, графики; г) предметы, воспроизводящие определённые физические и функциональные характеристики объекта исследования.

13. Результат последней современной глобальной естественнонаучной революции можно характеризовать как:

а) синтез общей относительности с квантовыми (дискретными) представлениями о строении материи в единую физическую теорию наподобие уже создаваемой в наше время единой теории всех фундаментальных физических взаимодействий: гравитационного, электромагнитного, слабого и сильного; б) принципиальный отказ от всякого центризма, отрицание наличия какого-либо центра у Вселенной. Метагалактика, т.е. вся наша астрономическая наблюдаемая Вселенная как целое, стала описываться однородной и изотропной безграничной релятивистской космологической моделью; в) переход от геоцентризма к гелиоцентризму, а от него к полицентризму, т.е. к учению о множественности звёздных миров; г) переход от частного учения о непосредственно наблюдаемой солнечной планетной системе к общему учению о потенциально бесконечном иерархическом звёздном мире, с действующим в нем законом всемирного тяготения Ньютона; д) создание последовательного учения о геоцентрической системе мира.

14. Наука может быть определена как (возможно несколько ответов):

а) форма общественного сознания; б) сакральное знание; в) сфера человеческой деятельности; г) сфера деятельности некоммерческих организаций; д) система социальных институтов; е) система академических институтов.

15. Основным результатом выполненной функции науки, это:

а) объяснение явлений; б) выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности; в) сумма знаний, лежащих в основе научной картины мира; г) проверка наблюдений экспериментальным путём.

16. Принцип верификации формулируется как:

а) теоретическая проверка; б) экспериментальная проверка; в) проверка, в основе которой лежит логика доказательства; г) математическая проверка.

17. Что из перечисленного не является общенаучными методами:  
а) моделирование; б) адсорбция; в) деструкция; г) аналогия; д) интродукция.

18. Коренная ломка господствующих представлений о природе происходит в ходе:

а) научной революции; б) смены одного поколения учёных другим; в) появления новых методов исследования; г) работы международных научных конференций.

19. Основатель науки кибернетики, американский математик Норберт Винер как-то сказал: «Знание законов биржи разрушает биржу». О чём может свидетельствовать такое высказывание:

а) о неправильной организации работы биржи; б) её плохой работе; в) субъективности гуманитарного знания; г) гуманитарное познание может изменять мир; д) точное познание законов биржи естествознанию недоступно.

20. Математик, физик и философ науки француз Анри Пуанкаре, развивая методологию науки, полагал, что «в науке интерес представляют лишь исключения». Что это может означать:

а) учёные акцентируют своё любопытство на парадоксальных фактах; б) исключения становятся фундаментом новых гипотез; в) будучи необычными людьми, учёные ценят всё новое; г) исключения расширяют пространство познавательных возможностей человека и науки.

21. Установите соответствие между левой и правой колонками терминов из научной лексики:

- |                 |   |
|-----------------|---|
| а) индукция;    | д) введение;  |
| б) дедукция;    | е) погружение (под);                                    |
| в) субдукция;   | ж) наведение (через влияние, на что, посредством чего); |
| г) интродукция; | з) выведение (из чего).                                 |

22. Задача фундаментальных наук:

а) познание законов, управляющих поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества и мышления; б) применение научных результатов для решения не только познавательных, но и социально-практических проблем; в) разработки, переводящие результаты прикладных наук в форму технологических процессов, конструкций, промышленных материалов и т.п.; г) общее и специальное высшее образование.

23. Критерием научности знания является:

а) наличие экспериментального метода исследования; б) практичность; в) достоверность; г) математичность; д) объективность; е) субъективность.

24. Критерием научности знания является:

а) наличие цели научного познания; б) практичность; в) достоверность; г) объективность; д) трансцендентность; е) метафизичность.

25. Набор систематизированных фактов объективной действительности представляет собой:

а) эзотерические знания; б) практические знания; в) фактологические знания; г) фундаментальные знания; д) технико-прикладные знания; е) практически-прикладные знания.

26. Теории, объясняющие процессы, происходящие в объективной действительности, представляют собой:

а) эзотерические знания; б) практические знания; в) фактологические знания; г) фундаментальные знания; д) технико-прикладные знания; е) практически прикладные знания.

27. Установите соответствие между функцией науки и её сутью:

а) описательная;	д) выявление существенных свойств действительности;
б) объяснительная;	е) предсказание новых открытий;
в) мировоззренческая;	ж) изложение сущности изучаемого объекта;
г) прогностическая;	з) внесение полученных знаний в существующую картину мира.

28. Установите соответствие между правой и левой колонками:

а) диалектический метод;	в) познание явлений действительности в их развитии и взаимосвязи;
б) метафизический метод;	г) познание явлений действительности в застывшем, неизменном состоянии, изолированно друг от друга.

29. Общенаучный метод эмпирического познания *эксперимент* – это метод познания, при помощи которого:

а) явления действительности исследуются в контролируемых и управляемых условиях; б) свойства объектов, явлений непосредственно воспринимаются органами чувств; в) проводятся мысленные эксперименты с помощью абстракций; г) определяются количественные значения свойств объектов, явлений.

30. Общенаучный метод эмпирического познания *измерение* – это метод познания, при помощи которого:

а) явления действительности исследуются в контролируемых и управляемых условиях; б) проводятся мысленные эксперименты с помощью абстракций; в) свойства объектов, явлений воспринимаются органами чувств; г) определяются количественные значения свойств объектов, явлений с помощью специальных технических устройств.

31. Установите соответствие между типом научного знания (1 – гуманитарные науки, 2 – естественные науки, 3 – математические науки) и оцениваемыми его критериями:

а) методологию науки составляют экспериментальные методы; б) объект исследования, скорее, идеальный, чем материальный; в) объект исследования мыслимый и не базируется на опыте.

32. Установите соответствие между характерными этапами науки (1 – механицизм, 2 – гуманизм, 3 – теологизм, 4 – космоцентризм) и историческими периодами развития общества:

а) Возрождение; б) Новое время; в) Средние века; г) Античность.

33. Общенаучный метод теоретического познания *абстрагирование* – это метод познания, в процессе которого происходит:

а) изучение явлений действительности с помощью специальных символов; б) восхождение от чувственно воспринимаемых конкретных объектов к мысленным абстрактным представлениям о них; в) мысленное выделение только одного важного для данной теории свойства; г) изучение явлений действительности с помощью моделей.

34. Ненаучными абстракциями оказались:

а) материальная точка; б) электрическая жидкость, теплород, флогистон; в) идеальный газ; г) абсолютно твёрдое тело.

35. Общенаучный метод теоретического познания *идеализация* – это метод познания, в процессе которого происходит:

а) изучение явлений действительности с помощью специальных символов; б) разделение объекта (мысленное или реальное) на части; в) мысленное выделение одного важного для данной теории свойства, в результате чего возникает объект, обладающий только этим свойством; г) изучение явлений действительности с помощью моделей.

36. Общенаучный метод теоретического познания *формализация* – это:

а) использование идеализаций; б) использование научных абстракций; в) проведение мысленных экспериментов; г) использование специальных символов для изучения реальных объектов.



37. Использование карт, схем, чертежей – это пример применения в исследовании метода научного познания:

а) моделирования; б) анализа; в) идеализации; г) аналогия.

38. Использование символов химических элементов – это пример применения в исследовании метода научного познания:

а) индукции; б) моделирования; в) дедукции; г) формализации; д) аналогии.

39. Общенаучный метод теоретического познания *индукция* – это метод познания, суть которого есть:

а) проведение мысленных экспериментов; б) получение частных выводов на основе знания общих положений движения мышления от частного, единичного к общему; в) движение мышления от общего к частному.

40. Общенаучный метод теоретического познания *дедукция* – это метод познания, суть которого есть:

а) движение мышления от частного, единичного к общему; б) проведение мысленных экспериментов; в) получение частных выводов на основе знания общих положений; г) получение общего вывода на основе частных посылок.

41. Общенаучный метод познания *анализ* – это метод познания, суть которого есть:

а) движение мышления от общего к частному; б) разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью их отдельного изучения; в) проведение мысленных экспериментов; г) соединение различных признаков объекта в единое целое.

42. Общенаучный метод познания *синтез* – это метод познания, суть которого есть:

а) проведение мысленных экспериментов; б) разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью их отдельного изучения; в) движение мышления от общего к частному; г) соединение различных признаков объекта в единое целое, без чего невозможно познание этого предмета.

43. Общенаучный метод познания *аналогия* – это метод познания, при котором происходит:

а) перенос знания с изученного объекта на менее изученный; б) изучение объектов посредством их моделей; в) проведение мысленного эксперимента; г) соединение различных признаков объекта в единое целое.

44. Общенаучный метод познания *моделирование* – это метод познания, при котором происходит:

а) перенос знания с изученного объекта на менее изученный; б) изучение объектов посредством их моделей; в) проведение мысленного эксперимента; г) соединение различных признаков объекта в единое целое.

45. При мысленном моделировании в качестве модели используются:

а) мысленно-наглядные представления в форме воображаемых моделей; б) формулы, схемы; в) алгоритм; г) чертежи, графики.

46. При символическом моделировании в качестве модели используются:

а) алгоритм (программа); б) воображаемые модели; в) схемы, чертежи, графики; г) предметы, воспроизводящие определённые физические и функциональные характеристики объекта исследования.

47. Установите соответствие научного метода и его определения (левой и правой таблицами):

- |                   |   |
|-------------------|---|
| а) синтез;        | г) изучение объекта путём создания и изучения его образца (копии);  |
| б) моделирование; | д) процедура соединения выделенных частей объекта изучения или явления в единое целое;                                    |
| в) формализация;  | е) построение абстрактных математических моделей (конструкций), передающих сущность изучаемых процессов действительности. |

48. Установите соответствие между методом познания и его определением (левой и правой таблицами):

- |               |   |
|---------------|---|
| а) измерение; | г) метод познания, позволяющий выделять и устанавливать совпадающие свойства и признаки объектов;                   |
| б) обобщение; | д) определение количественных характеристик изучаемого объекта, явления или процесса с помощью технических средств; |
| в) индукция;  | е) способ размышления, позволяющий получить общий вывод на основе частных посылок.                                  |

49. Установите соответствие между методом научного познания и его определением (левой и правой таблицами):

- |               |  |
|---------------|--|
| а) обобщение; | д) метод целенаправленного изучения объектов и явлений, основанный на чувственных способностях человека; |
|---------------|--|

- б) аналогия;      е) метод познания, при котором отмеченное сходство и совпадение некоторых признаков у сравниваемых объектов, позволяет предположить их сходство и в других признаках;
- в) наблюдение;    ж) метод познания, позволяющий выделять и устанавливать совпадающие свойства и признаки объектов;
- г) эксперимент;    з) подготовленное, целенаправленное, контролируемое воздействие познающего субъекта на изучаемый объект.

50. В гуманитарных науках, в отличие от естественных:

- а) истины принимаются без доказательств; б) личная позиция ученого имеет решающее значение; в) преобладают количественные оценки; г) решающее значение отводится диалектической логике.

51. Естественные науки (естествознание) характеризуются:

- а) идеологической подчиненностью; б) трудностью экспериментов; в) идеологическим нейтралитетом; г) упором на качественную оценку исследуемых явлений и процессов; д) принципом необратимости.

52. Естествознание отличает от гуманитарных наук:

- а) использование математики в качестве основного инструмента познания; б) эмпирическая (экспериментальная) проверка (подтверждение) результатов исследования; в) строгость и логичность научного языка; г) историчность.

53. Стил мышления в науке со времен Бэкона, Декарта, Галилея и Ньютона характеризуется опорой на опыт (эксперимент) и господством:

- а) логики; б) индуктивного и дедуктивного методов; в) господством аналитического подхода, направляющего ум, мысль на поиск простейших первоэлементов реальности; г) господством математических методов поиска истины.

54. Концепция редукционизма в науке означает:

- а) дифференциацию наук на отрасли (дисциплины); б) дробление объектов, тел на субэлементы; в) аналитический подход, направляющий мышление на выявление простейших элементов (единиц) бытия; г) аналитический подход, способствующий расчленению научных методов по уровням познания.

## Глава 16. МАТЕМАТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ЕСТЕСТВЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ МИРА

---

### 16.1. Познание, математика, математическая истина и естественная реальность

Эйнштейн писал: *«Весьма примечательно взаимоотношение теории познания и науки. Теория познания без тесного контакта с наукой становится пустой схемой; наука же без теории познания – если это вообще мыслимо – неизбежно становится примитивной и путаной»*. Связь науки с теорией познания обусловлена уже тем, что наука сама является орудием познания. При этом специфика, средства и инструменты познавательной деятельности в значительной мере определяют характерные особенности науки, и в первую очередь, естествознания. Поскольку в значительной степени именно математика в естествознании выступает в роли инструмента познания, обратимся к вопросу об отображении реальности с помощью математически предугаданных схем.

Предугадывание структуры отражаемого мира – его природы, его закономерностей – является характерной чертой процесса познания не только при исследовании внешнего по отношению к нам реального мира, но и при исследовании математической реальности. Разница лишь в том, что объективная физическая реальность существует сама по себе, и в процессе познания предугадывается схема, моделирующая эту реальность; математическая же реальность заранее не существует – она создаётся человеческим разумом. Этот процесс, конечно, не может быть абсолютно независимым от реальной действительности. Он направляется и регулируется такими факторами, как прошлый опыт и требование разумности, целесообразности и непротиворечивости создаваемых конструкций. Но сами создаваемые конструкции в большинстве случаев не имеют непосредственных прообразов в реальном мире, а являются результатом творческой деятельности нашего разума. Примерами таких абстрактных построений могут служить бесконечные множества, всевозможные трансфинитные объекты, четырёхмерные и даже бесконечномерные пространства и тому подобное.

В течение двух тысячелетий истиной считалось, что геометрия Евклида является геометрией реального пространства. Поэтому мысль о какой-то другой геометрии не могла даже возникнуть. Камнем преткновения, как мы уже отмечали в главах о тяготении и космологии, был

только пятый постулат Евклида, который утверждал, что через точку, расположенную вне некоторой прямой, можно провести одну-единственную прямую, параллельную данной прямой.

Нам известно, что только в XIX в. три математика (Лобачевский, Больяи и Гаусс) почти одновременно пришли к мысли, что существует какая-то новая геометрия, в которой выполняется утверждение, противоположное пятому постулату. В этой геометрии должны были иметь место и совершенно новые закономерности, существенно отличающиеся от тех, что были установлены в геометрии Евклида. Эти так называемые неевклидовы геометрии появились, и истина о геометрии реального мира стала иной.

Проанализируем в связи с этим понятие математической истины. Вообще истина – адекватное отражение в сознании человека явлений и процессов реальной действительности. Каждая мысль, адекватная отображаемому явлению, объекту и пр., выражает некоторую истину. Математическая реальность – это воображаемый мир, созданный нашей интуицией, это мир, который реально не существует, или, как теперь принято говорить, существует виртуально. Существование предметов из реальной действительности является объективным фактом, который может быть подтверждён соответствующим опытом, а существование идеальных предметов, созданных нашим воображением, является всего-навсего естественнонаучной гипотезой.

Природа абстрактных идеальных предметов такова, что они непосредственно не могут быть сопоставлены с какими-либо материальными объектами. Поэтому вопрос о соответствии математического образа чему-то, что на самом деле имеет место, не может быть поставлен, а значит, теряет смысл и обычное понятие истинности. Понятие математической истины должно быть определено как-то по-другому. Это определение сделал в 1931 г. математик и логик *Альфред Тарский (1901–1983)*. Он обобщил понятие истины следующим образом: *если в естественном языке истина означает соответствие реальной действительности, то в искусственных логико-математических языках истину следует понимать как выполнимость в соответствующей модели.*

Вопрос об истинности математических утверждений свёлся к вопросу о непротиворечивости соответствующей теории. Непротиворечивость математических теорий не может быть решена средствами самой этой теории (это следует из второй теоремы Гёделя о неполноте арифметической системы). Поэтому непротиворечивость самой арифметики как одной из математических дисциплин может быть доказана только с привлечением каких-либо новых, более сильных математических средств, не содержащих в языке арифметики.



**ТАРСКИЙ Альфред**  
(14.01.1901 – 26.10.1983)

*Польско-американский математик, логик, основатель формальной теории истинности. Его наиболее известными позитивными результатами в этом направлении являются теоремы о разрешимости действительной линейной арифметики, а также евклидовой геометрии. Полученные им результаты относятся к теории множеств, логикам с формулами бесконечной длины и др. разделам математической логики и оснований математики. основополагающий характер имеют работы в логической семантике, металогике и методологии дедуктивных наук.*

Как же обосновать истинность математических утверждений? Выход может быть один. Вместо попыток формального доказательства непротиворечивости математических теорий (как основы истинности этих теорий) должны быть найдены косвенные доводы, подтверждающие нашу веру в непротиворечивость и истинность теорий. К этим доводам относятся:

1. Интуитивная ясность, убедительность, простота и изящество математических построений.
2. Возможность эффективного использования теории в практических приложениях (как в естественных науках, так и в самой математике).

Проблема природы математической истины и проблема непротиворечивости свелись, таким образом, к проблеме обоснования объективности математического знания. Дело свелось к практике, так как критерием объективности, критерием истинности математических утверждений, в этом более общем смысле является общественная практика. Но практика является также и критерием полезности научного знания.

В самом деле, так как в математических теориях используются весьма абстрактные понятия, не имеющие никаких конкретных прообразов в реальном мире, то роль практики как критерия истины, как соответствия действительности весьма незначительна. В этом случае практика принимается, прежде всего, как критерий полезности этих теорий – она становится критерием их эффективности, действенности, результативности.

К пониманию того, что этот критерий фактически устанавливает не столько истинность математических теорий, сколько их полезность как орудий познания, пришли многие математики. Хаскелл Карри, например, в 1963 г. писал: «До какой степени абсолютная надёжность присуща математике? Поиск абсолютной надёжности был основной мотивировкой для концепции Брауэра (основатель в математике *интуиционизма* – Авт.) и Гильберта. Но нужна ли математике для своего оправдания абсолютная надёжность? Зачем, скажем, нам так уж нужно быть уверен-

ным в непротиворечивости теорий? Ведь ни к какой другой науке мы не предъявляем таких требований. В физике, например, теории всегда гипотетичны; мы принимаем теорию, коль скоро на её основе можно сделать полезные предсказания, и видоизменяем или опровергаем её, коль скоро этого сделать нельзя. Именно так же происходит и с математическими теориями. Мы принимаем теорию, коль скоро она нам полезна, удовлетворяет некоторым условиям естественности и простоты, разумным для своего времени, и коль скоро известно, что эта теория не введет нас в заблуждение. Мы должны держать наши теории под постоянным наблюдением, чтобы видеть, что эти условия выполнены. Поскольку же оценка полезности теории зависит от её назначения, можно для различных целей принимать по-разному построенные теории, так что интуиционистская и классическая математики могут существовать».

Об этом же в 1970 г. писал русский математик академик Александр Александров (1912–1999), который указывал, что «...математика сама по себе не может быть ни истинной, ни ложной. Математические теории – это орудия познания, и спрашивать об их истинности бессмысленно, как об истинности трактора». Эффективность, а не истинность – вот что нужно человеку от математических теорий. Что же касается веры в особую достоверность математического знания, веры в истинность математических теорий, то это всего лишь иллюзия, порождённая, с одной стороны, эффективностью математического знания в приложениях, а с другой – интуитивным ощущением, что эти теории правильные.

*Русский математик, физик, философ и альпинист. Его работы обогатили геометрию методами теории меры и функционального анализа. Развил синтетический подход к дифференциальной геометрии, в частности создание внутренней геометрии нерегулярных поверхностей. Разработал наглядный метод разрезывания и склеивания, построил теорию метрических пространств с односторонними ограничениями на кривизну. В этих работах также получила развитие теория смешанных объёмов выпуклых тел.*



**АЛЕКСАНДРОВ**  
**Александр Данилович**  
(22.07.(4.08)1912–27.07.1999)

Какую бы математическую теорию мы ни рассматривали, необходимое условие её истинности, полезности, как орудия познания, заключается в том, чтобы эта теория была непротиворечива. Доказать непротиворечивость нельзя, но получить косвенные доводы, подкрепляющие нашу веру в непротиворечивость теории, – это дело вполне реальное и достигается оно посредством практики, понимаемой в самом широком смысле этого

слова. Причина непротиворечивости арифметики лежит вне математики, в самой математике эта непротиворечивость остаётся тайной.

Обобщая, можно отметить, что взгляды на математику характеризуются следующими положениями: 1) развитие математики невозможно без исследования математикой самой себя; 2) одним из важных аспектов математических исследований является вопрос о границах вычислительных и конструктивных возможностей логико-математических языков; 3) математика по своей природе является псевдо-эмпирической наукой. Математическая реальность не существует априорно, а создаётся интуицией; 4) практическое значение математических теорий состоит в том, что они являются орудиями познания и с успехом используются в прикладных науках. Именно поэтому *математика – язык естествознания*. Но сама математическая реальность – это результат чрезвычайно абстрактных умозрительных построений, весьма далеких от действительности. *Познание объективной реальности идет через абстрактное к конкретному*. Поэтому возникновение умозрительных построений – не случайность, а вполне закономерная особенность процесса познания. Познание – это отражение действительности с помощью предугаданной абстрактной схемы; 5) философским и методологическим фундаментом современной математики может быть только теория познания (гносеология). Только с позиции этой теории может быть осуществлен действительно объективный и подлинно научный анализ природы математики и математической истины.

## 16.2. Непостижимая эффективность математики

*Нельзя не признать, что полного соответствия между математикой и физической реальностью не существует*. Однако немалые успехи математики в описании физически реальных явлений – будь то электромагнитные волны, эффекты, предсказанные теорией относительности, математическая интерпретация того немногого, что доступно наблюдению на атомном уровне, и даже, в своё время, ньютоновская теория тяготения – все требуют какого-то объяснения. *Согласуется ли природа с человеческой логикой? Почему математика эффективна и при описании тех физических явлений, которые непонятны для нас?* Полностью разделяя убеждённость древних греков и Галилея в том, что мир устроен на математических принципах, и соглашаясь со средневековыми представлениями, что мир был создан на математических принципах ни кем иным, как самим Богом, становится понятным, что во все времена люди видели в математике путь к познанию истин о природе. Гармония мира у средневековых мыслителей была проявлением математической структуры, которой Бог наделил мир при сотворении.

Из философов, убеждённых в том, что *математика – верный путь к реальности*, наиболее влиятельным был французский физик, математик



и философ Рене Декарт. Декарт задумался над тем, почему следует верить, что математические конструкции, созданные человеческим разумом, открывают путь к познанию физического мира. Из математических истин, постигаемых разумом независимо от опыта, мы можем с помощью чисто умозрительных рассуждений выводить истины о физическом мире.

Великий немецкий астроном Кеплер также усматривал реальность мира в описывающих его математических соотношениях. Познаваемы лишь те свойства физического мира, которые могут быть выражены с помощью математических понятий и формул. Вселенная математична по своей структуре, и природа действует согласно незыблемым и неизменным законам.

Ньютон также считал, что Бог сотворил мир на основе математических принципов. Суть того, во что непоколебимо верили Декарт, Кеплер, Галилей, Ньютон, Лейбниц и многие другие основатели современной математики и физики, сводится к следующему: природе внутренне присуща некая скрытая гармония, которая отражается в наших умах в виде простых математических законов. Именно в силу этой гармонии наблюдение в сочетании с математическим анализом позволяет предсказывать явления природы.

Убеждение в том, что природа основана на математических принципах, в XVII–XIX веках было прочно как никогда. Задача математиков состояла в том, чтобы открывать эти принципы и познавать законы, управляющие Вселенной, и сама математика считалась инструментом, как нельзя лучше приспособленным для решения этой задачи.

Развитие нескольких вариантов неевклидовых геометрий Лобачевским, Боялем, Гауссом и Риманом показало, что созданная человеком математика ничего не говорит о природе и имеет мало общего с доказательством существования Бога. Вполне возможно, что в природе не заложено никаких математических принципов. По-видимому, вернее будет сказать, что математика предлагает нам не более чем ограниченный, вполне осуществимый, рациональный план. Математика была и остаётся превосходным методом исследования, открытия и описания физических явлений. Даже если математические структуры сами по себе не отражают реальности физического мира, их, тем не менее, можно (пока) считать единственным ключом к познанию реальности. Неевклидовы геометрии несколько не уменьшили ценности математики, но напротив, способствовали расширению её приложений.

Роль математики в «упорядочении» окружающего мира и овладении природой начиная с 60-х годов XIX века возросла невероятно быстрыми темпами. Мы сталкиваемся здесь с явно парадоксальной ситуацией. Область знания, не претендующая более на роль носителя истины, подарила нам прекрасно согласующуюся с повседневным опытом евклидовую геометрию, необычайно точную гелиоцентрическую теорию Коперника

и Кеплера, величественную и всеохватывающую механику Галилея, Ньютона, Лагранжа, Лапласа и Гамильтона, имеющую весьма широкую сферу приложений теорию электромагнетизма Максвелла, теорию относительности Эйнштейна. В этой связи *возникает вопрос*, который волновал исследователей всех времен, которым задался также Эйнштейн: *почему возможно такое превосходное соответствие математики с реальными предметами (реальным миром), если сама она является произведением только человеческой мысли, не связанной ни с каким опытом? Может ли человеческий разум без всякого опыта, путём одного только размышления понять свойства реальных вещей?*

Эйнштейн осознал, что аксиомы математики и принципы логики выведены из опыта, но его интересовало, почему следствия, вытекающие из созданных человеком аксиом и принципов, так хорошо согласуются с опытом.

Сейчас часто предлагается такое объяснение «эффективности» математики. Оно восходит к Иммануилу Канту. Кант утверждал, что мы не знаем и не можем знать природу. Мы ограничены чувственными восприятиями, но наш разум, наделённый предустановленными структурами пространства и времени, организует эти чувственные восприятия в соответствии с тем, что диктуют присущие ему врождённые структуры. Например, наши пространственные восприятия мы организуем в соответствии с законами евклидовой геометрии потому, что этого требует наш разум.

Анри Пуанкаре предложил ещё одно объяснение, в значительной мере выдержанное в духе Канта, хотя уже давно взгляды Пуанкаре получили название «конвенционализм» (соглашение). Пуанкаре утверждал следующее: «Опыт играет необходимую роль в происхождении геометрии; но было бы ошибкой заключить, что геометрия – хотя бы отчасти – является экспериментальной наукой. Если бы она была экспериментальной наукой, она имела бы только временное, приближенное – весьма грубо приближенное – значение. Она была бы только наукой о движении твёрдых тел. Но на самом деле она не занимается реальными твёрдыми телами; она имеет своим предметом некие идеальные тела, абсолютно неизменные, которые являются только упрощённым и очень отдалённым отображением реальных тел».

Эйнштейн и Инфельд в «Эволюции физики» также, по существу, приняли точку зрения Канта: «Физические понятия суть свободные творения человеческого разума, а не определены однозначно внешним миром, как это иногда может показаться. В нашем стремлении понять реальность мы отчасти подобны человеку, который хочет понять механизм закрытых часов. Он видит циферблат и движущиеся стрелки, даже слышит тиканье, но он не имеет средств открыть их».

В своей книге «Философия математики и естественных наук» Герман Вейль высказал следующее мнение: «В природе существует внутренняя присутствующая ей скрытая гармония, отражающаяся в наших умах в виде простых математических законов. Именно этим объясняется, почему природные явления удаётся

*предсказывать с помощью комбинации наблюдений и математического анализа». Вейль открыто выступал за то, чтобы рассматривать математику как одну из естественных наук. Математические теоремы, подобно физическим утверждениям, могут быть формально проверяемыми гипотезами.*

Выдающаяся группа французских математиков, работавших в XX веке под коллективным псевдонимом *Никола Бурбаки*, утверждала, что между экспериментальными явлениями и математическими структурами существует близкая взаимосвязь. Однако абсолютно неизвестно, какими причинами обусловлена эта взаимосвязь, и вряд ли мы когда-нибудь узнаем. В далёком прошлом математические закономерности выводили из твердо установленных экспериментальных истин, в частности непосредственно из интуитивного восприятия пространства. Однако квантовая физика показала, что эта макроскопическая интуиция реальности охватывает и микроскопические явления совершенно иной природы, связывая их с математикой, которая заведомо была создана не как приложение к экспериментальной науке. *Математику можно представлять как своего рода хранилище математических структур.* Некоторые аспекты физической или эмпирической реальности удивительно точно соответствуют этим структурам.

Роль математики в современной физике несравненно шире, чем просто удобного инструмента исследования. Новая и новейшая физика – наука не столько механическая, точнее, вовсе не механическая, сколько математическая (например, *теория струн*, одна из теорий в физике элементарных частиц или физики высоких энергий, не имеющая пока экспериментальных подтверждений).

Итак, мы приходим к бесспорному и неопровержимому выводу: *математика и физическая реальность нераздельны. Математика, поскольку она говорит нам о составляющих физического мира и поскольку наше знание этого мира может быть выражено только в математических понятиях, столь же реальна, как столы и стулья, бумага, на которой мы пишем.*

## Тесты к главе 16

1. Какой математический аппарат (раздел математики) лежит (используется) в основе классического естествознания:

а) вариационное исчисление; б) дифференциальное и интегральное исчисление; в) векторный анализ и теория поля; г) дифференциальная геометрия; д) теория групп.

2. Какой раздел математики используется физической теорией для объяснения электромагнитных явлений и процессов:

а) дифференциальная геометрия; б) векторный анализ и теория поля; в) теория групп; г) теория множеств; д) аналитическая геометрия; е) матричное исчисление; ж) риманова геометрия.

3. Математикой явлений атомного (квантового) микромира является:  
а) теория множеств; б) теория бесконечномерных гильбертовых пространств; в) геометрия Римана; г) топология; д) функциональный анализ; е) дифференциальное и интегральное исчисление; ж) геометрия пространства-времени Минковского; з) тензорный анализ.

4. Объекты окружающей нас внешней и внутренней природы (горы, облака, деревья, кустарники, нервная, кровеносная системы и т.д.) по пространственной сути своей более всего адекватны геометрии или геометриям:

а) римановой; б) евклидовой; в) фрактальной; г) проективной; д) аффинной; е) аналитической; ж) Лобачевского.

5. Современная физика больших энергий (физика элементарных частиц, она же квантовая хромодинамика) использует в основном математический аппарат:

а) теории групп; б) дифференциального и интегрального исчисления; в) теории поля; г) римановой геометрии; д) матричного исчисления; е) теории катастроф; ж) топологии.

6. Какие из указанных научных методов относятся к всеобщим методам познания:

а) динамические и статистические; б) анализ, синтез и моделирование; в) диалектический и метафизический; г) формализация, аксиоматизация и гипостазирование; д) проектирования и символический; е) математический и аксиологический.

7. От математической теории человеку необходима:

а) достоверность и точность; б) эффективность, а не истинность; в) истинность, а не эффективность; г) истинность и эффективность.

8. Выдающаяся группа французских математиков, работавших в XX в. под псевдонимом Никола Бурбаки, утверждала, что между экспериментальными явлениями и математическими структурами:

а) существует близкая взаимосвязь; б) нет никакой связи; в) существует нелинейная связь; г) генетическое родство.

9. Бесспорным выводом является то, что математика и физическая реальность:

а) далеки друг от друга в своих абстракциях; б) нераздельны; в) имеют общие основы, общее порождение и происхождение; г) никак не связаны между собой.

10. Математика как никакая другая наука указывает, что познание объективной реальности:

а) непостижимо, поскольку математика как инструмент естествознания по природе своего появления и существования псевдоэмпирична;

б) идет через абстрактное к конкретному, посредством предугаданной абстрактной схемы; в) невозможно без познания математикой самой себя; г) возможно только математически и логически.

11. Иммануил Кант, Анри Пуанкаре, Альберт Эйнштейн и Герман Вейль утверждали в разное время, что: «Физические понятия суть свободные творения человеческого разума, а не определены однозначно внешним миром, как это иногда может показаться», «Опыт играет определённую роль в происхождении геометрии, но было бы ошибкой заключить, что геометрия – хотя бы отчасти – является экспериментальной наукой», «...мы не знаем и не можем знать природу, но наш разум, наделённый предустановленными структурами пространства и времени ... диктует присущие ему врождённые структуры» и «В природе существует внутренняя присущая ей скрытая гармония, отражающаяся в наших умах в виде простых математических законов. Именно этим объясняется, почему природные явления удаётся предсказать с помощью комбинации наблюдений и математического анализа». Установите авторство этих высказываний, помня, что двое из них математики, один философ и один физик.

12. Выдающийся математик Альфред Тарский указывал, что «если в естественном языке истина означает соответствие реальной действительности, то в искусственных логико-математических языках истину следует понимать как выполнимость в соответствующей модели», чем фактически свел проблему математической истины к вопросу о:

а) полноте исследуемой модели; б) полноте избранной системы утверждений; в) непротиворечивости соответствующей модели; г) сопоставлению нескольких моделей языка.

13. Наша вера в непротиворечивость и истинность математических теорий основывается на доводах:

а) истинности постулируемых аксиом (истин без доказательств); б) интуитивной ясности, убедительности, простоте и изяществе математических построений; в) возможности эффективного использования теорий в прикладных целях; г) конкретности, абстрактности, идеальности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

или обратный отсчёт мифов: тёмная материя, тёмная энергия, расширяющаяся Вселенная, бозоны Хиггса, кварки, глюоны, чёрные дыры, Большой взрыв...

---

**Н**аука не была бы наукой, если, начавшись с критики древних мифов, не порождала бы в своих недрах новые, но теперь *научные* мифы. *Руки и мысли* к ним прилагали и прилагают, как правило, великие и выдающиеся учёные, убеждённые в своей искренней правоте. Возможно, что они правы и окажутся правыми в своих выводах и открытиях в самое ближайшее время. Каким видится итог?

Сегодня можно констатировать, что наука, главным представителем которой является естествознание, математический фундамент которого заложил Пифагор, семантический – Платон, логический – Аристотель, эмпирический обосновал Роджер Бэкон, методологический – Фрэнсис Бэкон и Декарт, экспериментальное воплощение – Галилей, теоретическое – Ньютон, *в своём развитии достигла естественных границ*, но не достигла, а, напротив, удалилась от целостности (холизма). Кратко о том, как всё начиналось и к чему пришло. Пифагор сформулировал три основополагающие принципа науки, определившие на последующие два тысячелетия своеобразие научного мировоззрения и обеспечившие доминирование в мире европейского стиля мышления: 1) фундаментальные законы природы *выразимы на языке математики*; 2) численные соотношения способны *выявить скрытую в природе гармонию и порядок*; 3) началом познания Вселенной (космоса) *является её измерение*. Усилия Пифагора направляли раннегреческую натурфилософскую мысль на создание теоретической базы, способной выразить *единое в многообразии* (на унификацию фюсис и космоса), *неизменное в изменяющемся* (выявить инварианты), *тождество несхожего* (дать классификацию). Платон вслед полагал, что измерение Вселенной не только откроет её геометрическую структуру, но, главное, позволит раскрыть замысел демиурга (творца), понять цель создания Вселенной. В основе всего бытия должно было лежать единое первоначало как некая *Единая* сущность, называвшаяся по-гречески *архэ*, по латыни – *материя*. Из Единого должно

быть сконструировано всё многообразие объектов Вселенной (всеобъемлющее *Единство*) – галактики, звёзды, планеты, макротела, организмы.

Решение программы Пифагора – Платона – Аристотеля – Бэкона заняло две с половиной тысячи лет и породило, как минимум, три *революции в науке и естествознании*, а мышлению дало *три рациональности*.

*Первая научная революция и рациональность*, зародившаяся в Новое время и получившая статус *классической*, была, безусловно, подготовлена античной натурфилософией и основывалась на том, что объективность и предметность научного знания достигается устранением субъекта познания (человека) и его процедур из познавательной деятельности. Место человека в этой научной парадигме – место наблюдателя, испытателя. Основопологающий признак порождённого классического естествознания и соответствующей научной рациональности – *абсолютная предсказуемость событий и явлений будущего и возможность восстановления картин прошлого* (так называемый *лапласовский детерминизм*). Последние утверждения можно характеризовать также как выполнимость *принципа обратимости времени* и, более того, как *принцип обратимости всего и всех явлений механической и полевой природы*.

*Вторая научная революция* охватила период со второй половины XIX до середины XX столетия. Основопологающим признаком новой *неклассической рациональности* становится *вероятностная парадигма*, неконтролируемая, а значит, не абсолютная предсказуемость будущего (так называемый *индетерминизм*). Меняется место человека в науке – теперь его место соучастника в явлениях, его принципиальная *включённость* в научные процедуры. Возникает понимание того, что реакция испытываемой (исследуемой) природы на наши вопросы определяется не только особенностями самой природы, но и способом постановки наших ей вопросов.

Последние десятилетия нашего времени могут быть охарактеризованы как течение *третьей научной революции* в основном благодаря открытиям в области эволюционной химии и термодинамики нестационарных необратимых процессов, разработки версий теорий самоорганизации, которые все вместе вели и привели нас (естествознание и науку) к новейшей *постнеклассической рациональности*. Важнейшими признаками постнеклассической рациональности являются *полная непредсказуемость, закрытость будущего и выполнимость принципа необратимости времени и движения*.

*Естественными границами современной науки* являются: 1) *наблюдательный предел* в области мегамасштабов, практически совпадающий с горизонтом Метагалактики (Космологическим горизонтом), являющимся абсолютным пределом, не позволяющим получить никакую информа-

цию о том, что творится за пределами сферы радиуса  $R > 10^{26}$  м и за интервалом времени  $T > 13-17$  млрд лет; 2) *экспериментальный предел* в микромире ставит максимальная энергия космических лучей  $E \sim 10^{20}$  эВ (электрон-вольт), которая не даёт возможности заглянуть в глубь материи на расстояния  $r < 10^{-26}$  м, выявить и познавать процессы длительностью  $t < 10^{-35}$  с; 3) *трансвычислительный предел* связан с ограниченностью объёма информации, больше которого человек при всех технических ухищрениях не в силах переработать (это так называемый предел Бремермана в  $10^{93}$  бит); 4) *предел прогнозирования* детерминирован явлением, который носит название *динамического хаоса*; 5) *концептуальный предел* обусловлен: а) сложностью тех структур, с которыми может работать человеческий мозг, б) явной тенденцией к полной геометризации фундаментальной физики; в) отсутствием принципов самоорганизации и эволюции на всех иерархических уровнях и фрактальных сетях природы.

Завершение замысленного в античности проекта измерения Вселенной и сведения физики и значительной части естествознания к чистой математике подводит к мысли, что три главнейших принципа – *натурализм, эмпиризм и рационализм*, на которые опиралось естествознание всегда, необходимо дополнить идеей *эпистемологического финализма*, которая в определённом смысле сродни сюжетам мифологии. Согласно этой идее наши представления об окружающем мире достигли такой стадии, когда дальнейшее увеличение массива знаний уже не способно изменить фундаментальных принципов, лежащих в основании естествознания, когда процесс конструирования и формирования «скелета» научных знаний практически завершён. Так, экспериментально невозпроизводимыми оказываются процессы образования дейтрона из протона и нейтрона, абиотического возникновения жизни, антропогенез и т.д. В физике микромира не зарегистрированы свободные кварки, бозоны Хиггса, струны, лептокварки, суперчастицы, навсегда ненаблюдаемым останется Большой взрыв, положивший начало Вселенной. Наука, таким образом, все больше начинает выходить за пределы своих методологических рамок, которые предписывают ей находиться в области, допускающей прямую верификацию гипотез и запрещают включать в своё пространство положения, основанные лишь на вере или убеждении, в результате чего сама порождает новые грандиозные мифы, значительно превосходящие древние своей интеллектуальной мощью. К новым мифам относятся бозоны Хиггса (и удастся ли их найти на Большом адронном коллайдере – большой вопрос), тёмная энергия и тёмная материя, струны и суперструны, объединение всех взаимодействий в «теориях всего», чёрные дыры (всегда найдутся те, кто будет это оспаривать) и т.д.



И всё же, несмотря на всё вышеуказанное, естественнонаучные реалии и кризисы начавшегося третьего тысячелетия наиболее полно состоят в том, что возникли и начинают господствовать новые научно-исследовательские программы (по Лакатосу) и научные парадигмы (по Куну). К ним относятся *синергетика, синергизм и принцип подчинения* (Хакен), *диссипативные структуры* (Пригожин), *самоупорядоченность и самоорганизация* (Бенар, Тейлор, Богданов, Белоусов, Жаботинский, Пригожин), *автопоэз* (Матурана и Варела), *информация* (Винер, Эшби, Шеннон) и *информационная ценность* (Бонгарт, Харкевич, Стратонович), *распознавание образов* (Бонгарт, Кронрод, Кунин, Гельфанд), *симбиоз* (Маргулис) и *глобальный эволюционизм* (Моисеев), *матричные модели порождения жизни* (Кольцов, Бернал, Медников, Костецкий, Голубев, Раменская, Нисбет, Дайсон, Галимов), *РНК-мир* (Чек, Джойс), *фракталы* (Жулия, Кох, Кантор, Серпинский, Ричардсон, Мандельброт) и *фрактальная размерность* (Хаусдорф, Безикович, Колмогоров), *временная и пространственно-временная геологическая необратимость* (*стрелы времени* Эддингтона, Вернадского, Пригожина), *обычные и странные аттракторы* (Пуанкаре, Эдуар Лоренц), *чёрные дыры* (Лаплас, Снайдер, Оппенгеймер, Хокинг) (все последние структуры – *аттракторы и чёрные дыры как особые центры притяжения*), *бифуркации (центры ветвления)*, *древесные структуры и мозаики* (Пуанкаре, Кейли, Пенроуз), *катастрофы* (они же сборки по Тому и Арнольду), а также такие понятия и категории, как *сингулярность, динамический или детерминированный хаос, струны и суперструны* (в физике высоких энергий), *тёмная материя и тёмная энергия* (невидимые и пока ненаблюдаемые субстанции космоса) и т.д.

Если попытаться выделить наиболее общие аспекты парадигм постнеклассической (иногда говорят, посткризисной) рациональности, то их собирательная суть состоит в том, что в современной науке (без разделения на естественные и гуманитарные) акцент в исследованиях (мы об этом писали ранее) переносится на изучение состояний *необратимости, неопределённости, неустойчивости, нелинейности, открытости, неравновесности, упорядоченности, симметрии, механизмов рождения и перестройки структур, самоорганизации, роли случайности и конструктивной роли динамического хаоса, природы катастрофических революционных изменений в системах, механизмов альтернативного – исторического их развития.*

Оптимизм же многих учёных по поводу успехов науки в связи с завершением фактически античной программы Пифагора–Платона–Аристотеля–Бэкона опровергается рядом неустрашимых пока обстоятельств (вскрытых самой наукой), которые могут свидетельствовать и о закате науки. Её математический фундамент, а именно *аксиоматический метод*, опирающийся, казалось бы, на незыблительные и абсолютные истины,

бывшими такими до теорем Курта Гёделя о неполноте математических систем (обобщённых теперь на случай любых естественных и мыслимых систем), оказался опровергнутым, что разрушило единство математики (о котором так мечтал Давид Гильберт). Канул в Лету также *идеальный мир вечных и неизменных сущностей* Платона. Катастрофическое размножение *логик* породило проблему выбора адекватных для определённых уровней организации материи логических систем и их согласования. Космология и физика высоких энергий (физика элементарных частиц), как уже отмечалось, определённо вышли за границы, предписанные им экспериментом и критериями научности (верификации, фальсификации, полноты, системности и т.д.), приобретя черты схоластики и философских спекуляций в худшем их смысле.

Многие учёные, рассматривая сложившуюся кризисную и в определённом смысле финальную ситуацию с позиций меж-, кросс- и трансдисциплинарности, убеждены, что мы находимся на пороге новой целостности (холизма) расчленённого западноевропейской наукой мира, на пороге новой научно-исследовательской холистской программы.

Становится понятным, что наука приблизилась в наше время к точке своей первой по настоящему парадигмальной *бифуркации*, к точке коренной ломки научного мировоззрения, и скоро нас ожидает новый её *путь* (*дао*, как определял его в восточной античности Лао-цзы, а в наше время Нильс Бор и Фрирьоф Капра). Новые научные положения и новая парадигма скорее всего могут быть почерпнуты, во-первых, из глубин Метагалактики и изучающей её астрофизики, столкнувшейся с проблемой тёмной материи и тёмной энергии, во-вторых, из глубин наук о сознании (прежде всего из трансперсональной психологии в концепциях Карла Юнга, Альфреда Адлера, Кена Уилбера, Вильгельма Райха, Отто Ранка, Станислава Грофа и др.) и, в-третьих, по нашему убеждению, из забытой в советское время и недооценённой по достоинству ещё и сейчас философии русского космизма Н. Федорова, Вл. Соловьева, Г. Аксёнова, П. Флоренского, К. Циолковского, В. Вернадского, позволяющих на общей научной, методологической и философской базе связать воедино макро- и микрокосмы (Вселенную, сознание и человека).

**ТЕЗАУРУС  
И ПЕРСОНАЛИИ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

**(от Л до Я)**

---

## Тезаурус

**Лабильность** (лат. *labilis* – скользкий, скользящий, неустойчивый) – 1) (в биологии) неустойчивость, изменчивость, функциональная подвижность нервной и мышечной ткани, характеризующаяся наибольшей частотой возбуждения под действием раздражителей (наибольшая из них у толстых нервных волокон – до 500–600 импульсов в секунду); 2) высокая приспособляемость или, наоборот, неустойчивость организма к условиям среды; 3) (в химии) высокая подвижность, способность тех или иных химических элементов к многочисленным связям с другими элементами (например, способность углерода к соединению с другими атомами, что определило углеродный характер жизни на Земле). Лабильный – неустойчивый, склонный к изменениям.

**Лавразия** – гипотетический материк северного полушария, предположительно существовавший с середины палеозоя (примерно 400 млн лет назад) и отделявшийся океаном Тетис от материка Южного полушария – *Гондваны*. В середине мезозоя (примерно 200 млн лет назад) Лавразия разделилась на Северо-Американскую и Евразийскую части с образованием между ними Атлантического океана.

**Лазер** – (название образовано от аббревиатуры английской фразы: *light amplification by stimulated emission of radiation* – усиление света в результате вынужденного излучения) то же, что оптический *квантовый генератор*, источник оптического когерентного излучения, характеризующегося высокой направленностью и большой плотностью энергии. Находит широчайшее применение в научной и бытовой сферах.

**Лактоза** – (молочный сахар) содержится только в молоке млекопитающих и человека.

**Ламаркизм** – первое в истории биологии учение (концепция) об эволюции живой природы, заключающееся в признании изменчивости видов, их сложения главным образом под воздействием внешней среды и некоторого внутреннего стремления всех организмов к усовершенствованию. Концепция выдвинута французским естествоиспытателем Жаном Ламарком, кстати, введшим термин «биология» одновременно с немецким биологом Г. Траверанусом.

**Латентный (период)** (лат. *latens* – скрытый, невидимый) – 1) (в биологии) скрытый период физиологической реакции; 2) скрытый, внешне не проявляющийся.

**Лейкоциты** (гр. *leukos* – белый + *kytos* – клетка) – белые кровяные клетки; бесцветные, функционально разнообразные, подвижные клетки крови животных и человека (в отличие от красных кровяных клеток – *эритроцитов*), способные захватывать и переваривать микроорганизмы и инородные тела, а также вырабатывать *антитела*.

**Лемма** (гр. *lemma* – взятка, прибыль, доход, корысть) – вспомогательное предложение (*теорема*), используемое для доказательства одной или нескольких теорем.

**Лептон(ы)** (гр. *leptos* – легкий) – фундаментальные элементарные частицы со *спином* 1/2 (полуцелым, как говорят физики), не участвующие в *сильном*

*взаимодействии*, имеющие так называемый *лептонный заряд*. К лептонам относятся электрон, отрицательно заряженный мюон и тяжелый тау-лептон, три вида нейтрино (электронное, мюонное и тау-лептонное) и их античастицы.

**Ле-Шателье-Брауна принцип** – (в термодинамике) устанавливает, что внешнее воздействие, выводящее физико-химическую систему из состояния равновесия, вызывает в этой системе процессы, стремящиеся ослабить результат этого воздействия. Значение принципа в том, что он позволяет, без особого конкретного анализа предсказать направление, в котором под влиянием внешнего воздействия изменится термодинамический процесс, протекающий в произвольной системе. Установлен французским физикохимиком Анри Ле-Шателье в 1884 г., термодинамически обосновал К. Браун в 1887 г.

**Линеаризация** (лат. *linearis* – линейный) – один из самых распространенных методов анализа нелинейных систем или зависимостей, при котором при определенных допущениях они рассматриваются как линейные.

**Линейное пространство** – то же, что *векторное пространство*; в более общем случае математическое понятие, обобщающее понятие *n*-мерного векторного пространства на бесконечномерный случай. Примером линейных пространств являются так называемые банаховы пространства и пространства Гильберта, последние находят широкое использование в *квантовой механике*.

**Линейные системы** – системы, как правило колебательные, свойства которых не изменяются при изменении их состояния. Этими свойствами наделяется большинство макроскопических классических физических систем.

**Липиды** (гр. *lipos* – жир) – обширная группа природных органических соединений, включающая жиры и жироподобные вещества.

**Литосфера** (литос + сфера) – одна из *геосфер*, внешняя сфера «твердой» Земли, включающая *земную кору* и часть верхней мантии (субстрат).

**Лобачевского геометрия** – геометрическая теория, основанная на евклидовых аксиомах, за исключением аксиомы о параллельных, которая заменяется на противоположную, аксиому Лобачевского: «Через точку, не лежащую на данной прямой, проходят, по крайней мере, две прямые, лежащие с данной прямой в одной плоскости и не пересекающие её». Геометрия Лобачевского так же непротиворечива, как и геометрия Евклида, хотя следствия, вытекающие из её аксиом, на первый взгляд, носят *парадоксальный* характер и кажутся противоречащими нашим обычным представлениям. Так, сумма углов в треугольнике непостоянна и всегда меньше 180°; не вокруг всякого треугольника можно описать окружность. Геометрия Лобачевского иначе называется гиперболической неевклидовой геометрией (в противоположность эллиптической неевклидовой *геометрии Римана*). Названа по имени её творца, великого русского математика Николая Лобачевского, создавшего её в 1826 г. Открытие новой неевклидовой геометрии Лобачевского принципиально изменило представления о природе пространства.

**Логика** (гр. *logike, logos* – речь, мысль, разум) – наука о законах и формах мышления, направленного на познание объективного мира; наука о способах доказательств и опровержений. Основное назначение логики – выяснение условий достижения истинных знаний, анализ структуры мыслительного процесса, выработка логического аппарата и правильного метода рассуждения. В основе

логики лежат четыре закона, первые три из них вывел Аристотель – законы тождества, противоречия и исключённого третьего, четвёртый – закон достаточного основания, обосновал Лейбниц.

**Логическая уловка** – логическое умозаключение, вынуждающее человека путём всевозможных запутываний и затуманиваний согласиться с утверждением.

**Логические операции** – операции, выполняемые в соответствии с правилами булевой алгебры. К ним относят операции: отрицания, логическое «и», логическое «или» и тождество (эквивалентность). На этих логических операциях основана работа вычислительных машин.

**Логический атомизм** – концепция философии Бертрانا Рассела об атомарных фактах как составляющих (элементах, единицах) нашего знания.

**Логос** (гр. *logos* – слово, понятие, мысль, разум) – положение, суждение, разум, закон. Как личное Логос – Высший Разум, Бог.

**Локализация** (лат. *localis* – местный, *locus* – место) – отнесение чего-либо к определённом месту; ограничение места действия, распространение какого-либо явления, процесса.

**Локальный** (см. *локализация*) – местный, свойственный данному месту, не выходящий за определённые границы, окрестности данной точки, данной области поверхности, пространства, объёма.

**Лоренца преобразования** – (в *специальной теории относительности* – СТО) преобразования координат и времени какого-либо явления (в СТО принято говорить о событии), следовательно, преобразования какого-либо события при переходе от одной *инерциальной системы* отсчёта к любой другой инерциальной (обычно они отличаются друг от друга движением в произвольном направлении с постоянной скоростью). Эти преобразования оставляют неизменной форму сферы, образованную распространяющимся светом (электромагнитным полем) во всех инерциальных системах, так как *свет во всех системах распространяется с одной и той же скоростью* (главный постулат СТО, сформулированный Альбертом Эйнштейном в 1905 г.). Физическая сущность преобразования Лоренца была дана немецким математиком Германом Минковским в 1908 г. и состоит в объединении пространства (координат) и времени в единое многообразие – четырёхмерное пространство-время. Обсуждаемые преобразования были впервые получены голландским (нидерландским) физиком Хендриком Лоренцем в 1904 г.

**Лэмбовский сдвиг** уровней энергии в атомах водорода, наблюдаемый экспериментально, но не предсказываемый самой совершенной квантовой релятивистской теорией Дирака, поскольку причина состоит в необходимости учёта влияния на энергетические состояния электрона его собственного электромагнитного поля излучения. Учёт этих радиационных поправок возможен в теории ещё более фундаментальной, чем теория Дирака, а именно в так называемой квантовой электродинамике. Наблюдение и объяснение сдвига уровней свидетельствует о сложном, не соответствующем только кулоновскому взаимодействию между электронами. Впервые установлен интернациональной группой физиков под руководством американского физика Уиллиса Лэмба в 1947 г. и был объяснён немецким физиком Гансом Бете в том же году.

**Магеллановы Облака** (Большое и Малое) – две близкие к нам галактики, своеобразные спутники Млечного Пути (Галактики), видны в Южном полушарии невооруженным глазом в созвездиях Золотой Рыбы и Тукана. Уникальность Магеллановым Облакам придаёт вспыхнувшая в Большом Магеллановом Облаке в феврале 1987 г. *сверхновая звезда*, из-за незначительной удалённости явление редчайшее и чрезвычайной важности для наблюдательной астрономии, а также для астрофизики. Некоторое время сверхновую звезду можно было наблюдать невооруженным глазом.

**Магия** (гр. *mageia* – волшебство, колдовство) – таинственная, сверхъестественная способность уметь воздействовать на вещи и людей, не прибегая к помощи естественных средств. Магическая картина мировидения возникает там, где на внешний мир воздействуют с помощью оккультизма, заклинаний, молитв, амулетов, талисманов и т.п., т.е. без допущения и видимого проявления причинного ряда действий.

**Магнетизм** (гр. *Magnetis lithos* *букв.* – камень из Магнесии (*Magnesia* – древний город в Малой Азии) – 1) учение о магнитных свойствах тел и магнитных явлениях; 2) совокупность магнитных явлений; наиболее известен и используем земной магнетизм.

**Магнетон Бора** – единица *магнитного момента*, минимальная его величина, проявляющаяся в атомах; магнитный аналог электрического диполя, но имеющего значительно более сложный характер по своей природе – неразрывную магнитную дипольность во всех случаях. См. также *магнитный монополю Дирака*.

**Магнитный момент** – векторная величина, характеризующая вещество, атомы, атомные ядра и другие физические объекты как источники магнитного поля.

**Магнитный монополю Дирака** – гипотетическая частица (микрообъект), обладающая одним магнитным полюсом – магнитным зарядом, аналогичным электрическому заряду. Должен обладать несуразно большой массой – в миллиард миллиардов больше массы протона.

**Магнитосфера** Земли – одна из геосфер, область околопланетного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем планеты и его взаимодействием с потоками заряженных частиц космического происхождения. Магнитосфера Земли выполняет роль щита от губительных для живых организмов высокоэнергичных космических частиц.

**Мазер** (слово образовано так же, как *лазер*, с заменой *light* на *microwave*) – радиотехническое устройство, *квантовый генератор* (усилитель) для электромагнитных волн сверхвысоких частот (СВЧ; от 300 мегагерц до 300 гигагерц, или волн длиной от 1 м до 1 мм), основанный на использовании индуцированного излучения. Первый мазер был создан русскими советскими физиками Александром Прохоровым и Николаем Басовым и независимо от них американским физиком Чарльзом Таунсом в 1954 г. – в год начала эпохи квантовой электроники. Применяется в радиоастрономии, космической связи, радиолокации, эталонах частоты.

**Майкельсона–Морли опыт** – опыт, поставленный впервые в 1881 г. американскими физиками Майкельсоном и Морли с целью обнаружения влияния орбитального движения Земли на скорость света, но не выявивший этого влияния

(известен в науке как «отрицательный результат» опыта). Является одним из опытных доказательств постулата Эйнштейна о постоянстве скорости света в пустоте.

**Макрокосмос** (гр. *makros* – большой + *космос*) – Вселенная, универсум, мир в целом, в отличие от микрокосма или *микрокосмоса*, т.е. человека.

**Макромолекула** (*макро* + *молекула*) – молекула полимера, содержащая большое число (от сотен до миллионов) валентно-связанных атомов. Макромолекула представляет собой линейную или разветвлённую последовательность мономерных групп. Различают гетероцепные макромолекулы, основная цепь которых состоит из атомов различных элементов (C, N, Si, P, O и др.), и гомоцепные, у которых основная цепь состоит из одинаковых атомов (например карбоцепные – из атомов C).

**Макромир** – мир *макроскопических* объектов, мир промежуточный между *микромиром* и *мегамиром*, миром космических масштабов.

**Макроскопический** (от *макро* + *skopein* – рассматривать) – видимый невооружённым глазом. В мире макроскопических объектов (*макромире*) пространство, время и энергия кажутся величинами, не зависимыми друг от друга (если отвлечься от связей, накладываемых специальной теорией относительности при весьма специфических условиях, в первую очередь при большой скорости, сравнимой со световой).

**Макрофизика** (*макро* + *физика*) – классическая физика, имеющая дело с макроскопическими объектами и не исследующая мир элементарных микрообъектов, микрочастиц.

**Макроэволюция** (*макро* + *эволюция*) – (в биологии) эволюционные преобразования, происходящие на надвидовом уровне и обуславливающие формирование всё более крупных *таксонов* (от *родов* до *типов* и *царств природы*). Осуществляется в течение длительных промежутков времени, составляющих многие миллионы лет, через процессы микроэволюции.

**Мантия Земли** – одна из *геосфер*, оболочка «твёрдой» Земли, расположенная между *земной корой* и *ядром Земли*. При этом выделяют верхнюю мантию (до глубины 900 км) и нижнюю, граничащую на глубине около 2900 км с ядром Земли.

**Маргинальный (маржинальный)** (фр. *marginal* и лат. *margo* – край, граница) – близкий к пределу; особенный.

**Марковские процессы** – вероятностные процессы, обладающие тем свойством, что при известном значении в определённый момент времени, поведение процесса в более поздние моменты времени не зависит от его поведения до указанного момента. Типичными примерами марковских процессов являются броуновское движение и радиоактивный распад вещества. Основателем теории явился русский математик Андрей Марков (старший), полную строгую теорию построил другой русский математик Андрей Колмогоров в 1930 г.

**Масса** – мера инертности (см. *инерция*) и гравитационных (см. *гравитация*) свойств тел. От массы тела зависят: 1) ускорения, которые приобретаются телом под действием разных сил и 2) силы гравитационного воздействия (притяжения) на данное тело со стороны других тел.

**Масса покоя** – в самом общем случае это масса, которую имеет какое-либо тело, микрообъект в системе отсчёта, покоящейся относительно этого тела,



объекта; для *фотонов* масса покоя равна в точности нулю в любых системах отсчёта, что означает невозможность существования их в покое, поскольку фотон – единственный из объектов микромира, который всегда и во всех случаях движется со скоростью света, предельной из всех возможных скоростей.

**Математика** (гр. *mathematike* и *mathema* – познание, наука, истина) – наука (группа наук) о количественных отношениях и пространственных формах реального (действительного) мира, о познаваемых разумом многообразиях и структурах, специально – о математических множествах и величинах. Математические построения относятся к сфере идеального бытия и априорного понимания; они становятся лишь носителями апостериорного познания, поскольку могут быть «применены» к эмпирическим взглядам. Несмотря на строгость математических допущений (аксиом, постулатов), в математике существуют неразрешимые вопросы или неполнота принятых допущений, доказанная австрийским математиком и логиком Куртом Гёделем в 1931 г. Неполнота систем является одним из важных критериев научности.

**Математическая модель** – приближённое описание с помощью математической символики какого-либо класса явлений внешнего мира.

**Материализм** (фр. *materialisme* от *materialis* – вещественный) – философское учение, воззрение, которое видит основу и субстанцию всей действительности – не только материальной, но и душевной и духовной – в *материи*. Тем самым учение утверждает материальное начало всего мира, порождающее природу, человека и его сознание. Для материализма характерно уважение к естественным наукам и технике и прославление человеческого разума.

**Материальная точка** – геометрическая точка, обладающая массой; материальная точка – абстрактный образ *материального тела*, обладающего массой и не имеющего размеров.

**Материальное тело** – механическая система, образованная непрерывной совокупностью *материальных точек*.

**Материальный** – вещественный, физический, реальный; например материальный мир.

**Материя** – вещество, субстрат; содержание; первовещество, вещественная *субстанция*, объективная реальность; понятие, первоначально обозначающее отличительный признак не только очевидной пространственной телесности, но и самой жизни, души и духа и только после ряда исторических превращений развившееся в понятие «мёртвого, косного вещества», на этом этапе уже противопоставляемого понятиям жизни, души и духа. В философских воззрениях это оформилось в *материализм*, является также атрибутом современного естествознания, а в полевых физических теориях – особой точкой поля.

**Махизм** – философское учение австрийского учёного Эрнста Маха, дополненное Р. Авенариусом, то же, по существу, что и *эмпириокритицизм*. Отрицает объективное существование материального мира и рассматривает вещи как явления (феномены) сознания, комплексы ощущений.

**Мегамир** (гр. *megas* – большой + мир) – то же, что *космос*, *макрокосмос*, *Метагалактика*, *Вселенная*; мир за пределами нашей Солнечной системы для изучения объектов астрономии и астрофизики.

**Межгалактическая среда** – физическое пространство между галактиками, заполненное разреженным газом из легких атомов, космическими лучами, нейтрино всех сортов, квантами электромагнитного излучения (главным образом, *реликтового излучения*). Знание характеристик межгалактической среды важно для установления физических условий возможной *эволюции Вселенной* (см. *космология*).

**Мезоны** (от *мезо*) – нестабильные элементарные частицы с нулевым или целым спином, принадлежащие к классу *адронов*. К мезонам относят *пи-мезоны*, *K-мезоны*, многие так называемые резонансы, а также мезоны *кваркового* типа.

**Мейоз** (гр. *meiosis* – уменьшение) – процесс деления клеточного ядра с образованием четырёх дочерних, каждое из которых содержит вдвое меньше (редукция) хромосом, чем исходное ядро; процесс, характерный только для *половых клеток (гамет)* – *яйцеклетки* и *сперматозоида* (или спермии у растения). Гаметы имеют одинарный, или гаплоидный, набор хромосом. В результате слияния гамет диплоидный (двойной) набор хромосом в клетке восстанавливается. В процессе мейоза происходит одно удвоение хромосом и два деления – редукционное и эквационное (равное). Каждое из них состоит из нескольких фаз: интерфазы, профазы, метафазы, анафазы и телофазы. Перед первым мейотическим редукционным делением в материнских клетках содержится диплоидный набор хромосом. В профазе редукционного деления гомологичные хромосомы сближаются, образуя пары (биваленты или тетрады). В анафазе к полюсам деления отходят гомологичные хромосомы каждого бивалента. В результате число хромосом в клетке уменьшается вдвое. Во втором эквационном делении каждое из дочерних ядер делится митотическим (см. *митоз*) путём. Сестринские хромосомы расходятся, так что в оплодотворённой половой клетке (*зиготе*) возможны различные сочетания материнских и отцовских хромосом. Это обеспечивает образование у одной особи половых клеток с различными по генетическому составу хромосомами, что служит основой наследственной передачи индивидуальных и видовых свойств и признаков.

**Мембрана** (лат. *membrana* – кожа, перепонка) – 1) биологическая мембрана – белково-липидная структура молекулярных размеров, расположенная на поверхности клеток (*клеточная мембрана*), канальцев и пузырьков, а также внутриклеточных образований – ядер, митохондрий и т.д. обладает избирательной проницаемостью, тем самым регулирует обменные потоки веществ; 2) клеточная мембрана – *биологическая мембрана*, окружающая *протоплазму* живой клетки.

**Менделизм** – учение о закономерностях передачи наследственных признаков, положившее начало современной *генетике*. В основе учения лежат три закона Менделя и дискретность наследственных факторов (*генов*), передаваемых от поколения к поколению по определённым статистическим правилам. Основателем учения в 1866 г. стал чешско-австрийский биолог и монах Грегор Мендель, а в 1900 г. установленные им законы были переоткрыты Х. де Фризом, К. Корренсом и Э. Чермаком.

**Менталитет** (фр. *mentalite*) – склад ума; мироощущение, мировосприятие; психология, психика, дух, душа. Совокупность осознаваемо-неосознаваемых, рационально-внерациональных, неявных представлений какого-либо субъекта о мире и своём месте в нём.

**Ментальность** (см. *менталитет*) – образ мышления, общая духовная настроенность человека, группы людей.

**Мера** (гр. *meros* – часть, доля) – 1) философская категория, выражающая единство качества и количества; указывает предел, за которым изменение количества влечёт за собой изменение качества объекта; 2) (в физике) меры механического движения – векторные или скалярные величины, характеризующие движение механической системы в целом: количество движения (импульс), кинетический момент (относительно центра, оси), кинетическая энергия; 3) соразмерность как таковая лежит в основе ритма, темпа, гармонии и пр.

**Метаболизм** (гр. *metabole* – перемена, превращение) – обмен веществ, совокупность процессов ассимиляции и диссимиляции в растениях, животных, микроорганизмах.

**Метагалактика** (гр. *meta* – после, за, между) – изученная в настоящее время часть Вселенной со всеми находящимися в ней *галактиками* и другими объектами. В состав Метагалактики по современным данным входит несколько миллиардов галактик, образующих однородную крупномасштабную ячеистую структуру.

**Метаморфоз** (гр. *metamorphosis* – превращение) – (в биологии) переход одной стадии или формы послезародышевого развития некоторых животных в другую, выражающийся иногда в резком изменении строения развивающегося организма (превращение головастика в лягушку, личинки насекомого – в куколку и т.д.).

**Метаморфоза** (см. *метаморфоз*) – превращение форм, изменение, преобразование (см. также *морфология*).

**Метастабильное состояние** (*мета* + *стабильный*) – 1) метастабильное состояние *микрообъектов* – возбуждённые состояния молекул, атомов, атомных ядер и других частиц, в которых они могут пребывать относительно долго (за счёт этих состояний оказывается, например, возможным создание *лазеров, мазеров*, т.е. *квантовых генераторов*); 2) в термодинамических системах – особое неустойчивое состояние, в котором изолированная система может пребывать долго. В отличие от устойчивого равновесного состояния при выходе из метастабильного состояния система не только не возвращается к нему, но ещё более отходит от него и скачком переходит в равновесное состояние, соответствующее данным условиям. В таких состояниях находятся, например, перегретая жидкость, пересыщенный пар, пересыщенный раствор.

**Метафизика** (гр. «*Meta ta physika*» – *букв.* «после физики») – так было названо александрийским составителем аристотелевского каталога Андроником Родосским сочинение Аристотеля по «первой философии», помещенное после его трактатов по физике, предметом которой (как оказалось философии) было «бытие как таковое» – 1) философское учение о сверхчувствительных (недоступных опыту) принципах бытия, в т.ч. принципов существования человека; *общее учение* о первоосновах (первоначалах) мира в целом, *выходящее за пределы конкретных* знаний о вещах и явлениях; 2) в марксистской философии – метод познания, противоположный диалектике, рассматривающий явления вне их взаимной связи и развития; 3) в некоторых философских школах то же,

что *онтология*; 4) в широком смысле – что-то отвлечённое, умозрительное и поэтому малопонятное, туманное.

**Метафизический** – основанный на *метафизике*, относящийся к метафизике, надэмпирический, стоящий над всяким возможным опытом, *трансцендентный*.

**Метаязык** – второй язык, средствами которого описываются особенности первого, исходного языка с целью избежать или разъяснить неустрашимые противоречия, возникшие в первом языке. Так пытаются разрешить проблемы *парадокса лжеца*, теорем Гёделя о неполноте системы и др.

**Метеориты** (гр. *meteora* – атмосферные явления, парящий в воздухе) – малые тела Солнечной системы, попадающие на поверхность Земли из межпланетного пространства; как правило, они железные или каменные, весят иногда до десятков тонн.

**Метеоры** (см. *метеориты*) – свечение, кратковременные вспышки в верхней атмосфере Земли, вызванные вторжением в неё с космическими скоростями (десятки км/с) твёрдых тел. Яркие метеоры называются болидами.

**Метод** (гр. *methodos* – путь исследования, путь к чему-либо) – совокупность приёмов или операций, позволяющая решать определённый класс задач, проблем. В философии метод – способ построения и обоснования системы философского знания.

**Методологический анархизм** – философское учение, согласно которому динамика (эволюция) науки определяется свободной конкуренцией её методов.

**Методология** (*метод + логия*) – учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности и познания; меж- или интердисциплинарная область науки, ставящая своей главной задачей выявление общенаучных закономерностей, познавательных средств, методов и приёмов исследования для использования их в любой из наук.

**Метрика** (гр. *metrike, metron* – мера, размер) – (в математике) способ определения (задания) расстояния между двумя точками (элементами) или определение меры угла в той или иной геометрической системе (евклидовой и неевклидовых – Лобачевского, Римана и др.).

**Метрика пространства-времени** (см. *метрика, пространство-время*) – основной закон, определяющий геометрические свойства четырёхмерного пространства-времени Минковского, Римана, Шварцшильда и др. Указанная метрика играет фундаментальное значение в формулировке физических законов, не зависящих от системы отсчёта.

**Механика** (гр. *mechanike* – искусство построения машин) – наука о механическом движении и механическом взаимодействии *материальных* тел. Под механическим движением понимается изменение с течением времени взаимного положения в пространстве материальных тел или взаимного положения частей данного тела. Фактически под механикой следует понимать *классическую механику*, созданную Галилеем и Ньютоном, в основе которой лежат *законы Ньютона*, предметом которой является рассмотрение движения макроскопических материальных тел, совершаемого со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света, т.е. с так называемыми нерелятивистскими скоростями. Механика тел с релятивистскими скоростями рассматривается в *специальной теории относитель-*

ности, а механика движения и взаимопревращения микроскопических тел (микрообъектов) – в *квантовой механике*.

**Механицизм** (см. *механика*) – мировоззренческий взгляд на мир, выдвинутый в Новое время и объясняющий все его явления, в т.ч. явления живой природы и общества (см. *материализм, материя*), на основе понятий и *методов* классической *механики*. Устанавливает упрощенный взгляд на человека и его познания *бытия* и *сознания*. Характеризуется строгим (*лапласовским, причинно-следственным*) *детерминизмом* и противостоит *телеологии*.

**Мёбиуса лист** – простейшая односторонняя поверхность, получаемая склеиванием накрест (с поворотом) двух противоположных сторон прямоугольной полосы. Методика по Мёбиусу допускает обобщения на более сложные случаи.

**Микрообъекты** – то же, что микрочастицы, частицы очень малые, к которым относятся все объекты квантовой механики: электроны, другие *элементарные частицы*, атомные ядра, атомы, молекулы. Обладают *корпускулярно-волновыми свойствами*.

**Микрокосм** (см. *микрокосмос*) – человек как подобие, символ макрокосма (макрокосмоса), Вселенной. Учение и понятие о микрокосме возникло со времён Платона, развивалось Николаем Кузанским, Джордано Бруно, Гёте, Лейбницем, у последнего это *монада*.

**Микрокосмос** (гр. *mikros* – малый + *космос*) – составные части мира, в физике – микромир, мир *микрообъектов*, т.е. мир масштабов атома и менее.

**Микробиология** (*микро* + *биология*) – одна из биологических дисциплин, изучающая *микроорганизмы* – их систематику, физиологию, биохимию и т.д. Создатель микробиологии французский биолог Луи Пастер.

**Микроорганизмы** (микробы) – мельчайшие, преимущественно одноклеточные организмы: бактерии, микоплазмы, микроскопические грибы, водоросли, простейшие, вирусы. Играют важную роль в *круговороте веществ* в природе.

**Микрофизика** – в своей сути это физика всего микромира, мира микрообъектов, начиная от масштаба атомов и заканчивая кварками и глюонами. Имеет развитую классификацию: физика атомов, физика молекул, ядерная физика, физика элементарных частиц, физика высоких энергий, квантовая электродинамика, квантовая теория поля, квантовая хромодинамика, теория физического вакуума. Характерным свойством в микромире оказывается *корпускулярно-волновой дуализм* и соответствующее ему *соотношение неопределенностей* Гейзенберга для всех микрообъектов.

**Мир** – как категория философская – всё *сущее*, которое может находиться в мире; бытие этого сущего, могущего выступать в определённых группировках, например, как «мир математики» (см. *микрокосмос*); то, в чём совершается человеческое существование. В астрономии миром (*Вселенной, универсумом, мегамиром, космосом*) называют как систему Галактики, так и всё, что находится за её пределами.

**Мир Минковского** – так называется неевклидова геометрия и пространство, мир им соответствующий, сущность которого состоит в объединении в четырёхмерное многообразие трёхмерного физического пространства Ньютона и

одномерного, скалярного времени Ньютона, в результате чего они утрачивают прежний (ньютонов) абсолютный характер и становятся относительными понятиями. Назван в честь предложившего такое объединение в 1908 г. немецкого математика Германа Минковского.

**Мировая линия** – линия в мире (континууме, пространстве) Минковского, а также в континууме Римана, изображающая движение некоторой материальной точки.

**Мировоззрение** – некоторая комплексная совокупность результатов метафизического мышления, осмысления и исследования, в которой объединены в единое целое формы познания и знания мира: 1) различные «естественные» виды мировоззрения, связываемые по традиции с эпохой, народом, расой и т.п.; 2) философия, стремящаяся к априорному знанию во всех областях; 3) результаты конкретных наук (см. *картина мира*).

**Митоз** (гр. *mitos* – нить) – непрямоe (основной способ) деление ядра клетки и её тела. В большинстве случаев за митозом следует без задержки деление всей клетки – цитотомия, поэтому часто митозом называют деление клетки целиком. Митоз обеспечивает равномерное распределение удвоенного генетического материала – *хромосом* – в два дочерних ядра из одного материнского и преемственность в ряду клеточных поколений.

**Миф** (гр. *mythos* – предание, сказание) – 1) сказание как символическое выражение некоторых событий, имевших место у некоторых народов в определённое время, в начале их истории и передающее представления их о происхождении мира, о явлениях природы, о богах и легендарных героях; некоторые научные понятия зародились в мифах; 2) вымысел. Мифический – сказочный, легендарный, вымышленный.

**Млечный Путь** (*Galaktikos* – млечный, молочный) – 1) собственно название нашей Галактики, относящейся к классу спиральных галактик; 2) неяркая светящаяся полоса звёздного неба, в которой сосредоточены миллиарды визуально неразличимых звёзд, концентрирующиеся к основной плоскости Галактики.

**Мнимый** (лат. *imaginarius* – кажущийся) – воображаемый, существующий лишь в воображении, недействительный.

**Многообразие** – математическое понятие, уточняющее и обобщающее на любое число измерений понятие линии и поверхности, не содержащих особых точек, т.е. без самопересечений и краёв.

**Множеств теория** – раздел математики, изучающий множества, отвлекаясь от конкретной природы элементов множества. Само понятие множества вводится аксиоматически и не может быть определено через какие-либо элементарные понятия. Описательное объяснение термина «множество»: совокупность, объединение некоторых объектов произвольной природы – элементов множества. Таковыми могут быть: множество целых чисел, множество звёзд во Вселенной, множество точек на плоскости, множество, элементами которого являются все конечные множества и т.д.

**Моделирование** – исследование каких-либо существующих предметов и явлений путём построения и изучения их *моделей*. На моделях базируются и теоретический и экспериментальный (эмпирический) методы познания.

**Модель** (фр. *modele*, лат. *modulus* – мера, образец) – 1) образец (эталон, стандарт); 2) в широком смысле – любой образ, аналог (мысленный или условный) какого-либо объекта, процесса или явления.

**Модернизм** (фр. *moderne* – современный и *modernisme*) – система мировоззренческих принципов, основанных на отказе от традиционных методов познания, оценки и конструирования мира, попытка избежать явных противоречий с действительностью на основе прежних представлений.

**Модификация** (от лат. *modificatio* – изменение) – видоизменение характера и способа существования; модифицировать – изменять, ограничивать, доводить до соответствующего размера; (в биологии) ненаследственные изменения организма, его *фенотипа* под влиянием, воздействием условий внешней среды.

**Модус** (лат. *modus* – мера, образ, способ) – способ существования, вид и характер бытия или события, норма; в философии XVII–XVIII вв. – переходящее свойство, присущее предмету лишь в некоторых состояниях, в отличие от постоянного свойства предмета (*атрибута*).

**Мозг** – центральный отдел нервной системы животных и человека. Состоит из нервной ткани: серого вещества и белого вещества (см. *головной мозг*).

**Мозжечок** – часть ствола *головного мозга* (заднего мозга). Играет ведущую роль в поддержании равновесия тела и координации движений.

**Молекула** (уменьшительное от лат. *moles* – масса) – наименьшая частица вещества, определяющая его свойства и способная к самостоятельному существованию; нейтральная по заряду совокупность атомов, связанных вследствие химического взаимодействия в определённом порядке. Молекулы могут состоять как из одинаковых, так и из различных атомов. Особо выделяются *макромолекулы*, состоящие из сотен тысяч атомов.

**Момент** (лат. *momentum, movere* – двигать) – 1) миг, мгновение; время, когда наступает, осуществляется, проявляется что-либо; 2) существенное обстоятельство, составная часть; отдельная сторона чего-либо, какого-либо явления, события; 3) (в физике) характеристики движения: момент силы, момент количества движения, момент инерции, угловой, орбитальный и вращательный моменты, специфический собственный момент элементарных частиц – *спин* (иначе, спиновый момент) и соответствующий ему магнитный момент и т.д.; 4) широко используется как некоторая количественная характеристика процессов в теории вероятности и в других разделах математики.

**Монада** (гр. *monas (monados)* – один, единица, единое, неделимое) – в ряде философских школ понятие, обозначающее основополагающие элементы *бытия*: число в пифагореизме, единое в неоплатонизме, единое начало бытия (физический и одновременно психический элемент действительности) в пантеизме Дж. Бруно. Подлинным основателем учения о монадах (монадологии) был Готфрид Лейбниц, у которого монада – психическая активная субстанция, единичная духовная сущность, воспринимающая и отражающая другие монады и весь мир («монада – зеркало Вселенной»).

**Монизм** (см. *монада*) – принцип, утверждающий единоначалие мира.

**Мониторинг** (англ. *monitoring*, лат. *monitor* – тот, кто напоминает, предупреждает) – слежение за какими-либо объектами или явлениями. В самом

широком смысле – многоцелевая информационная система, основные задачи которой – наблюдение, оценка и прогноз состояния природной среды под влиянием антропологического воздействия с целью предупреждения о создающихся критических, катастрофических ситуациях, вредных для здоровья людей, животного и растительного мира и т.д.

**Монотеизм** (гр. *monos* – единственный + *theos* – Бог) – учение о едином персонифицированном Боге, о едином божестве как начале мироздания. Монотеистическими, в строгом смысле слова, являются иудаизм и ислам, а в широком смысле и христианство, поскольку христианство толкует о триединстве Бога: Боге-отце, Боге-Сыне и Боге-Святом Духе, якобы противореча единству Бога, монотеизму.

**Морфогенез** (гр. *morfe* – вид, форма + *генез*) – процесс развития структур организма в *онтогенезе* и *филогенезе*.

**Морфология** (*форма* + *логия*) – (в биологии) разделы науки, изучающие, исследующие форму и строение животных и растительных организмов. К морфологии животных и человека относят анатомию, эмбриологию, гистологию, цитологию и палеозоологию, к морфологии растений – их анатомию, эмбриологию, цитологию и палеоботанику.

**Мотив** (лат. *moteo* – двигаю) – движущая сила, повод, побудительная причина.

**Моторика** (лат. *motor* – двигатель) – учение о движениях тела и лежащих в их основе телесно-душевных функциях и *мотивах*.

**Мощность** – 1) (в физике) некоторая физическая величина, характеризующая работу в единицу времени (имеет место в механике, электричестве, акустике, оптике и т.д.); 2) (в математике) определяют мощность *множества*, которая характеризует то общее, что присуще всем множествам, количественно эквивалентным данному; наименьшую бесконечную мощность имеет множество натуральных чисел и все эквивалентные ему, так называемые счётные множества, тогда как мощность множества действительных чисел (образующих континуум) больше мощности счетных множеств.

**Мудрость** – «проникновение чувства ценности в жизнь, в любое чувствование вещей, во всякое действие и реагирование вплоть до *спонтанного* «оценивания», сопровождающего каждое переживание; постижение всего действительно этического *бытия* с точки зрения этого бытия; всегда лежащая в основе образа действия практического сознания его связь с ценностью» (Николай Гартман, немецкий философ XX в.).

**Мутаген(ы)** (*мутация* + *ген*) – любой агент, фактор, вызывающий мутацию. Среди них – физические, физико-химические, химические и биологические мутагены.

**Мутагенез** (*мутация* + *генез*) – процесс возникновения мутаций. Основа мутагенеза – изменения в молекулах *нуклеиновых кислот*.

**Мутация** (лат. *mutatio* – изменение, перемена) – 1) внезапное изменение наследственных структур организма (его *генотипа*), вызванное естественным или искусственным путём; мутация является основой наследственной изменчивости в живой природе (ср. *модификация*); 2) вид, новый по отношению к исходному.



**Мысль** – мыслительный акт, часть процесса *мышления* или же его результат, содержание, продукт мышления; идея.

**Мышление** – высшая форма человеческой рефлексии, направленной на познание реально существующего мира. Внутреннее, активное стремление проявить свои собственные представления, понятия, воспоминания и т.д. с той целью, чтобы получить необходимую создавшейся ситуации директиву, оформленную в *мысль*. Форма мысли в стандартных условиях есть её языковое выражение, т.е. озвученное мышление. В большинстве обыденных случаев мышление порождается ситуацией – это ситуативное мышление, если же оно направлено на реальные предметы, то это конкретное мышление, и лишь когда оно направлено на идеальные предметы или представляемое мысленно, то тогда речь идёт об *абстрактном* мышлении. В научно-философском смысле мышление всегда понятийное, подразделяется на *априорное* и *апостериорное*. Мышление исследуется психологией (психологией мышления), его функции в познании – гносеологией, эпистемологией, его отношение к понятийному – логикой, к бытию – метафизикой, онтологией, его роль в обществе – социологией, его связь с жизнью мыслящего индивида – биологией.

**Наблюдение** – преднамеренное и целенаправленное восприятие внешнего мира с целью изучения и отыскания смысла в явлениях; начальный этап всякого естественно-научного исследования. По мере развития науки наблюдение делается всё более сложным и опосредованным, смыкающимся с экспериментом.

**Навыки** – действия (как животных, так и человека), которые в результате длительного повторения становятся автоматическими, т.е. не нуждающимися в поэлементной сознательной регуляции и контроле благодаря возникшему динамическому *стереотипу*.

**Надцарство** – самая высшая систематическая категория, объединяющая *царства природы*. В системе организмов различают, например, надцарства *прокариот* и *эукариот*.

**Наитие** – *мысль*, возникшая в *сознании* якобы вне всякой связи и, согласно теолого-мифологическому мировоззрению, внушаемая Богом или демоном.

**Направленность эволюции** – причинно-следственная цепь, ведущая кратчайшим путём к изменениям живого от простого к сложному, от менее приспособленных к более приспособленным, запрещающая другие направления развития.

**Наследование** – передача генетической информации от одного поколения другому. Внешне наследуются признаки, в действительности гены, определяющие эти признаки.

**Наследственность** – свойство организмов повторять в ряду поколений сходные признаки и свойства: типы обмена веществ, психологические особенности и типы индивидуального развития и т.д. Вместе с *изменчивостью* наследственность обеспечивает, согласно взглядам Дарвина, постоянство и многообразие форм жизни и лежит в основе *эволюции* живой природы.

**Натурализация** (лат. *naturalis* – природный, естественный) – полное вживание нового для данного *биоценоза* вида, т.е. занятие этим, ранее чужеродным видом, *экологической ниши* в сообществе, идущее через *адаптацию*, *акклиматизацию* и *интродукцию*.

**Натурализм** (см. *натурализация*) – в философских учениях взгляд на мир, согласно которому природа выступает как единый и универсальный принцип объяснения всего *сущего*, исключая всё неприродное, «сверхъестественное».

**Натуральные числа** – числа, возникающие в процессе естественного (натурального) счета, целые положительные числа 1, 2, 3...

**Натуральный ряд** – в первоначальном понимании это правильная (естественно возрастающая) последовательность (*множество*) *натуральных чисел*. Всякое множество, эквивалентное множеству чисел натурального ряда, называется счетным. Например, множество квадратов чисел является счетным, так как оно эквивалентно всему множеству чисел натурального ряда (пример принадлежит Галилею). От более строгих определений натурального ряда воздержимся.

**Натурфилософия** (лат. *natura* – природа) – понятие «*philosophia naturalis*» впервые встречается у римского философа Сенеки в I в. н.э., почти через 6 веков после основания натурфилософии – философами милетской (ионийской) школы. По первоначальной сущности это философия природы, умозрительное (теоретическое, так как «теория» с греческого – умозрение) истолкование природы, рассматриваемое в её целостности, в основе которой был античный космоцентризм. В античности поставленные вопросы о материи и её атомистической структуре, о математической гармонии Вселенной, о соотношении вещества и силы, органического и неорганического с естественно-научных позиций начинает решать впервые Аристотель, затем его последователи перипатетики и стоики. Новые идеи были внесены в Средние века Фомой Аквинским и Альбертом Великим, а когда всё более важную роль начинают играть наблюдение и опыт, идеи таких мыслителей, как Роджер Бэкон, Николай Орезмский и др. Постепенно возникает натурфилософия неорганического (Леонардо да Винчи, Коперник, Кеплер, Декарт, Фрэнсис Бэкон, Галилей), завершившаяся созданием классической механики, фактически отвергнувшей натурфилософию в её старом понимании. В настоящее время она рассматривается как критика и теория познания естественных наук.

**Наука** (гр. *episteme*, лат. *scientia*) – в широком смысле слова наука – это, во-первых, форма общественного сознания, во-вторых, сфера человеческой деятельности, в-третьих, система институтов. Её основная функция – выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности; её результат – сумма знаний, лежащих в основе научной картины мира; наука – «система гипотез» (Карл Поппер). Цели науки – описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности на основе открываемых ею законов. Система наук условно делится на естественные, общественные, гуманитарные и технические. Стиль мышления в науке со времен Бэкона и Декарта характеризуется опорой на эксперимент и господством аналитического подхода, направляющего мышление на поиски простейших первоэлементов, принципов реальности. Ныне существующая наука – это своеобразный тип западноевропейской культуры (с началом во времена древнегреческой натурфилософии), соединивший в себе чувственность с рациональностью. Итак, наука есть особый рациональный способ познания мира, основанный на эмпирической проверке и (или) математическом доказательстве.

**Научная революция** – процесс коренного, фундаментального преобразования, слома основания, методологии и принципов научного знания и дея-

тельности. Данное понятие введено в научный оборот американским философом Томасом Куном.

**Научно-исследовательская программа** – понятие, впервые введённое австро-английским философом Имре Лакатосом в философию науки, обозначающее совокупность сменяющих друг друга идей и принципов науки, состоящую из *жесткого ядра, защитного пояса и эвристического знания*.

**«Начала» Евклида** – сочинение (в 13 книгах) по элементарной математике древнегреческого учёного Евклида (III в. до н.э.), самое распространённое издание в мире, охватывающее элементарную (теперь *евклидовую*) геометрию, теорию чисел, алгебру, теорию измерения геометрических величин, элементы теории пределов.

**Небесная механика** – раздел астрономии, изучающий движения тел Солнечной системы. К проблемам небесной механики относятся: общие вопросы движения небесных тел в гравитационном поле Солнца и движения конкретных тел, определение астрономических постоянных, составление *эфемерид*. *По существу, механика Ньютона в первую очередь предназначалась для целей небесной механики*.

**Небулярный** (лат. nebula – туман) – относящийся к туманности; небулярные гипотезы в астрономии – гипотезы о происхождении планетных систем из газо-пылевых облаков, туманностей (гипотезы Канта, Лапласа, Шмидта и др.).

**Нейрон** (гр. neuron – нерв) – нервная клетка, состоящая из тела и отходящих от него отростков – относительно коротких дендритов и длинного *аксона*; основная структурная и функциональная единица нервной системы.

**Нейтрино** (итал. neutrino, уменьшит. от neutrone – нейтрон) – стабильная незаряженная элементарная частица со спином  $1/2$ , относящаяся к *лептонам*; различаются три сорта нейтрино – электронное, мюонное и тау-нейтрино.

**Нейтрон** (англ. neutron, лат. neuter – ни тот ни другой) – электрически нейтральная элементарная частица с полуцелым спином и массой, несколько большей массы протона. В свободном состоянии нейтрон нестабилен и распадается в среднем за 16 мин. Вместе с протонами нейтроны образуют атомные ядра всех химических элементов, поскольку в ядрах нейтроны стабильны и практически неотличимы от протонов, в связи с чем считаются двумя разными состояниями одной частицы – *нуклона*, различающегося квантовым числом, называемым изотопическим спином.

**Нейтронная звезда** – одна из стадий эволюции звёзд, когда в результате гравитационного коллапса она сжимается до таких малых размеров (радиус шара 10–20 км), что электроны оказываются вдавленными в ядра атомов и нейтрализуют их заряд, всё вещество звезды становится нейтронной материей. Обнаруживаются по импульсному радиоизлучению. Теоретически предсказаны советским физиком Львом Ландау.

**Нелинейная среда** – среда, свойства которой зависят от интенсивности взаимодействующих с ней физических полей, в первую очередь электромагнитного (под воздействием лазерного излучения). В нелинейной среде нарушается суперпозиция волн и полей.

**Нелинейность** – проявление в закономерностях эффектов, связанных с квадратичными, кубическими и т.д. членами воздействующих факторов (полей, напряжений и пр.).

**Нелинейные системы** – системы, свойства и характеристики которых зависят от их состояния. Среди них могут быть механические и электрические колебательные системы, описываемые нелинейными дифференциальными уравнениями.

**Необратимое (мосьт)** – то, что не может быть повернуто вспять; так называются процессы, которые не могут совершаться в обратную сторону, например время, превращения энергии движения, жизненные процессы (развитие организма от оплодотворения до смерти), человеческая, да и любая другая, история.

**Необратимые процессы** – изменения состояния термодинамической системы, которые самопроизвольно (независимо от внешнего воздействия, из-за внутренних причин) всегда протекают только в одном направлении; к ним относятся выравнивание температур, давлений, плотностей, концентраций и некоторые химические реакции (горение и др.) (см. *необратимые реакции*).

**Необратимые реакции** – химические процессы, протекающие в одном направлении до полного расходования исходных веществ (например, горение топлива, как наиболее универсальный самоорганизующийся процесс).

**Неолит** (гр. *neos* – новый + *lithos* – камень) – новый каменный век – последняя в развитии современного человека эпоха каменного века (10–5 тыс. лет назад, иногда до наших дней).

**Неопозитивизм** – обобщённое представление обо всех учениях, полагающих единственно научным типом знания лишь то, которое соответствует требованиям (императивам) опыта (т.е. удовлетворяющим критериям верификации и фальсификации) и логики. Иначе называется логический эмпиризм (позитивизм).

**Неопределённость** – термин, используемый в математике в теории пределов для обозначения соотношений деления ноля на ноль ( $0/0$ ), бесконечности на бесконечность, умножения ноля на бесконечность, возведения 1 в степень бесконечность, бесконечности в 0 и др. Раскрытием неопределённостей указанного типа занимается теория пределов.

**Неопределённостей соотношение (принцип) Гейзенберга** – фундаментальное свойство *микрообъектов* и *микромира* (*микрофизики*), в целом всей *квантовой физики*, квантового мировоззрения, состоящее в невозможности установить точные значения дополнительных друг другу физических величин (координат и импульса, энергии и времени) одновременно, поскольку микрообъектам присуще *корпускулярно-волновые свойства* и в этом мире проявляется *корпускулярно-волновой дуализм*. Численно произведения неопределённостей каждой из указанных пар физических величин есть величина порядка *постоянной Планка*.

**Неорганический мир** (гр. *не* + *organon* – орудие) – мир, не относящийся к живой природе; неорганическая химия – химия всех соединений, за исключением углеводородных; противоположность – *органический мир*.

**Непрерывно(сть)** – 1) в общем смысле – длящийся без перерыва, не прекращаясь; постоянно; 2) неразрывная (нерушимая) связь в бытии или переход в становлении. Концепция Лейбница о (законе) непрерывности – «природа не делает скачков», в природе нет никаких перерывов, пробелов и всё связано благодаря переходам, опровергнуто в квантовой теории (см. *квантовые переходы*). Эволюционная теория Дарвина придерживалась в основном непрерывности, наличия переходов, напротив, теория *мутаций* де Фриза исходит из скачкообразности развития.

**Неравновесное состояние** – состояние термодинамической системы, характеризующееся неоднородностью макроскопических величин (температуры, давления, концентрации и т.д.), что ведёт к *необратимым процессам*, в результате которых изолированная (закрытая) система достигает равновесия.

**Нервная система** (см. *нервы*) – совокупность образований (нервы, ганглии, органы чувств, мозг) у животных и человека, которая осуществляет восприятие действующих на организм раздражителей, анализирует их и обеспечивает координирующую ответную реакцию, регулирует работу всех органов, обеспечивает их взаимосвязь.

**Нервные клетки** (см. *нервы*) – то же что *нейроны*, из которых состоит нервная ткань; нервные волокна это отростки нервных клеток – *аксонов*, проводящих *нервные импульсы*.

**Нервы** (лат. *nervus*, гр. *neuron* – жила, нерв) – тяжи нервной ткани (см. *нервные клетки*, *нейрон*), образованные главным образом нервными волокнами. Нервы связывают мозг и нервные узлы с другими органами и тканями тела. У человека от головного мозга отходят 12 пар нервов, от спинного мозга – 31 пара.

**Нервный импульс** – волна возбуждения, которая распространяется вдоль нервных волокон и по телу нервных клеток в ответ на раздражение нейронов и служит для передачи сигнала от *рецепторов* в центральную нервную систему, а от неё к исполнительным органам (*мышцам*, *железам*). Нервный импульс всегда сопровождается возникновением электрического тока.

**Нётер теорема сохранения** – одна из фундаментальных теорем теоретической физики, устанавливает связь между свойствами *симметрии* физической системы и *законами сохранения*. Так, например, свойство однородности времени и фактическая независимость физических систем от времени, по крайней мере от направления времени, ведёт к закону сохранения энергии, одному из самых фундаментальных законов природы. Доказана выдающимся математиком немкой Эмми Нётер в 1918 г.

**Ничто** – категория ряда философских систем, означающая отсутствие или даже небытие чего-либо конкретного *сущего* или же отсутствие *бытия* вообще, выражаемое на языке с помощью *отрицания*.

**Ниша экологическая** (фр. *niche* – камера, ячейка) – положение *вида* в природе, главным образом в *биоценозе*, в котором его местообитание – это его «адрес», а ниша – его уникальная профессия в биоценозе.

**Номенклатура бинарная** (лат. *nomenclatura* – роспись имен и *binaris* – двойной, состоящий из двух частей) – принятое в систематике организмов правило называть виды двумя словами, первое из которых обозначает род (по-латински пишется с заглавной буквы, по-русски – со строчной), а второе – вид (пишется со строчной буквы, если не обозначает собственное имя); например, род кошек называются *Felis*, тогда домашняя (сиамская, персидская, абиссинская и пр.) кошка – *Felis domestica*, лев – *Felis leo*, тигр – *Felis tigris*, леопард – *Felis pardus*.

**Номогенез** (гр. *nomos* – закон + *генез*) – *эволюционное* учение, основывающееся не на *естественном отборе*, а на базе внутренних закономерностей, в частности, на изначально присущей всему живому целесообразности реакций на

внешние воздействия. Учение предложено русским биологом Львом Бергом в 1922 г. в противопоставление *дарвинизму*.

**Ноосфера** (гр. *noos* – разум + *сфера*) – в учении русского мыслителя Владимира Вернадского – сфера разума, ставшая по своему воздействию на планету сравнимой с геологической силой; *букв.* «мыслящая оболочка», возможно, будущая высшая стадия развития *биосферы*.

**Норма** (лат. *norma* – правило, образец) – 1) предписание, образец поведения или действия, *мера* заключения о чём-либо и мера оценки; норма выражает то, что существует или должно существовать во всех случаях, в противоположность *закону*, который говорит лишь о существующем и происходящем, и *правилу*, которое может быть выполнено, а может и нет; 2) узаконенное установление; установленная мера.

**Нормальная наука** – понятие, введённое Томасом Куном, обозначающее деятельность научного сообщества (учёных) в соответствии с требованием определённой *нормы (парадигмы)*.

**Ноумен** (гр. *νοῦμενον* и *νοῦμα* – мысль) – объект мысли, разума, относящийся только к сфере разума, но не к объективной действительности, голая сущность вещей, идея, понятие без предмета; синоним трансцендентных объектов в философии И. Канта.

**Нуклеазы** – *ферменты*, расщепляющие *нуклеиновые кислоты* в организмах.

**Нуклеиновые кислоты** – они же полинуклеотиды, они же биополимеры, построенные из большого числа остатков *нуклеотидов*; постоянная и необходимая составная часть всех живых систем, которым принадлежит ведущая роль в *биосинтезе белка* и передаче *наследственных признаков* организма. Нуклеиновые кислоты сходны по составу и строению, но значительно различаются по молекулярному весу (от десятков тысяч до 150 млн). Различают два типа кислот – *ДНК* и *РНК*. Нуклеиновые кислоты открыл в 1869 г. швейцарский врач Фридрих Мишер как составную часть клеточных ядер, поэтому название их связано с латинским словом *nucleus* – ядро.

**Нуклеопротеиды** – комплекс *белков с нуклеиновыми кислотами (ДНК или РНК)*. Нуклеопротеиды образуют *рибосомы*, *информосомы* (внутриклеточные частицы в *эукариотах*) и *вирусы*.

**Нуклеотиды** (лат. *nucleus* – ядро + гр. *eidos* – вид) – органические вещества, состоящие из *пуринового* или *пиримидинового основания*, углевода и одного или нескольких остатков фосфорной кислоты, составная часть *нуклеиновых кислот* и *коферментов*, многих *ферментов*. Ряд нуклеотидов играет важную роль в обмене веществ в животном и растительном организмах.

**Нуклон** (лат. *nucleus* – ядро) – общее название протона и нейтрона, являющихся составными частями атомных ядер; частица существует только в ядре атома, характеризуется при этом некоторым квантовым числом – *изотопическим спином*.

**Нулевая энергия** – понятие, существующее только в квантовом мире и означающее наименьшее значение энергии, которой обладает физическая система, находящаяся в наименьшем энергетическом состоянии; существование нулевой энергии представляет собой квантовый эффект, обусловленный *соотношением неопределённостей Гейзенберга*.

**Ньютонов закон тяготения (всемирного тяготения закон)** – закон, согласно которому сила притяжения двух масс пропорциональна их произведению и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. О физической природе тяготения см. *тяготение*.

**Ньютоновы законы динамики** – см. *законы динамики Ньютона*.

**Обмен веществ** (см. *метаболизм*).

**Обменное взаимодействие** – взаимное влияние тождественных частиц, чисто квантовый эффект, отражающий свойства симметрии системы тождественных частиц, не различимых ни по каким их характеристикам.

**Обобщение** (лат. *generalisatio* – генерализация) – мысленный переход от отдельных фактов, событий к отождествлению их (индукционное обобщение); от одной мысли к более общей, другой (логическое обобщение). Включает возможность обобщать теории, например, перейти от геометрии Евклида к геометрии Лобачевского или Римана, а затем к геометрии Минковского. Не исключается и такая схема обобщения: единичное понятие – обобщённое понятие – суждение – закон науки – теория. Получение, выработка обобщённого знания означает более глубокое проникновение в сущность действительности.

**Обратимый процесс** – изменение состояния термодинамической системы, которое можно провести в одном и в противоположном направлениях в точности через одни и те же промежуточные состояния. Процессы, протекающие в природе, как правило, не являются таковыми и могут рассматриваться обратимыми при идеализированных условиях.

**Обратная связь** – воздействие управляемого процесса на орган управления, ведущее либо к положительной обратной связи (может превращать устойчивое состояние в неустойчивое), либо к отрицательной, стабилизирующей состояние.

**Общение** – то же, что *коммуникация*.

**Объект** (лат. *objectum* – предмет) – вещь, *предмет*. То, что противостоит субъекту, т.е. сознанию, внутреннему миру как действительное, как часть внешнего мира.

**Объективный** (лат. *предметный*) – относящийся к *объекту*; предметный, вещный, реальный, фактический, не являющийся только мысленным, не зависящий и не абстрагирующийся от субъекта, от субъективного мнения, от природы, всеобщезначимый.

**Объяснение** – одна из функций *науки*, научного познания, состоящая в раскрытии сущности изучаемого *объекта*.

**Одновременность** – понятие, существующее только в классическом ньютоновом мире, в котором абсолютизированы время и пространство, а потому всё (факты, явления, процессы, события и т.д.) происходящее в данный момент в пространственно разделённых точках одновременно; данное свойство событий отсутствует в релятивистском мире Эйнштейна-Минковского, в котором время неразрывно с пространством. (см. также *мировая линия*, *мир Минковского*.)

**Однородность** – тождественность объекта, множества объектов во всей области определения, например, 1) однородность пространства – тождественность всех его точек, отсутствие выделенных точек в нём; 2) однородность времени – тождественность всех временных точек (мгновений времени) на временной оси и т.д.

Следствием однородности пространства является, согласно *Нётер теореме*, закон сохранения *импульса*, а однородности времени – закон сохранения энергии.

**Однородность Вселенной** – наблюдаемое однородное распределение вещества во Вселенной в масштабах, превышающих 50 Мпк (мегапарсек); в объёме около 125 кубических Мпк, в который попадает в среднем около 6000 галактик, плотность их «размазанного» вещества всюду оказывается примерно одинаковой, а структуры ячеистыми.

**Озон** (гр. *ozon* – пахнувший) – аллотропная модификация кислорода; сильный окислитель, при сильных концентрациях разлагается со взрывом. В атмосфере располагается на высотах 10–50 км, предохраняет живые организмы от вредного влияния коротковолнового ультрафиолетового излучения.

**Онкоген(ы)** (гр. *onkos* – опухоль + *ген*) – гены, обуславливающие трансформацию нормальных клеток в злокачественные; другое название – канцерогены.

**Онкогенез** (*онко* + *генез*) – процесс превращения (трансформации) нормальных клеток, тканей в злокачественные, опухолевые.

**Онтогенез** (гр. *ontos* – сущее и *генез*) – индивидуальное развитие организмов, охватывающее все изменения от его зарождения до смерти. Следует рассматривать в единстве с историческим развитием рода или вида (*филогенезом*). Термин введён Эрнстом Геккелем.

**Онтология** (гр. *ontos* – сущее и *логия*) – раздел философии, учение о *бытии*, о сущности бытия, *метафизика* бытия и вещей (в отличие от *гносеологии* или *эпистемологии* – учений о *познании*), исследуются всеобщие основы, принципы бытия, его структура и закономерности. Существенно различается во многих философских школах.

**Описание** – один из этапов эмпирического познания, упорядоченное изложение фактов с целью вызвать ясное и отчётливое представление о них. Описания как такового интересуют «что» и «как», а также «почему» и «отчего» (т.е. каковы причины). Латинский аналог понятия – дескрипция.

**Определение** – то, что делает понятие отличающимся, отграниченным по сущности от другого понятия; детерминация. **Определённость** – ясность, отчётливость; например, предположить для определённости.

**Оптический квантовый генератор** – то же, что *лазер*.

**Опыт** – 1) прежде всего то, что происходит с человеком в его жизни и что он осознаёт; 2) в философии опыт есть основа всего непонятного знания о действительности; у Канта опыт есть главный продукт нашего рассудка, с него начинается познание.

**Опытные науки** – все естественные науки, кроме математики и логики, не опирающиеся на *опыт*.

**Орган** (гр. *organon* – орудие, инструмент) – 1) часть животного или растительного организма, выполняющая определённые функции; 2) орудие, средство для сотворения чего-либо; 3) организация, учреждение, выполняющие определённые задачи.

**Органеллы** – «органы» простейших, выполняющие различные функции: двигательные и сократительные, рецепторные и т.п.

**Организация** (лат. *organizo* – сообщаю стройный вид, устраиваю) – термин возник в учениях «второй схоластики» и в их определении – это протяжён-



ность вещи по отношению к самой себе, в отличие от обычной протяжённости; в настоящее время: 1) строение, устройство чего-либо, взаимосвязь, закономерное соотношение частей какого-либо целого; 2) соединение индивидов в единое целое для совместного труда, в котором они становятся взаимосвязанными «орудиями» (органами) целого; 3) совокупность процессов или действий, ведущих к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого; 4) внутренняя упорядоченность, взаимодействие более или менее дифференцированных и автономных частей целого, обусловленные его строением.

**Организм** (см. *организация*) – 1) любое живое существо; 2) отдельность живого как *индивид* с характерными для него симбионтами; 3) биохимическая отдельность как составляющее *живого вещества биосферы* согласно концепции Вернадского; 4) любая биологическая и биокосная система, состоящая из взаимосвязанных элементов, функционирующих как единое целое (от индивидов до *популяций* и *биогеоценозов*).

**Органический мир** – совокупность *организмов*, населяющих *биосферу* Земли.

**Органогенез** (*орган* + *генез*) – 1) процесс формирования и развития *органов* в течение индивидуальной жизни (в *онтогенезе*); 2) те же процессы в ходе *эволюции* (*филогенезе*).

**Органогены** (*орган* + гр. *genos* – род) – главные химические элементы, входящие в состав органических веществ: углерод, кислород, водород, азот, фосфор, сера; иначе называются макроэлементами.

**Органон** – по-гречески *метод*, в отличие от *канона* (*теории*); название одного из трактатов Аристотеля и «Новый органон» у Фрэнсиса Бэкона.

**Ортогенез** (гр. *orthos* – прямой + *генез*) – концепция развития живой природы, основывающаяся на том, что *эволюция организмов* происходит на строго определённых природой направлениях, обусловленных внутренними факторами, тем самым отрицая творческую роль *естественного отбора*. Полное учение развито немецким учёным Т. Эймером в 1888–1897 гг. (см. также *ногогенез*.)

**Осмоз** (гр. *osmos* – толчок, давление) – односторонний перенос растворителя через полупроницаемую перегородку (*мембрану*). Как явление, обусловлен стремлением системы к термодинамическому равновесию и выравниванию концентраций по обе стороны мембраны. Играет важную роль в физиологических процессах.

**Основной вопрос философии** – понятие, обозначающее отношение сознания к материи, разные аспекты которого являются основаниями типологии философских систем, мировоззрений.

**Особь** – элементарная, неделимая единица живого.

**Отбор естественный** – (в биологии) один из дарвинских факторов (*дарвинской триады*) исторического развития живой природы (*эволюции*), процесс дифференцированного (неслучайного, избирательного) выживания и воспроизведения организмов в ходе эволюции. Обуславливает относительную целесообразность строения и функций организмов. Чарлз Дарвин назвал естественным отбором «сохранение благоприятных индивидуальных различий и уничтожение вредных». Естественный отбор – следствие борьбы за существование, твор-

ческая роль его выражается в преобразовании популяций, приводящем к появлению новых видов. В биологии подвергается сомнению.

**Открытые системы** – системы, способные к свободному обмену веществом, энергией и информацией с окружающей средой (внешним миром), к которым могут быть отнесены физические (термодинамические), химические, биологические системы, в т.ч. живые организмы, в которых наблюдается *метаболизм*. Состояния систем могут быть далёкими от равновесных состояний.

**Относительности принцип** – фундаментальный физический принцип, утверждающий, что во всех *инерциальных системах* отсчёта движение объектов и процессы, его сопровождающие, происходят по одинаковым законам, одинаковым образом. Принцип относительности лежит в основаниях классической механики, квантовой механики, электродинамики, теории относительности и теорий квантовых полей.

**Относительности теории Эйнштейна** – теории о пространственно-временных свойствах физических процессов – специальная (СТО) и общая (ОТО). Сущность СТО, основывающейся на *принципе относительности* и *принципе постоянства скорости света*, состоит в объединении пространства и времени в единое четырёхмерное многообразие – пространство-время (см. *мир Минковского*). Сущность ОТО, или теории тяготения, основывающейся на постулате об эквивалентности инертной и тяготеющей (гравитационной) масс, состоит в том, что материя создаёт и искривляет пространство-время; кривизна пространства-времени проявляется как тяготение.

**Отряд** – (в биологии) *таксономическая категория в систематике животных*. В отряд объединяют родственные семейства. Близкие отряды составляют класс. В систематике растений отряду соответствует порядок.

**Палеолит** (гр. *palaios* – древний + *lithos* – камень) – древнейший период *каменного века* (см. также *геохронологическая шкала*), охватывает времена раннего культурно-технического развития современного человека и его предков (от 3–2,5 млн лет до 12–10 тыс. лет назад).

**Память** – 1) свойство живой природы сохранять восприятия и представления после момента переживания; образно говоря, память означает также хранилище, важнейшую функцию *нервной системы* – способность накапливать, хранить, а затем многократно вводить её в сферу сознания и поведения. Понятие памяти существенно для *иммунитета* (способности организма запомнить микробный болезнетворный агент, узнать его при повторной встрече и привести в действие защитные механизмы) и передачи *наследственности* благодаря генетической памяти организма. В механизме памяти выделяют процессы запоминания, сохранения и воспроизведения, включающих узнавание, воспоминание, собственно припоминание. Различают память произвольную и непроизвольную, непосредственную и опосредованную, кратковременную и долговременную. Особые, специфические виды памяти: моторная (память–привычка), аффективная (память «чувств»), образная и словесно-логическая; 2) в вычислительных машинах, компьютерах – их функциональная часть, предназначенная для записи, хранения и выборки команд и данных. Память подразделяется на основную, включая оперативную, и внешнюю и технически реализуется в виде специализированных запоминающих устройств.

**Пангея** (гр. pan – все, всё + gē, gaia – земля) – в геологической реконструкции немецкого геофизика Альфреда Вегенера, основателя теории дрейфа материков – мобилизма, гипотетический суперматерик, объединявший в палеозое и начале мезозоя (см. *геохронологическая шкала*) все современные материки. Позднее раскололся на *Лавразию* и *Гондвану*.

**Пантеизм** – образовано от греческих слов «пан» – всё и «teo» – бог, обозначающее учение, отождествляющее Природу и Бога.

**Панспермия** (гр. pan – все + sperma – семя) – гипотеза о появлении *жизни (живого вещества)* на Земле в результате переноса с других планет (космических тел) неких зародышей жизни. Подтверждений пока не получено.

**Парадигма** (гр. paradeigma – пример, образец) – исходная концептуальная схема, признанные всеми научные достижения, способ организации научного знания, которые в течение определённого времени дают научному сообществу определённое видение мира, модель постановки проблем и их решения. Смена парадигм происходит в ходе научных революций. Понятие *парадигма* введено философом-позитивистом Г. Бергманом и было использовано американским физиком Томасом Куном (творцом теории научных революций) для обозначения представлений и методов получения новых данных в периоды экстенсивного развития знания. Иногда заменяется понятием *картина мира*.

**Парадокс** (гр. paradoxos – неожиданный, странный) – 1) мнение, рассуждение или вывод, резко, неожиданно, непривычно расходящиеся с общепринятыми, противоречащие (иногда только на первый взгляд) здравому смыслу; 2) необычное, неожиданное явление, не соответствующее привычным представлениям; 3) парадокс логический – положение, которое сначала ещё не является очевидным, однако вопреки ожиданиям выражает истину.

**Паразиты** (гр. parasitos – нахлебник) – организмы, живущие за счёт особей другого вида и тесно с ним связанные в своём жизненном цикле. Паразиты питаются соками тела, пищей своих хозяев, многократно без умерщвления (в противоположность хищникам) пользуясь своим хозяином. Различают факультативных – необязательных, могущих жить вне хозяина, и облигатных – обязательных паразитов, не способных жить или размножаться без паразитирования.

**Параллакс** (гр. parallaxis – отклонение) – 1) видимое изменение положения предмета (тела) вследствие перемещения глаза наблюдателя; 2) (в астрономии) видимое изменение положения небесного светила вследствие перемещения наблюдателя (астронома) из-за вращения Земли (суточный параллакс), обращения Земли вокруг Солнца (годовой параллакс) и движением Солнечной системы в Галактике (вековой параллакс). Знание параллакса позволяет вычислять расстояния до этих светил.

**Паранормальные явления** (гр. para – возле, мимо, вне + норма) – они же *пси-феномены*, явления, к которым относятся экстрасенсорика, телепатия, телекинез, телепортация, ясновидение, парадиагностика, лозоходство (биолокация), НЛЮ (неопознанные летающие объекты), «выход» из физического тела и другие парадоксальные феномены. Исследуются научным направлением, получившим название *парапсихология*.

**Парапсихология** – научное направление, исследующее *паранормальные явления*, которые не получили до сих пор удовлетворительного объяснения и

дискуссионны. Принято называть их также *пси-феномены* (парапсихологические феномены), различая на пси-гамма-феномены (явления восприятия: ясновидение, предвидение будущих результатов) и пси-каппа-феномены (явления, связанные с движением: психокинез и т.д.).

**Парниковый эффект** – кумулятивный эффект повышения средней температуры планеты из-за естественных изменений и антропогенных воздействий, могущий вызвать глобальные изменения климата Земли.

**Парсек** (*сокр.* от *параллакс* и *секунда*) – астрономическая единица измерения звёздных расстояний, равная 3,26 световых лет.

**Пассионарность** (фр. *passion* – страсть) – в концепции Льва Гумилёва повышенная тяга к действию у людей, возникающая из-за специфической способности усваивать больше энергии, чем необходимо для нормальной жизнедеятельности. Появляется в результате мутаций.

**Паули принцип (принцип запрета Паули)** – одно из фундаментальных положений квантовой механики (квантовой теории), согласно которому тождественные частицы с полуцелым спином (например электроны) не могут одновременно находиться в одном и том же состоянии. Принцип Паули даёт объяснение закономерностям заполнения электронных оболочек в атомах и подтверждает последовательность химических элементов в Периодической таблице элементов Менделеева.

**Пептиды** – как и белки, состоят из остатков аминокислот, соединённых пептидной (амидной) связью. Пептиды, будучи более короткими соединениями, чем белки, не подвержены необратимому изменению естественной пространственной конфигурации под влиянием экстремальных воздействий, так что они весьма прочны и устойчивы. Многие из естественных пептидов содержат необычные аминокислоты, редко встречающиеся в природе и не входящие в состав белков. Ряд олиго- и полипептидов являются в организме животных важнейшими биорегуляторами – гормонами, нейротрансмиттерами или нейромодуляторами, т.е. веществами, влияющими на синоптическую передачу нервного импульса. Роль пептидов продолжают исследовать микробиологи.

**Первое начало термодинамики** – он же первый закон термодинамики – закон сохранения энергии в термодинамической системе, согласно которому работа может совершаться только за счёт теплоты или какой-либо другой формы энергии. Первое начало термодинамики можно формулировать также как невозможность существования *вечного двигателя (1 рода)*, который совершал бы работу, не черпая энергии извне.

**Переменные звёзды** – звёзды, которые характеризуются переменным блеском. Различаются затменные двойные звёзды и пульсирующие (*цефеиды*) с периодическим изменением блеска, эруптивные (вспыхивающие, например новые и сверхновые) звёзды, *пульсары* и тесные двойные звёзды, в которых вещество перетекает с одной звезды на другую.

**Перигелий** (гр. *peri* – вокруг, около, возле + *helios* – солнце) – (в астрономии) ближайшая к Солнцу точка орбиты небесного тела планетной системы, обращающегося вокруг него. Так, например, перигелий Земли составляет 147 млн км.

**Периодическая таблица химических элементов Д.И. Менделеева** – систематика химических элементов, основанная на открытом в 1869 г. великим

русским химиком Дмитрием Менделеевым системообразующем (системоупорядочивающем) факторе – атомном весе, отображающем Периодический закон, согласно которому физико-химические свойства элементов являются периодической функцией их атомных весов. В квантовой теории, возникшей почти через 70 лет после этого открытия, было показано, что причиной периодических изменений свойств элементов является «слоистое» строение электронной оболочки атомов, структура которой периодически изменяется по мере возрастания в ней числа электронов, равного положительному электрическому заряду атомного ядра  $Z$ . Поэтому химические элементы располагаются в порядке возрастания  $Z$ , что в большинстве случаев соответствует расположению по атомным весам. Таким образом, именно заряд атомного ядра (число протонов в нём), является истинным системным фактором упорядочивания химических элементов. Периодическая таблица – графическое представление периодической системы элементов, известны несколько форм. Элементы в периодической таблице объединены в группы и периоды. Если во время открытия таблицы Менделееву было известно 62 элемента, то на начало 2013 г. в таблицу внесены искусственно синтезированные атомы с  $Z = 110-112, 114, 116$  и  $118$ . Последние четыре элемента синтезированы в Дубне (Россия) в 2000–2002 гг.

**Перпетуум мобиле** – см. *вечный двигатель*.

**Пигменты** (лат. pigmentum – краска) – окрашенные вещества тканей организмов. Они есть во всех клетках и выполняют множество функций: переносят кислород и углекислый газ, участвуют в окислительно-восстановительных реакциях и в фотохимических процессах – в фотосинтезе и акте зрения. Они служат светофильтрами, теплоизоляторами, маскировочным материалом, приспособляя к среде организм тонко и гармонично. Пигменты животных – меланины: коричневые, чёрные, жёлтые – окрашивают кожу, волосы, перья, сетчатку глаза, покровы насекомых и т.д., защищают нашу кожу от вредного действия ультрафиолетовых лучей.

**Пиримидин, пиримидиновые основания** – группа соединений (цитозин, тимин, урацил), входящих в состав *нуклеиновых кислот* (ДНК, РНК); комплементарно взаимодействуя с *пуринами* (*пуриновыми основаниями* – аденин, гуанин), они участвуют в кодировании и передаче *наследственной (генетической) информации*.

**Питекантропы** (гр. pithekos – обезьяна + anthropos – человек) – вид человекообразных, промежуточный, по гипотезе Эрнста Геккеля, между людьми и обезьянами – «обезьяночеловек». Фактически древнейшие люди, так называемые архантропы, к ним может быть отнесён «яванский человек», остатки которого найдены в раннечетвертичных отложениях (см. *геохронологическая шкала*) о-ва Ява в 1891–1893 гг.

**Пифагора теорема** – одна из важнейших теорем евклидовой геометрии, устанавливающая правило (закон) вычисления расстояния между двумя точками в евклидовом пространстве, определяя тем самым *метрику* пространства.

**Пищевые цепи** – в экосистемах группы видов связаны между собой как хищник и жертва. В любой из экосистем есть первичные *продуценты* (производители) органического вещества – организмы-*автотрофы* (в основном это зелёные растения), которые служат пищей для разнообразных организмов – *гетеротрофов* – всех животных, грибов и некоторых микроорганизмов. Среди последних есть первичные

потребители (*консументы*) и вторичные, или собственно хищники, разных рангов, разного порядка, поедающие других животных и хищников в том числе. Взятые все вместе живые организмы и образуют с точки зрения питания то, что принято называть пищевой цепью экосистемы, или, точнее, пищевой сетью.

**Плазма** (гр. *plasma* – вылепленное, оформленное) – 1) (в физике) ионизованный электрически нейтральный газ, смесь ионов атомов и электронов, находящаяся, как правило, при высокой температуре (тысячи, сотни тысяч, миллионы, возможно, миллиарды градусов по Кельвину). В состоянии плазмы (одном из агрегатных состояний материи) находится подавляющая часть вещества Вселенной: звёзды, галактические туманности и межзвёздная среда. Наблюдается плазма также вблизи Земли в некоторых её геосферах (магнитосфере, ионосфере). При взрыве водородной бомбы в результате реакции термоядерного синтеза вещество переходит в состояние плазмы; 2) (в биологии) плазма крови есть жидкая её часть, в которой, собственно, и находятся форменные элементы крови: эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. Плазма крови используется для изготовления лекарственных препаратов (гамма-глобулина и др.).

**Планеты** (гр. *planetes* – блуждающий) – массивные небесные тела, движущиеся вокруг центрального небесного светила – Солнца – по эллиптическим орбитам, установленным Иоганном Кеплером (см. *законы Кеплера*), и светящиеся отражённым солнечным светом. В нашей планетной солнечной системе 9 (если не считать недавно открытую планету Плутино, о которой у астрономов нет единого мнения) планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон.

**Планка постоянная (квант действия)** – одна из фундаментальных *мировых постоянных (констант)*, играющая определяющую роль в микромире, проявляющуюся в существовании дискретных свойств у микрообъектов и их систем, выражаемых целочисленными *квантовыми числами*, за исключением полуцелых значений *спина* у некоторых частиц (например у электрона). Открытие постоянной Планка изменило всё мировоззрение на физический мир, породило *корпускулярно-волновой дуализм* микрочастиц и *вероятностность* научных прогнозов.

**Подобие, подобный** – 1) в широком смысле – несколько одинаковых признаков вещей (если совпадают все признаки, то вещи одинаковы); 2) (в философии) в процессе познания движение от познанного к непознанному возможно только в том случае, если между тем и другим заключено нечто, что является подобным познанному и тем самым частично уже опознано; 3) (в геометрии) понятие, характеризующее наличие одинаковой формы у геометрических фигур независимо от их размеров; 4) (в физике) физические процессы, явления или системы подобны, если в сходных точках пространства в сходные моменты времени величины, характеризующие состояние системы, пропорциональны соответствующим величинам другой системы.

**Подсознание, подсознательное** – слой *сознания*, обычно прикрытый верхним сознанием и обнаруживающий себя явно только в особых случаях (например, при ошибочных действиях, в сновидениях); употребляется также как синоним бессознательного.

**Позитивизм** (см. *позитивный*) – учение о позитивном (*конкретном*) научном знании, получаемым посредством обобщающих эмпирических фактов и

делающим выводы, не выходящие за пределы этих фактов. В современную научную эпоху практически не признаётся большинством учёных.

**Позитивный** (лат. *positivus* – положительный) – утвердительный, действительно наличный, фактический.

**Позитрон** (см. *позитивный* + *трон* – общепринятое окончание для элементарных частиц) – античастица электрона. Первоначально была предсказана английским физиком Полем Дираком, а затем экспериментально обнаружена в потоке космических частиц американским физиком Карлом Андерсоном.

**Познание** – процесс усвоения чувственного содержания переживаемого, или испытываемого, положения вещей, состояний, процессов с целью нахождения истины. Познание исследуется со времён античной натурфилософии и философии, оно изучается с точки зрения объективной – источника, или субъективной – происхождения, с точки зрения цели, характерных черт и силы, а также с точки зрения границ и препятствий (*апории* и *антиномии*). Познание исследуется теорией познания – *гносеологией* и *эпистемологией*.

**Поле** – в физике пространство, в котором можно обнаружить физические воздействия; различают также поля в других науках и сферах деятельности: поле чувств, поле восприятия, поле зрения, поле напряжений, поле алгебраическое, например поле комплексных чисел и т.д. Физические поля исследуются *теорией поля*.

**Полимеры** (гр. *polys* – многочисленный, обширный + *meros* – доля, часть) – вещества, молекулы которых (макромолекулы) состоят из большого числа повторяющихся звеньев. По происхождению различают природные, или биополимеры (ДНК, РНК, белки и др.), и синтетические полимеры (например полиэтилен, эпоксидные смолы и др.), получаемые полимеризацией и поликонденсацией.

**Полиморфизм** (*поли* + *морфа*) – (в биологии) наличие в составе одного вида нескольких чётко морфологически отличающихся форм, например у общественных насекомых (пчёл, муравьёв, термитов): царица, рабочие, солдаты и т.д.

**Полипептидные цепи** – см. *пептиды*.

**Поля теория** – математическая теория, изучающая свойства скалярных и векторных (в общем случае – тензорных различного ранга) полей, фактически областей пространства (или плоскости, поверхности), каждой точке которых поставлено в соответствие какое-либо число, вектор или тензор. Поля могут быть любой размерности.

**Понятие** – одна из логических форм *мышления* в противоположность *суждению* и *умозаключению*, состоящих из понятий; понятие есть «представление, содержащее в себе требование постоянности, совершенной определённости, всеобщего признания, однозначного языкового выражения» (немецкий философ Христов Зигварт); мысль, фиксирующая существенные свойства, связи и отношения предметов и явлений.

**Понятий формирование** – научный метод определения понятий, включающий *анализ* понятия, его *дефиницию* и *формулировку*. Известны три основных типа формирования понятий: математический, основанный на *дедукции*, эмпирико-натурфилософский, основанный на *индукции*, и гуманитарный, в основе которого лежит индивидуально-аналитический подход.

**Популяция** (лат. *populus* – население, народ) – совокупность особей одного вида, населяющая некоторую территорию, относительно изолированная от

других и обладающая определённым *генофондом*; рассматривается как элементарная единица *эволюции*. На изменения среды может реагировать перестройкой своего генофонда.

**Порядок** – 1) ясная и чёткая *организация* какой-либо сферы действительности (примеры: математический порядок, политический, в сфере психического и т.д.); порядок как метафизический принцип существовал уже в античной космологии (слово «*космос*» для греков означало «порядок»); лучший пример порядка – естественный порядок в том виде, как он воплощается в организме (целесообразном единстве многообразия); 2) (в биологии) *таксономическая категория (ранг)* в систематике растений, бактерий и грибов, где в порядок объединены родственные семейства, далее близкие порядки образуют класс. В систематике животных порядку соответствует *отряд*.

**Постериорный (постериори)** (лат. *posteriori* – послеопытный) – выводы, которые завершают опытное знание.

**Постулат** (лат. *postulatum* – требуемое) – 1) предпосылка, допущение; положение, не отличающееся самоочевидностью, но всё же принимаемое в данной науке за исходное без доказательств; так, широко известны в науке постулаты Бора об атомах, постулаты Эйнштейна о постоянстве скорости света (независимость от скорости источника) и эквивалентности инертной и тяготеющей масс; 2) общее наименование для аксиом и правил вывода какого-либо исчисления, т.е. правил, определяющих переход от посылок к следствиям.

**Потенциал** (лат. *potentia* – сила) – 1) в широком смысле – источники, возможности, средства, запасы, которые могут быть использованы для решения каких-либо задач, достижения определенной цели; 2) (в физике) понятие, характеризующее поля каких-либо физических величин (электрических, электромагнитных, гравитационных, термодинамических и др.), представляемое скалярами или векторами.

**Потенциал биотический** (см. *потенциал*) – 1) наследственно обусловленная степень сопротивляемости *вида* неблагоприятным факторам среды; 2) потенциальная способность организмов увеличивать свою численность в геометрической прогрессии; 3) степень способности живого покрова трансформировать солнечную энергию в ходе биологического (биотического) *круговорота веществ*. Различают также потенциал выживания (выживаемости) – степень сопротивляемости вида неблагоприятным факторам среды, обусловленная его экологической валентностью, т.е. меняющейся в широких пределах способностью к выживанию.

**Потенциальная яма** (см. *потенциал*) – понятие, моделирующее связанное состояние объекта, когда в ограниченной части пространственной области потенциальная энергия, т.е. энергия, зависящая от взаимного расположения объектов, оказывается меньше, чем в области вне её; особенно широко используются разнообразные потенциальные ямы для моделирования атомов, молекул, ядер и т.д. в квантовой физике.

**Потенциальные силы** (см. *потенциал*) – силы, работа которых зависит только от начального и конечного положения точек траектории движения и не зависит от самой траектории и закона движения по траектории; называется также консервативной силой.



**Потепление всеобщее** (см. *парниковый эффект*).

**Правило** (лат. *regula*) – в объективном смысле – равномерность, однообразность бытия, события или действия, сформулированная в понятиях, ещё не познанная как закономерно необходимая. В субъективном смысле – какое-либо предписание (следовать правилу, установлениям, требованиям и т.д.).

**Практика** (гр. *praktikos*) – действие, деятельность, деятельная жизнь, опыт. Противоположность – *теория*.

**Предвидение** – то же, что *предсказание*.

**Предикат** (лат. *pradicatum* – сказуемое) – то, что высказывается о субъекте (т.е. о его свойстве), либо об отношении (о свойстве нескольких предметов); в языкознании – сказуемое, в основном в его содержательном аспекте, например «материя протяженна».

**Предположение** – (в логике) положение, которое временно, до получения доказательства противного, считается правильным (см. также *гипотеза*).

**Предпосылка** – то, что является условием другого. «Мышление без предпосылок» выражает стремление человека быть независимым от влияния мировоззрения, религии и политики, от отдельных частных желаний, мнений и намерений, от непроверенных и фактически не оправданных предпосылок (см. также *объективный*).

**Предсказание** – сверхчувственное знание о будущих событиях, предполагающее не мысленное воздействие на будущее, а предсказание тех событий, которые, по утверждению предсказателя, предопределены. Подобно *телепатии* и *ясновидению*, предсказание считается происходящим без участия каких-либо органов чувств, являясь одной из форм экстрасенсорного восприятия (см. также *паранормальные явления* и *парапсихология*).

**Представление** – 1) в узком смысле – появляющийся в сознании образ ранее воспринятого предмета или явления, после того как представляемое объективно уже не присутствует, а также образ, созданный продуктивным воображением; 2) в широком, более точном, смысле – предмет мышления, чувствования, волнения, фантазии или мечтания, когда он целиком является наглядным, когда индивиду удаётся как бы поставить его перед собой как нечто воспринимаемое.

**Преформизм** (лат. *praeformare* – преобразую) – учение о наличии в половых клетках материальных структур, предопределяющих развитие зародыша и признаки развивающейся особи, т.е. фактически развитие сводится к физическому росту готовой (предопределённой природой) особи. Противоположное учение – *эпигенез*. Современные теории органического развития допускают сочетание преформистских и эпигенетических факторов.

**Прецизионный** (фр. *precision* – точность) – что-либо характеризующееся сверхвысокой точностью.

**Признак** – свойство, по которому познают или узнают предмет; определения, которые отличают одно понятие от другого.

**Примат** (лат. *primatus* – первенствующий) – первенство, преобладающее значение, господство чего-либо или кого-либо.

**Приматы** (лат. *primatus* – первенствующие) – высший отряд млекопитающих; включает 2 подотряда: полуобезьяны и обезьяны; свыше 200 видов – от лемуру до обезьян и человека, что ставит отряд приматов в особое положение.

**Примитивный** (лат. *primitivus*) – первоначальный, первобытный, простой, неразвитый; относится в т.ч. к мышлению как неспособности во всех случаях отделить данное, наличное от представляемого (воображаемого).

**Принцип** (лат. *principium* – основа, начало) – 1) в субъективном смысле – основное положение, предпосылка (принцип мышления); 2) в объективном смысле – исходный пункт, первооснова, самое первое; у Аристотеля как первая причина: то, исходя из чего нечто существует или будет существовать; 3) основополагающее теоретическое знание, не являющееся ни доказуемым, ни требующим доказательства (см. аксиома, постулат); 4) основополагающая этическая норма.

**Принцип дополнительности Бора** – одно из фундаментальных положений квантовой теории, состоящее в том, что в акте измерения могут быть установлены с точностью, допускаемой *принципом (соотношением неопределённости Гейзенберга)*, либо энергия и импульс квантовой системы (микрообъекта), либо её пространственные координаты и время (пространственно-временное поведение системы). Эти две картины не могут проявляться вместе, одновременно, но, как считал Нильс Бор, могут дополнять одна другую. Следует отметить, что они не одновременны, а потому не могут быть сопоставимы, так как каждая из этих картин «смазывает», «размывает» другую, дополнительную ей картину.

**Принцип Ле-Шателье-Брауна** – см. *Ле-Шателье-Брауна принцип*.

**Принцип (соотношение) неопределенностей Гейзенберга** – (см. *неопределённости соотношение (принцип) Гейзенберга*).

**Принцип соответствия** – принцип, утверждающий, что каждая более глубокая теория содержит при некотором предельном переходе ранее ей предшествующую, не столь глубокую (например, релятивистская механика Эйнштейна при малых скоростях объектов переходит в классическую механику Ньютона). Принцип был введён Н. Бором.

**Природа** (гр. *physis*, от *phyein* – возникнуть, быть рождённым; лат. *natura*, от *nasci* – возникнуть, быть рождённым) – то, что существенно для каждого сущего с самого его возникновения. Природа по содержанию есть совокупность, сумма всей непосредственной деятельности, всех вещей и событий в их всеобщей связи; формально – *бытие* вообще: она есть всё (Гёте). Сферой, противоположной природе, является *дух* во всех его проявлениях. Синонимы понятия «природа» – *космос, универсум, Вселенная*.

**Приспособление, приспособляемость** – см. *адаптация*.

**Причина** (лат. *causa*) – то, без чего не было бы другого – следствия (см. *каузальность*), или явление, действие которого вызывает, определяет, изменяет, производит или влечёт за собой другое явление, называемое следствием.

**Причинная связь** – связь причины и действия, переход от причины к действию.

**Причинная цепь** – см. *причинный ряд*.

**Причинно-механическая картина мира** – *представление о мире, согласно которому все явления вызываются причинами и оцениваются в соответствии с законами классической механики (законами динамики Ньютона)*. С появлением *квантовой механики* механическая *детерминированность* мира утратила своё значение.

**Причинность** (причинно-следственная связь) – связь между причиной и следствием. Следствие, произведённое некоторой причиной, само становится

причиной и порождает новое следствие и т.д., это и есть причинно-следственная связь или то, что можно также назвать *причинным рядом* или *причинной цепью*.

**Причинный ряд**, также *причинная цепь* – образное выражение для беспрерывной, нескончаемой связи *причины* и следствия (см. также *причинность*, *каузальность*).

**Проблема** (гр. *problema* – задача, задание) – неразрешённая задача или (вопрос) вопросы, подготовленные к разрешению. Возникающая ситуация связана с тем взглядом, с таким познанием предмета, который не познан, но является знанием о незнании.

**Проблематичный** (гр. *problematikos*) – поставленный под вопрос, спорный, предположительный, сомнительный, неразличённый.

**Прогресс** (лат. *progressus* – движение вперед) – 1) поступательное движение; 2) развитие всего (человека, человечества, в т.ч.) в направлении к лучшему, высшему, более совершенному состоянию, которое, по видимости, происходит само собой. По Гегелю прогресс является не только *принципом мышления*, но и принципом мировых событий вообще.

**Продуценты** (лат. *producens* – производящий, создающий) – организмы – *автотрофы*, производящие органические вещества из неорганических элементов, первое звено в пищевой цепи.

**Проекция** (лат. *projectio* – букв. выбрасывание вперед) – вынесение вовне.

**Происхождения видов теория** – (см. *теория происхождения видов*).

**Происхождение жизни** – учения о возникновении форм преджизни и жизни в истории Земли. Продолжительность жизни исчисляется периодом в 4,2–3,8 млрд лет и временем возникновения, не превосходящем несколько сот миллионов лет, а, более вероятно, гораздо меньшим сроком. Преимущественными считаются матричные механизмы возникновения жизни на минеральных кристаллах по схеме минеральный кристалл – минерало-органический кристалл – жидкокристаллическая структура, что вело к образованию ДНК, РНК, белков, всех полинуклеотидов и в конечном итоге к образованию протоклетки, возникновению механизма наследственности, а затем образованию клетки.

**Происхождение человека** – учения о возникновении человека в эволюционной истории природы. Полагают, что генетический род *Человек* возник в Юго-Восточной Африке (Кения) 6–5 млн лет назад. Цепочка преобразований, приведшая к возникновению человека, примерно такова: австралопитеки (человек умелый), архантропы (человек умелый и прямоходящий), палеотропы (неандертальцы – человек разумный) и, наконец, неантропы (кроманьонцы – человек разумный).

**Прокариоты** (лат. *pro* – вперед, раньше, вместо + гр. *karuon* – ядро) – организмы, лишённые оформленного ядра (вирусы, бактерии, сине-зеленые водоросли).

**Пролегомены** (гр. *prolegomena*) – предварительные замечания, предварительные сообщения, введение в науку.

**Пространство** – как физическая категория – форма существования материи, отражающая свойство её протяжённости, определяется принятой системой отсчёта. Пространство, окружающее нас, трёхмерно, однородно и изотропно. Геометрические свойства пространства определяются системой аксиом и теорем геометрий Евклида, Лобачевского, Римана и др. Представления о пространстве

претерпели значительные изменения в течение веков – от Евклида к Ньютону («вместилищу» тел), к пространствам Лобачевского, Римана, Минковского, Эйнштейна–Фридмана (псевдоевклидовым, неевклидовым искривлённым пространствам) и, наконец, в конце XX в. к фрактальным пространствам Мандельброта, пространствам дробной, иррегулярной размерности.

**Протеины** (гр. *protos* – первый) – простейшие белки, состоящие только из остатков аминокислот. К протеинам относятся многие ферменты.

**Протисты** (гр. *protistos* – самый первый) – одноклеточные эукариоты, как правило, водные или паразитические. Обычно их объединяют в один систематический тип, промежуточный между животными и растениями, но иногда в особое царство природы.

**Протозвезда** (гр. *protos* – первый) – сконцентрировавшееся из газово-пылевого облака из-за его гравитационной неустойчивости плотное образование вещества, в недрах которого еще не достигнута температуры, необходимые для начала термоядерной реакции синтеза – основного источника энергии звёзд.

**Протоплазма** (гр. *protos* + *plasma* – вылепленное, оформленное) – содержимое живой клетки, включая её ядро (кариоплазму) и цитоплазму; живое вещество, из которого состоят организмы. Основа протоплазмы – белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды и др. вещества. В протоплазме осуществляются все жизненные процессы.

**Прототрофы** (*proto* + *троф*) – микроорганизмы, не требующие для своего развития готовых витаминов, аминокислот и др. факторов роста, а синтезирующие их из минерального и органического сырья.

**Протяженность** – 1) расстояние (по одному из трёх измерений реального физического пространства – длине, ширине, высоте), занимаемое чем-либо; 2) свойство физических тел находиться в пространстве, заполнять его. Философы Декарт и Гоббс полагали протяжённость (протяжение) сущностью материи.

**Процесс** (лат. *processus* – продвижение) – 1) последовательная смена явлений, состояний в развитии чего-нибудь; 2) совокупность последовательных действий для достижения какой-либо цели, результата.

**Пси-феномен**, парапсихологический феномен (см. *паранормальные явления*).

**Пси-функция (волновая функция)** – (в квантовой механике, физике, теории) основная физическая характеристика квантовой системы (атома, молекулы, ядра и т.д.), функция динамических переменных (координат, времени), полностью описывающая состояние системы. Описание системы волновой функцией имеет вероятностный характер: квадрат волновой функции даёт вероятность того, что при измерении будут получены именно те значения динамических переменных, при которых этот квадрат функции вычислялся (см. также *волновая функция*).

**Психоанализ** (гр. *psyche* – душа + *анализ*) – метод психотерапии и учение, развитое австрийским учёным Зигмундом Фрейдом, ставящее в центр внимания бессознательные психические процессы и мотивации. Вытеснение из сознания неприемлемых для него влечений (преимущественно сексуальных) и травмирующих переживаний рассматривается в психоанализе как главный источник невротических симптомов и различных патологических явлений (забываний, ошибочных действий и т.п.).

**Психофизика** – раздел психологии, изучающий количественные отношения между силой раздражителя и величиной возникающего ощущения.

**Пульсары** (англ. pulsars, сокр. от pulsating sources of radioemission – пульсирующие источники радиоизлучения) – космические источники импульсивного электромагнитного излучения, открытые в 1967 г. пульсары отождествляют с быстровращающимися *нейтронными звёздами*, у которых есть активная область, генерирующая оптическое, рентгеновское и гамма излучения в узком конусе.

**Пуриновые основания** – производные азотистого основания пурина (бесцветных, растворимых кристаллов) – аденин, гуанин, ксантин и др., участвуют в построении нуклеотидов, нуклеиновых кислот, некоторых *коферментов* и др. соединений. Комплементарны в ДНК к пиримидиновым основаниям – цитозину, урацилу, тимину.

**Пылевые туманности (туманности галактические)** – образования, содержащие большие количества космической пыли, наблюдаются как тёмные пятна на фоне Млечного Пути или как светлые отражательные туманности, если они освещены близко расположенными звёздами. Небольшие туманности называются глобулами.

**Рабочая гипотеза** – *гипотеза* не как окончательный результат исследования, а как некоторое промежуточное, руководящее правило в исследовании.

**Радиация** – то же, что ионизирующее излучение – потоки электронов, позитронов, протонов, дейтронов, альфа-частиц и др. заряженных частиц, а также потоки нейтронов, рентгеновское и гамма-излучение (излучение из атомных ядер).

**Радиоактивность** (лат. radio – испускаю лучи + activus – действенный) – самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента в изотопы другого, сопровождающееся испусканием элементарных частиц (протонов, нейтронов, альфа-частиц и др.) или ядер. Если превращению подвергаются существующие в природе изотопы, то радиоактивность называется естественной, если же изотопы, полученные в результате ядерных реакций, то такая радиоактивность называется искусственной.

**Развитие** (см. также *эволюция, генезис*) – закономерное изменение *материи и сознания*, их универсальное свойство; собственно *развёртывание* до тех пор «свёрнутого», выявление, обнаружение вещей, частей, состояний, отношений, которые имелись и прежде, существовали в *потенции*, но не были доступны восприятию. Развитие бывает или экстенсивным (проявление и увеличение уже имевшегося) или интенсивным (*эпигенез* – возникновение нового, новых форм).

**Размерность** – 1) (в геометрии) размерность геометрической фигуры – число, равное единице, если фигура есть линия, равное двум, если фигура – это поверхность, и равное трём, если фигура – тело; размерность иначе называется числом измерений и полностью данное определение может быть отнесено к физическим объектам; 2) (в системах единиц) выражение, показывающее связь данной величины с величинами, взятыми за основание в какой-либо системе единиц.

**Разум** (латинский аналог ratio) – ум, способность понимания и осмысления, деятельность человеческого духа, направленная не только на причинное, дискурсивное познание (как *рассудок*), но и на познание ценностей, на универсальную связь вещей и всех явлений и на целесообразную деятельность внутри

этой связи. Стремление понять, осмыслить, объяснить этот мир и преобразовать с помощью разума называют *рационализмом* (ср. *рассудок*).

**Раса** (фр. *race*) – в антропологии исторически сложившаяся группа людей, в которой характерный внешний облик обусловлен общими наследственными признаками (цветом кожи, глаз, волос, формой черепа, ростом и т.д.). Основные человеческие расы – европеоидная, негроидная и монголоидная. К этим расам некоторые учёные добавляют ещё две – американских индейцев (американцев) и австралоидов. Все расы абсолютно равноценны биологически и психически и находятся на одном и том же уровне эволюционного развития.

**Рассудок** – психическая деятельность, дающая материал для разума путём образования понятий, суждений, путём умозаключений (см. также *интеллект*, *разум*).

**Растения** – организмы-*продуценты*, размножающиеся спорами, семенами и вегетативными частями; *автотрофные*, как правило, хлорофильны, т.е. способные к фотосинтезу. Растения составляют особое *царство*, которое разделяют на высшие и низшие растения. Численность видов этого царства свыше 1 млн растений.

**Растительность** – совокупность растительных сообществ (*фитоценозов*) планеты или её отдельных континентов, географических зон и т.д. От растительности надо отличать флору – совокупность систематических единиц (*видов, родов, семейств*) на какой-либо территории. Синоним – растительный покров.

**Рационализм** (фр. *rationalisme* от лат. *rationalis* – разумный) – точка зрения *рассудка*, соответственно – *разума*; философские учения, признающие разум, *мышление, рассудок* основой познания – с субъективной стороны, а разумность, логический порядок – с объективной стороны. Основоположники рационализма – Б. Спиноза, Р. Декарт, Г. Лейбниц, Н. Мальбранш – исходили из идеи естественного порядка – бесконечной *причинно-следственной цепи*, пронизывающей весь мир.

**Рациональный, рациональность** (лат. *rationalis* – разумный) – 1) разумный, целесообразный, обоснованный, отправляющийся от *разума*, осуществляющийся благодаря разуму; 2) соответствующий разуму, целесообразный, практический, вполне осмысленный. Противоположность – *иррациональный*.

**Реакция** (лат. *re* – против + *actio* – действие) – ответное действие, противодействие; действие раздражения, необходимая часть всякого взаимодействия – в этом смысле особенно употребляется в химии и физиологии.

**Реализация** (лат. *realis* – вещественный, действительный) – осуществление какого-либо плана, замысла, идеи и т.п.

**Реализм** (лат. *realis* – вещественный, действительный) – философское течение, утверждающее *бытие* как действительность, реальность, лежащее вне *сознания*. Эта действительность бытия может пониматься как материальная (в т.ч. в современном естествознании) или как идеальная (Аристотель и теология).

**Реальность** (лат. *realis* – вещественный, действительный) – вещественность. Реальность (благодаря средству *реализации*) приписывается всему тому, что может возникнуть и возникло во времени, что существует и является преходящим.

**Реальный** (лат. *realis* – действительный, вещественный) – действительный, объективный, существующий не только в мысли. Противоположность – идеальное, фантастическое, воображаемое, ирреальное.

**Революция** (фр. *revolution*, лат. *revolutio* – переворот, поворот) – коренной переворот, глубокое качественное изменение в развитии природы, познании, обществе; научная революция – изменение основ мировоззрения, появление новой *парадигмы*, появление нового уровня мышления. Противоположность – *эволюция*.

**Регресс** (лат. *regressus* – обратное движение) – движение назад. Регрессивный – идущий назад (от обусловленного к условному, от действия к причине).

**Редукционизм** (лат. *reductio* – возвращать, отодвигать назад) – методологический принцип, основывающийся на возможности объяснения сложного на основе законов простого (например, явления биологии объяснять законами физики и химии и т.п.). Редукционизм абсолютизирует *принцип редукции*.

**Редукция** (лат. *reductio* – возвращать, отодвигать назад) – 1) сведение сложного к простому, составного к элементарному; действия или процессы, приводящие к упрощению структуры какого-либо объекта, методологический приём сведения данных к исходным началам; 2) (в биологии) уменьшение числа, размеров органов и тканей, упрощение их строения или утрата ими функций в процессе эволюционного или индивидуального развития организма, вплоть до полного исчезновения органа или ткани.

**Редуценты** (лат. *reducens* – возвращающий, восстанавливающий) – организмы, главным образом *грибы* и *бактерии*, разлагающие мёртвое органическое вещество и превращающие его в неорганические вещества, которые в состоянии усваивать другие организмы – *продуценты*.

**Режимы с обострением** (фр. *regime*, лат. *regimen* – управление) – процесс, происходящий с нарастанием более быстрым, чем экспоненциальный рост.

**Резонанс** (фр. *resonance*, лат. *resonans* – откликаюсь, дающий отзвук) – явление сильного возрастания амплитуды колебаний под влиянием внешних воздействий; в переносном смысле – отзвук, отголосок.

**Резус-фактор** – *антиген*, резус, содержащийся в эритроцитах макак (обезьян рода макак, откуда идет название термина) и людей. При несовпадении резус-факторов матери и плода, возможны иммунные осложнения при родах.

**Реинкарнация** (лат. *reincarnatio*) – перевоплощение (души), возрождение. Одно из положений античной (древней) индийской философии упанишад (в ведийский период).

**Рекомбинация** (лат. *re* – приставка, указывающая на *возобновление* или повторность *действия* + *combinatio* – соединение) – 1) расположение составных частей чего-либо в новом порядке; 2) воссоединение ионов и электронов или ионов разных электрических знаков – процесс, обратный ионизации, при котором образуются нейтральные атомы и молекулы; 3) рекомбинация генов – перераспределение генетического материала родителей в потомстве, обуславливающее комбинаторную изменчивость живых организмов.

**Реконструкция** (лат. *re* (см. *рекомбинация*) + *constructio* – построение) – коренное переустройство; перестройка чего-либо с целью улучшения; 2) восстановление чего-либо по сохранившимся остаткам или описаниям.

**Рекурсивный** (лат. *recursio* – возвращение) – возвращающий к прошлому, к предшествующему; рекурсивные *функции* – функции, значения которых

для данного аргумента вычисляются с помощью значений для предшествующих аргументов. В 1931 г. австрийский математик и логик Курт Гёдель доказал с помощью рекурсивных функций теорему о невозможности полной аксиоматизации арифметики, которая в расширенном значении трактуется как теорема о неполноте любой системы.

**Релаксация** (лат. *relaxatio* – ослабление, уменьшение напряжения) – 1) (в физике) процесс постепенного возвращения в состояние равновесия какой-либо системы, выведенной из такого состояния, после прекращения действий, вызвавших это изменение факторов; 2) снятие психического напряжения.

**Релевантный** (англ.) – то же, что уместный, относящийся к делу, смысловое соответствие между вопросом и ответом, информационным запросом и последовавшим сообщением (реакцией).

**Реликтовое излучение** (лат. *relictum* – остаток) – космическое электромагнитное излучение, связанное с эволюцией Вселенной, начавшей своё развитие после *Большого взрыва*; фоновое космическое излучение, спектр которого близок к спектру абсолютно чёрного тела с температурой 2,73 К. Теоретически было предсказано русским физиком Георгием Гамовым в рамках модели горячей Вселенной.

**Релятивизм** (лат. *relativus* – относительный) – методологический принцип, состоящий в абсолютизации *относительности*, условности знания и ведущий к отрицанию возможности познания объективной истины.

**Релятивистская механика** (лат. *relativus* – относительный + механика) – механика Эйнштейна, основанная на принципе относительности и на постулате о постоянстве скорости света по всем направлениям относительно любой инерциальной системы отсчёта. Отличается от механики Ньютона зависимостью инертной массы, импульса и энергии от скорости её движения в данной системе отсчёта (см. также *относительности теории*). При малых скоростях движения переходит, согласно *принципу соответствия*, в механику Ньютона (*классическую механику*).

**Реминисценция** (лат. *reminiscentia* – темное воспоминание) – смутное, тёмное воспоминание; явление, наводящее на сопоставление с чем-либо.

**Ренессанс** (фр. *Renaissance* – возрождение) – 1) Возрождение, эпоха Возрождения классической античной греческой культуры после Средневековья, возникновение нового ощущения, чувства жизни, которое рассматривалось как родственное жизненному чувству античности и как противоположное средневековому отношению к жизни с его отрешением от мира, который казался греховным. Культ Ренессанса характеризуется отказом от авторитетов, обращением к опыту, доверием к собственному разуму, обузданием фантазии при помощи совершенствующегося естествознания, представлением о единой природе и идеей посюсторонности культуры. Крупнейшие представители того времени: Петрарка, Бокаччо, Коперник, Джордано Бруно, Микеланджело, Леонардо да Винчи, Галилей, Макиавелли, Монтень, Рафаэль; 2) в переносном смысле – период подъёма, расцвета в развитии чего-либо.

**Репликация** (лат. *replicare* – отражать) – 1) (в биологии) создание себе подобной структуры; в молекулярной генетике – синтез на каждой из нитей молекулы ДНК, иногда РНК, парной ей нити; репликация лежит в основании



механизма передачи наследственной информации от клетки к клетке, от поколения к поколению (см. *трансляция, транскрипция*).

**Репродукция** (лат. *re* (см. *рекомбинация*) + *productio* – производство, произведение) – воспроизведение особей, размножение, самовоспроизведение.

**Ретроспектива** (лат. *retro* – назад + *spectare* – смотреть) – взгляд в прошлое, обозрение того, что было в прошлом. Синоним – ретроспекция.

**Рефлекс(ы)** (лат. *reflexus* – отражение, обращение назад) – 1) (в биологии) ответная реакция организма на изменения внешней или внутренней среды, происходящая через *нервную систему* в ответ на раздражение *рецепторов*. Рефлексы обеспечивают *гомеостаз*. Различают безусловные (выработанные в ходе естественных изменений) и условные (приобретённые в ходе индивидуальной жизни) рефлексы. Безусловные рефлексы в своей цепи составляют *инстинкты*. Учения о рефлексах заложены великими русскими физиологами и мыслителями Иваном Сеченовым и Иваном Павловым; 2) отражение, следствие чего-либо.

**Рецептор(ы)** (лат. *recipere* – получать, *receptor* – принимающий) – специальные чувствительные образования, окончания чувствительных волокон или специализированных клеток, которые воспринимают и преобразуют раздражения из внешней или внутренней среды организма. В зависимости от вида воспринимаемого раздражения различают механо-, фото-, термо- и хеморецепторы. Рецепторы – периферические отделы анализаторов, системы нервных образований, осуществляющих восприятие и анализ раздражений из внешней и внутренней среды организма. К анализаторам относятся все органы чувств – зрение, слух, осязание, обоняние, вкус, восприятие гравитации.

**Рецессивность** (лат. *recessus* – отступление, удаление) – отсутствие *фенотипического* проявления одного *аллеля* у *гетерозиготной* особи, т.е. у индивида, несущего два различных аллеля одного *гена*. Рецессивный – подавленный, отгеснённый (ср. *доминант*).

**Рибоза** – моносахарид (класс углеводов, неспособных к *гидролизу* – глюкоза, фруктоза и др.), присутствующий во всех живых клетках в составе *РНК*; составная часть *нуклеотидов* наряду с дезоксирибозой.

**Рибонуклеиновая кислота** – см. *РНК*.

**Рибосома(ы)** (рибо + гр. *soma* – тело) – внутриклеточные частицы, состоящие из *белков* и *рибосомной РНК*; связываясь с молекулой матричной (информационной) *РНК*, осуществляют её *трансляцию* (биосинтез белка).

**Рибосомная РНК (рРНК)** – одна из 6 наиболее изученных *РНК* – одноцепочечная (впрочем, как и некоторые другие, например, матричная (информационная и транспортная), собирается в серию сложных форм, которые соединяются со специфическими белками в *рибосомы*. Молекулы рРНК синтезируются в ядрышках, множество субъединиц транспортируются через ядерные поры в цитоплазму и объединяются в рибосомы. Рибосомы – место стадии трансляции синтеза белков.

**Римана геометрия** – она же эллиптическая геометрия, двумерная геометрия сферы в трёхмерном евклидовом пространстве с отождествлёнными диаметрально противоположными точками. «Прямыми» римановой геометрии являются большие круги сфер, т.е. проходящие через обе отождествлённые точки. В римановой геометрии существует понятие однородности пространства, в этом

пространстве риманова кривизна постоянна и всегда положительна. Риманова геометрия может быть задана, как и Евклидова, и Лобачевского, аксиоматически. Однако система аксиом Римана существенно отличается от аксиом Евклида и Лобачевского. Так, например, любые две прямые в римановой геометрии пересекаются, плоскость не разделяет пространства и т.д. Предложена и развита немецким математиком Бернхардом Риманом.

**Римские цифры** – знаки, обозначающие числа (арабские); имеет место следующее соответствие: М – 1000, D – 500, С – 100, L – 50, X – 10, V – 5, I – 1. С их помощью можно записать любое целое число. Если запись числа сделана в правильной, указанной выше последовательности, то эта совокупность означает число, равное сумме значений, входящих в него римских цифр. Например, МСХХVIII означает число  $1000 + 100 + 10 + 10 + 5 + 1 + 1 + 1 = 1128$ . Если же порядок нарушен, имеется инверсия, то из двух рядом стоящих римских цифр, образующих инверсию, первое берётся со знаком минус. Например, МCDLIX означает  $1000 - 100 + 500 + 50 - 1 + 10 = 1459$ . В настоящее время имеет редкое употребление.

**Ритм(ы)** (гр. *rhythmos* и *rheein* – течь, стремиться) – 1) в широком философском смысле – возвращение подобного через одинаковые промежутки времени, в противоположность такту, который является абсолютно точным (математически) повторением равного. Явление ритма постепенно было познано как форма выражения жизни вообще. «Все без исключения процессы органической природы являются ритмическими, но никогда не метрическими» – утверждение одного из философов (ср. *периодичность*); 2) чередование каких-либо элементов, происходящее с определенной последовательностью, частотой и т.д.; 3) налаженный ход чего-либо, размеренность в протекании чего-либо (например в природе). Различают ритмы биологические или биоритмы, годовые или сезонные, суточные, лунные, приливные и др.

**РНК (рибонуклеиновая кислота)** – одна из *нуклеиновых частот*; *биополимер*, состоящий из *нуклеотидов*, содержащих *азотистые основания* (*аденин, гуанин, цитозин, урацил*), *углевод, рибозу*; в клетках всех живых организмов РНК участвует в реализации *генетической информации*. Различают 6 видов (классов), из них наиболее известны 3 основных вида РНК – матричные или информационные (мРНК или иРНК), транспортные (тРНК) и *рибосомные* (рибосомальные) (рРНК). Матричные РНК хранят наследственную информацию, транспортные переносят *аминокислоты к рибосомам* – пунктам построения белковых макромолекул, рибосомные осуществляют *биосинтез белка*.

**Род** – надвидовая таксономическая категория, объединяющая эволюционно близкие виды, например разные виды берёз, ворон, воробьёв и др.

**Рудиментарный** (лат. *rudimentum* – зачаток, начальная ступень) – (в биологии) зачаточный; недоразвитый, исчезающий, остаточный; рудиментарные органы – рудименты – недоразвитые органы, утратившие свою функцию в течение исторического развития организмов и находящиеся на пути к исчезновению.

**Самозарождение** – один из видов *абиогенеза*, наивное представление о возможности непосредственного рождения живого из неорганического вещества. Идея о самозарождении имела место в период Средневековья, поддерживалась,

например Т. Парацельсом, но была опровергнута опытами Ф. Реди и позднее, в конце XIX в., особенно убедительно французским биологом Луи Пастером.

**Самоорганизация** – процесс взаимодействия объектов, в результате которого возникает, воспроизводится или совершенствуется порядок или структура в системе; появление определённого порядка в однородной среде какой-либо природы и последующего совершенствования и усложнения возникающей структуры. Свойства самоорганизации обнаружены в системах различной природы: в клетке, организме, популяции, биогеоценозе и т.д. Вопросы самоорганизации рассматриваются в синергетике Хакена, теории диссипативных структур Пригожина, в кибернетике. Термин «самоорганизующаяся система» введён английским психиатром и кибернетиком Уильямом Эшби в 1947 г.

**Самоподобие** (английский аналог – скейлинг) – понятие, возникшее во фрактальной (дробной) геометрии Б. Мандельброта, суть которого состоит в повторении самого себя на любом масштабном уровне: таким свойством обладают, например, кривая Эльзы Кох, ковёр Серпинского и пр. фигуры фрактальной геометрии.

**Самопознание** – познание «Я», самости в его специфике, условиях и способах реакции, характерных для него, в предрасположениях и способностях, ошибках и слабостях, силах и границах собственного «Я».

**Самосознание** – в обычной разговорной речи убеждение в ценности собственной личности.

**Самость** – понятие, данное немецким философом Мартином Хайдеггером как бытие «Я» (само-бытие), т.е. такое сущее, которое может сказать: «Я».

**Сверхгиганты** – редкий класс звёзд, обладающих гигантскими размерами (до тысяч радиусов Солнца) и светимостью (до миллиона светимостей Солнца) при массе всего до 50 масс Солнца.

**Сверхновые звёзды** – внезапно вспыхивающие так называемые эруптивные звёзды, мощность излучения которых превосходит мощность излучения отдельной галактики (насчитывающей одну-две сотни миллиардов звёзд). Взрыв (вспышка) возникает в результате гравитационного коллапса (сжатия). Результатом взрыва становятся тяжёлые химические элементы, в центре взрыва возникает *нейтронная звезда (пульсар)*, а в окрестности взрыва образуется волокнистая туманность (пример – *Крабовидная туманность*). С февраля 1987 г. астрономы наблюдают сверхновую звезду в Большом Магеллановом Облаке (в Южном полушарии планеты), которую в момент вспышки можно было видеть невооружённым глазом.

**Сверхпроводимость** – скачкообразное исчезновение электрического сопротивления некоторых материалов при очень низких абсолютных температурах, называемых критическими (у ртути 4,15К, свинца 7,2К, алюминия 1,2К). Другой эффект сверхпроводимости – эффект Мейснера–Оксенфельда, вытеснение магнитного поля из сверхпроводника.

**Сверхпроводники** – вещества, которые при очень низких температурах теряют электрическое сопротивление и переходят в сверхпроводящее состояние. К ним относятся некоторые металлы (свинец, алюминий, олово, цинк, вольфрам и др.), а также сплавы из них, некоторые полупроводники и химические соединения. В последние десятилетия установлены сверхпроводящие свойства у неко-

торых керамик, проявляющиеся при относительно высоких температурах окружающей среды (температурах жидкого азота, т.е. около 100К), по причине чего последние получили название высокотемпературных сверхпроводников.

**Сверхсветовая скорость** – невозможна согласно *специальной теории относительности* для реально существующих и обладающих *массой покоя* частиц, но, в принципе, возможна как фазовая скорость в любой среде либо как скорость какой-либо частицы в среде, большей скорости света в этой среде; в последнем случае возникает явление, получившее название *явление Черенкова-Вавилова* по именам первооткрывателей – русских физиков Павла Черенкова и Сергея Вавилова.

**Сверхчувственное** – то, что не дано нам в чувственном созерцании, восприятии.

**Световой год** – расстояние, проходимое светом за один календарный год, принимается часто в качестве единицы межзвёздных (иногда и межгалактических) расстояний; величина этого пути примерно равна 10 триллионов километров.

**Свойство** – нечто присущее какому-либо предмету, что составляет его конкретное существование (ср. *качество*). Есть существенные свойства, без которых предмет существовать не может, и несущественные свойства (см. *акциденция*), без которых существование предмета возможно.

**Связи** – 1) (в физике) ограничения, налагаемые на положения и скорости точек механической системы, которые должны выполняться при любых действующих на систему силах; 2) (в химии) связи, возникающие в результате того, что электроны, принадлежавшие двум разным атомам (группам), становятся общими для обоих атомов (групп). Результатом химической связи являются молекулы, кристаллы, жидкости. Атомы вступают в химическую связь, если при этом уменьшается полная энергия системы, из-за так называемого обменного взаимодействия. Природа сил, определяющих химическую связь, является кулоновской, но не электростатической, а квантово-механической.

**Связь** – 1) (в технике) передача и приём информации с помощью различных технических средств (радио, телевидение, телефон, телеграф и т.д.); 2) (в философии) взаимообусловленность существования явлений, разделённых в пространстве и времени. Связь классифицируется: по объектам познания, по формам причинности (детерминизма), по их силе, по характеру результата (порождение, преобразование), по направлению действия, по типу процессов, которые они характеризуют, по содержанию предмета связи (перенос вещества, энергии, информации); 3) (в психологии) воспринимаемые целостно органами чувств раздражения, образование всеохватывающего целостного *сознания*, пограничных событий, членений, группировок и т.д., всего, что определяется объективными *свойствами* данных нам явлений. Мерилом этого является «расположенность друг подле друга», т.е. естественная и в то же время разумная принадлежность друг другу, из которой вытекает возникновение познаваемых образов.

**Связное множество** – *множество*, любые две точки которого можно соединить непрерывной кривой, принадлежащей этому же множеству.

**Секреция** (лат. *secresio* – отделение) – синтез и выделение клетками жёлёз веществ – секретов, необходимых для жизнедеятельности организма. Секретирующие клетки выделяют самые разнообразные органические и неорганические

соединения: белки, жиры, углеводы, растворы солей, гормоны. Секретция свойственна также некоторым нейронам и обычным нервным клеткам, вырабатывающим (выделяющим) специфическое вещество – медиаторы, вещества, которые участвуют в передаче нервных импульсов с нервных окончаний на рабочий орган, с одной нервной клетки на другую.

**Селекция** (лат. *selectio* – выбор, отбор) – выведение новых и улучшение существующих сортов растений, пород животных путём применения научных методов отбора.

**Семантика** (гр. *semanticos* – обозначающий) – учение о значении знаков, об отношении между знаками, т.е. между словами и предложениями и тем, что они означают. Синонимы – семасиология, сигнифика (то и другое в основе содержат слово «знак»). Семантический – смысловой, относящийся к значению слова, понятия.

**Сенсуализм** (лат. *sensus* – восприятие, чувство) – направление в теории познания, согласно которому ощущения и восприятия – основа и главная форма достоверного знания, и в силу этого противостоит рационализму, поскольку исповедует принцип «нет ничего в разуме, чего не было бы в чувствах» (Локк). Этого придерживались также такие мыслители и философы, как Гассенди, Гоббс, Гельвеций, Дидро, Гольбах, Беркли, Юм.

**Сила** – (в механике) механическое действие, отклоняющее материальную точку от прямолинейного и равномерного движения. В этом качестве является мерой механического взаимодействия тел. Как физическая величина является векторной, т.е. характеризуется в каждый момент времени направлением и точкой приложения.

**Сильное (ядерное) взаимодействие** – взаимодействие, в котором участвуют адроны (мезоны, барионы). Радиус действия сил не выходит за пределы размеров элементарных частиц, за пределы атомных ядер (отсюда название). По величине примерно в 100 раз превосходит электромагнитное взаимодействие. Современная теория сильного (ядерного) взаимодействия – *квантовая хромодинамика*, в основе которой лежат представления о *кварках* и *глюонах*.

**Симбиоз** (гр. *symbiosis* – совместная жизнь, сожительство) – тесное совместное существование разных видов. В это понятие включают и *паразитизм*, когда один из организмов живет за счёт другого. В более узком смысле под симбиозом понимают лишь случаи взаимно выгодного сожительства особей двух видов. В таких симбиотических отношениях могут быть растение с растением, растение с животным, животное с животным; растения и животные могут быть в симбиозе с микроорганизмами, а последние друг с другом.

**Символ** (гр. *symbolon*) – условный знак какого-нибудь понятия, какой-либо величины, принятых в той или иной науке; убеждение, взгляды, образ, воплощающий какую-либо идею; видимое, реже слышимое образование, которому придаётся особый смысл, понятный иногда только посвящённым.

**Симметрия** (гр. *symmetria* – соразмерность) – равномерное, сходное расположение элементов формы какого-нибудь искусственного предмета; в широком смысле слова – *инвариантность* (неизменность) структуры, формы материального объекта (системы объектов) относительно его преобразования, в силу чего симметрия связана с сохранением тех или иных величин, характеризующих

данный объект (систему), например энергии, импульса и т.д. (*теорема Нётер* в теоретической физике). (См. также *сингонии, кристаллы, кристаллография*.)

**Симптом** (лат. *symptoma* – совпадение, признак) – внешний признак какого-либо явления; характерное проявление, признак болезни.

**Синантропы** (лат. *Sina* – Китай + *anthropos* – человек) – китайские питекантропы, архантропы (древние люди), остатки которых были впервые найдены французским археологом, философом и мыслителем Пьером Тейяром де Шарденом. Возраст синантропа, предка современного человека 460–230 тыс. лет.

**Синапс** (гр. *synapsis* – соединение, связь) – место соприкосновения (контакта) нервных клеток друг с другом или иннервируемыми ими тканями. Крупные *нейроны* головного мозга человека имеют до 4–20 тысяч синапсов.

**Сингония** (гр. *singonium*) – то же, что кристаллографическая система (см. *кристаллическая решётка, кристаллографические группы Фёдорова*).

**Сингулярность** – область пространства с необычными, предельными свойствами по большинству физических параметров. Согласно модели Большого взрыва начало Вселенной произошло из сингулярной области, сингулярности.

**Синдром** (гр. *syndrome* – стечение) – (в медицине) совокупность признаков (симптомов), имеющих общий механизм возникновения и характеризующих определённое болезненное состояние организма; в обыденном смысле – признак, признаки чего-либо; в настоящее время один из зловещных синдромов – синдром приобретённого иммунного дефицита (в английской аббревиатуре СПИД), вирусное заболевание человека, при котором в результате поражения лимфатической системы ослабляются защитные силы организма (иммунитет).

**Синергизм** (см. *синергия*) – взаимное влияние, поддержка, содействие, кооперация.

**Синергия** (гр. *synergeia* – сотрудничество, содружество, кооперация) – (в биологии) совместное действие каких-либо органов или систем.

**Синергетика** (см. *синергия*) – научное направление, исследующее проблемы самоорганизации в системах как живой, так и неживой природы, в системах, состоящих из множества составных элементов (частей). Синергетика описывает процессы, в которых целое обладает такими свойствами, которых нет у его частей, она рассматривает окружающий мир как множество локализованных процессов различной сложности и ставит задачу отыскать единую (трансдисциплинарную) основу организации мира как для простейших, так и для сложных его структур. Ключевые положения синергетики, сформулированные её основателем, немецким физиком Германом Хакеном, таковы: 1) исследуемые системы состоят из нескольких или многих одинаковых или разнородных частей, которые находятся во взаимодействии друг с другом; 2) эти системы являются нелинейными; 3) при рассмотрении физических, химических и биологических систем речь идёт об открытых системах, далёких от теплового равновесия; 4) эти системы подвержены внешним и внутренним колебаниям; 5) системы могут стать нестабильными; 6) происходят качественные изменения; 7) в этих системах обнаруживаются эмерджентные (внезапно возникающие) новые качества; 8) возникают пространственные, временные, пространственно-временные или функциональные структуры; 9) структуры могут быть упорядоченными или

хаотическими; 10) во многих случаях возможна математизация. Все рассматриваемые процессы в системах необратимы во времени.

**Синкретизм** (гр. *synkretismos* – соединение, объединение) – 1) смешение, неорганическое соединение разнородных элементов, например, в философии сочетание разнородных воззрений, взглядов, при котором игнорируется необходимость их внутреннего единства и непротиворечия друг другу; 2) нерасчленённость, слитность, характеризующая первоначально неразвитое состояние какого-либо явления.

**Синоним** (гр. *synonymos* – одноимённый) – слова, различные по звучанию, выражающие одно и то же понятие, но либо тождественные, либо близкие по смыслу; равнозначный или близкий по смыслу.

**Синтез** (гр. *synthesis* – соединение, сочетание) – соединение (мысленное или реальное) различных элементов объекта в единое целое (систему); метод научного исследования, состоящий в соединении разнообразных явлений, вещей, качеств, противоположностей или противоречивого множества в единство, в целое, в котором противоречия сглаживаются или снимаются. Противоположное понятие и научный метод – *анализ*.

**Синтетическая теория эволюции** – теория органической эволюции путём естественного отбора признаков, детерминированных генетически; эволюция, механизм которой состоит из двух частей: случайных мутаций на генетическом уровне (микроэволюция) и наследовании наиболее удачных с точки зрения приспособления к окружающей среде мутаций (макроэволюция), поскольку их носители выживают и оставляют потомство; эволюция, которая описывается формулой: *мутация – появление нового признака – борьба за существование – естественный отбор*.

**Синхронизация** (гр. *synchronismos*) – точное совпадение во времени двух или нескольких процессов или явлений; приведение ряда процессов или явлений к такому их протеканию, когда соответствующие элементы их совпадают одновременно или с неизменным (постоянным) сдвигом во времени.

**Синэкология** (гр. *syn* – вместе + *экология*) – раздел *экологии*, исследующий биотические сообщества и их взаимоотношения со средой обитания.

**Система** (гр. *systema* – целое, составленное из частей; соединение) – 1) множество элементов, находящихся в соотношениях и связях друг с другом и образующих определённую целостность, единство; 2) совокупность каких-либо элементов, единиц, объединяемых по общему признаку; 3) совокупность тел (объектов), мысленно или реально выделенных из окружающего пространства (мира). Выделяют системы материальные (системы живой и неживой природы, задаваемые *систематиками*) и абстрактные (понятия, гипотезы, теории, научные знания о системах, формализованные, логические и пр.). Системы исследуются с позиций *системного подхода*.

**Система органического мира** – глобальная система всех живых организмов биосферы, во всеобщей их связи и эволюции. Состоит из таксономических категорий – от подвидов до *царств природы*, высшие уровни которой следующие: надцарство прокариоты; царство бактерии; царство архибактерии; надцарство эукариоты; царство животные; подцарства простейшие, многоклеточные; царство грибы; царство растения.

**Система координат** – совокупность, состоящая из двух пересекающихся прямых (осей) на плоскости или трёх пересекающихся плоскостей в пространстве, позволяющая определять по отношению к ним положение точки, а следовательно, любой фигуры в пространстве. Различают системы координат: прямоугольную, косоугольную, полярную.

**Система отсчета** – *система координат*, связанная с физическим телом, по отношению к которому определяются положения других тел в разные моменты времени.

**Система счисления** – совокупность символов и правил написания чисел (см., например, *римские цифры*). В практике людей наибольшее распространение получила десятичная система счисления. В вычислительной (компьютерной) технике применяются также двоичная, восьмеричная и шестнадцатеричная системы счисления. Все указанные системы являются позиционными системами счисления.

**Систематика** (гр. *systematikos* – упорядоченный) – 1) наука и искусство систематизации; 2) классификация, группировка однородных, взаимосвязанных предметов и явлений по их общим признакам; 3) раздел в биологии, посвящённый описанию, обозначению и классификации по группам (*таксонам*) всех когда-либо существовавших организмов (см. *таксономия*), первую систематику в биологии дал шведский биолог Карл Линней в 1735 г.; 4) как примеры развитой систематики можно указать *Периодическую таблицу химических элементов Менделеева* и *Кристаллографическую систему Фёдорова*.

**Системный анализ** – построение обобщённой модели взаимосвязей в системе элементов для нахождения и принятия решения по исследуемой проблеме системного характера. Иногда употребляется как синоним *системного подхода*.

**Системный подход** – методологический принцип научного познания, состоящий в рассмотрении объектов как систем существующих в них многообразных типов связей.

**Скорость** – одна из основных кинематических характеристик движения материальных тел, численно равная величине пути, пройденному за единицу времени. Понятием скорости характеризуют также разнообразные процессы и явления (распространение звука, света (электромагнитной волны), химической реакции, тепла, элементарных частиц и их взаимодействий и т.д.).

**Скорость (темп) эволюции** – быстрота формообразования и вымирания систематических групп (*таксонов*), изменения структуры *генов* (ДНК, РНК) и *белков*, строения *органов*, ведущих к возникновению новых видов и их групп.

**Слабое взаимодействие** – фундаментальное взаимодействие, ответственное за бета-распад ядер, К-мезонов и других элементарных частиц, за взаимодействие нейтрино с веществом. Характеризуется рядом необычных свойств – нарушением (несохранением) некоторых квантовых характеристик частиц – четности, странности, «очарования» и др. Оно слабее, чем *сильное* и *электромагнитное взаимодействия*, но значительно превосходит *гравитационное взаимодействие*. В конце 1960-х создана единая теория слабого и электромагнитного взаимодействий в варианте так называемого *электрослабого взаимодействия*.

**Следствие** – то, что необходимо вытекает из чего-то другого (своего основания, например *причины*). См. также *причинность* (*причинно-следственная связь*).



**Слово** – слог или совокупность слогов, которые означают *понятие, представление* или какой-либо предмет. Объяснением значения слов занимается *семантика*, значения близких по смыслу слов – синонимика (см. *синоним*), происхождением слов – *этимология*.

**Случай** (гр. *thyche*) – наступление непредвиденного, непредполагаемого, непредсказуемого *события* и особенно не предусмотренное заранее совпадение его с другими событиями. Возникает в цепи непознанных или недостаточно познанных *причин и следствий*.

**Случайная величина** (в теории вероятностей) – величина, принимающая в зависимости от случайного исхода испытания те или иные значения с определёнными вероятностями. Под испытанием понимается общее название для таких понятий, как наблюдение, опыт, измерение и т.п., предполагается, что испытание можно повторять неограниченное число раз.

**Случайное событие** (в теории вероятностей) – *событие*, которое может с определённой долей вероятности в условиях испытания как произойти, так и не произойти; отдельный исход (результат) испытания. См. *случайная величина, случайный процесс*.

**Случайный процесс** – он же вероятностный, или стохастический, процесс изменения во времени состояния или характеристик некоторой системы под влиянием различных случайных факторов (например *броуновское движение, марковский процесс*).

**Событие** – (в философии) сосуществование, бытие совместно с другими; то, что случается, проявляется, итог какого-либо действия.

**Содержание** – 1) то, что наполняет форму и из чего она осуществляется; содержание понятия есть совокупность его признаков; 2) всеобщая характеристика ценности, значения какой-либо вещи.

**Созерцание** – непосредственное, зрительное восприятие предметов, сам процесс созерцания и его результат, созерцаемое; созерцание как восприятие вообще; эмпирическое, непонятийное, нерациональное постижение действительности.

**Созерцание формы** – *созерцание пространства и времени*, в котором упорядочиваются ощущения; суть данные рассудка, готовые формы чувственного созерцания, непосредственно постигаемого, в отличие от опосредованного познания, постижения через умозаключения дискурсивного рассудка.

**Сознание** – один из аспектов духовной жизни, совокупность чувственных и умственных образов, для которой характерно отчётливое знание того, что я являюсь тем, кто переживает эти образы (отсюда содержание сознания есть само переживание). Сознание может различаться по степени своей ясности и отчётливости. См. также *рассудок, разум*.

**Солитон** – структурно-устойчивая уединённая волна, распространяющаяся в нелинейной среде, которая может характеризоваться как частицеподобная волна, частица.

**Солнечная система** – состоит из Солнца, 8 планет, их спутников, малых планет (астероидов) и их осколков, комет и межпланетной среды. Размеры солнечной системы оцениваются радиусом около 30 млрд км или 1000 а.е. Солнце находится на периферии Галактики на расстоянии около 8 кпк (килопарсек) от

её центра, двигаясь вокруг него с линейной скоростью около 220 км/с. Возраст Солнечной системы оценивается в 4,6 млрд лет.

**Солнечно-земные связи** – влияние изменений солнечной активности (зависящей от числа пятен, вспышек, протуберанцев и др.) на земные процессы: возникновение магнитных бурь, изменение степени ионизации слоёв ионосферы (см. *геосферы*), влияние на урожай, эпидемии и пр. Обусловлены электромагнитными и корпускулярными солнечными излучениями и потоками, магнитным полем Солнца.

**Солнце** – центральное светило Солнечной системы, раскалённый плазменный шар, типичная звезда – жёлтый карлик спектрального класса G2. Источник солнечной энергии – термоядерные реакции синтеза гелия из водорода (дейтерия и лития).

**Сома** (гр. soma – тело) – тело организма; совокупность клеток многоклеточного организма, исключая половые (клетки зародышевой плазмы).

**Сообщество(а) организмов** – совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых видов в пределах некоторого естественно ограниченного объёма жизнепригодного пространства. Могут рассматриваться отдельно сообщества растений (фитоценоз), животных (зооценоз), микроорганизмов (микробиоценоз) и др. О сообществах иногда говорят как о *биоценозе* или биотическом сообществе. Синоним: *ценоз*.

**Соотношение неопределенностей** – см. *неопределенностей соотношение*.

**Состояние** (природных объектов и систем) – качественная и количественная характеристика множества их функциональных и интегративных реальных и потенциальных возможностей, множества их признаков, параметров в пространстве и времени (см., например, *стационарное состояние*).

**Существование** – существование в одно и то же время, в одном и том же месте.

**Софизм** (гр. sophisma – хитрая выдумка, уловка, головоломка) – видимость доказательства; ложное, по существу, умозаключение, формально кажущееся правильным, основанное на преднамеренном, сознательном нарушении правил логики.

**Сохранения законы** – физические законы, согласно которым численные значения некоторых физических величин не изменяются с течением времени в любых процессах и явлениях. Важнейшими законами сохранения являются законы: сохранения энергии, импульса, момента импульса, электрического заряда. Существуют также законы сохранения большинства квантовых чисел: спина, странности и др.

**Социобиология** (лат. soci(etas) – общество + биология) – междисциплинарное научное направление, изучающее биологические основы социального (общественного) поведения человека и животных, используя данные этологии, генетики, экологии, этнографии и др. Исследуя типы поведения, социобиология стремится установить их инварианты у человека и животных и другие аспекты биологического и общественного.

**Спектр** (лат. spectrum – образ, представление) – (в физике) совокупность всех значений какой-либо физической величины, характеризующих систему или процесс. Это может быть, например, спектр энергий системы, тогда он измеряется по их возрастанию, а каждая из энергий спектра называется уровнем

энергии. Различают дискретный и непрерывный спектры, характеризующиеся вспомогательными величинами.

**Специальная теория относительности** – см. *относительности теории*.

**Специфический** (лат. *specificus* – видоопределяющий, видовой) – относящийся к виду; свойственный только данному предмету, обособленный, отличительный.

**Спин** (англ. *spin* – вращение) – собственный (внутренний) момент импульса микрочастицы, имеющий квантовую природу и не связанный с движением микрочастицы как целого. Измеряется в единицах *постоянной Планка* и может быть как целым (0, 1, 2...), так и полуцелым (1/2, 3/2...).

**Спираль** (гр. *spira* – виток) – кривые, закручивающиеся либо вокруг точки на плоскости (например, архимедова спираль, образованная траекторией точки, движущейся с постоянной скоростью от центра окружности по радиусу, вращающемуся с постоянной угловой скоростью), либо вокруг оси (например, винтовая линия, образованная траекторией точки, равномерно вращающейся вокруг оси и одновременно перемещающейся с постоянной скоростью вдоль этой оси).

**Спиральность** (см. *спираль*) – особое *квантовое число*, характеризующее микроробъекты (элементарные частицы), движущиеся со скоростями, близкими или равными скорости света, именно проекция *спина* на направление движения. Может принимать отрицательное значение, если спин направлен против движения (левая спиральность), и положительное – если по движению (правая спиральность).

**Спиральные галактики** (S галактики) – один из основных (до 50%) типов *галактик*, массой до триллиона масс Солнца, а количеством звёзд до 100–150 млрд.

**Спонтанное нарушение симметрии** (лат. *spontanius* – добровольный, произвольный) – утрата какой-либо динамической системы (ферромагнетиком, сверхпроводником, мультиплетом тождественных элементарных частиц) локально неопределённой (лево-правой) симметрии, обуславливающей появление в указанной локальной области особых состояний системы (распад мультиплета на отдельные частицы, появление сверхпроводимости и т.д.).

**Спонтанность** (лат. *spontanius* – добровольный, произвольный) – самопроизвольность, самодвижение, вызванное внутренними факторами. Спонтанный – возникающий вследствие внутренних причин, без непосредственного действия извне (например распад радиоактивных ядер).

**Среда** – 1) окружающий мир; 2) (в биологии) все тела и явления (природные и антропогенные), с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях, так называемая среда обитания, жизненная среда, экологическая среда; 3) окружение, совокупность природных условий, в которых протекает деятельность человека.

**Стабилизация** (лат. *stabilis* – устойчивый) – приведение в устойчивое состояние; состояние устойчивости, постоянства.

**Стадия** (гр. *stadion* – *стадий* – мера длины у древних греков, равная 185–195 м) – период, *ступень, этап в развитии* чего-либо, имеющие свои качественные особенности.

**Становление** – переход от одной определённости бытия к другой. Всё существующее является становящимся, а его бытие есть становление.

**Статика** (гр. *statikos* – приводящий к покою) – раздел механики, изучающий равновесие тел под действием сил; состояние покоя.

**Статистика** (нем. *Statistik*, лат. *status* – состояние) – наука, изучающая количественные показатели явлений и процессов в области естествознания и обществоведения. Истинность результатов пропорциональна числу наблюдаемых единичных случаев.

**Статистические законы** (см. *статистика*) – законы средних величин, действующие в области массовых явлений, например, в микромире действуют статистические, а не *каузальные* (причинно обусловленные) законы.

**Стационарное состояние** (лат. *stationaris* – неподвижный + *состояние*) – состояние физической (например термодинамической) системы, в которой некоторые физические величины, характеризующие её и происходящие в ней процессы, остаются с течением времени постоянными; от равновесного состояния отличается тем, что в объёме системы происходят односторонние процессы (например, теплопроводность, диффузия), причём температура, плотность и скорость течения в различных местах объёма могут быть различными, но не изменяются с течением времени. Если эти величины изменяются медленно, то состояние называется квазистационарным. В квантовой механике стационарным называется состояние с определённой, не меняющейся со временем, энергией.

**Стационарные вероятностные процессы** – класс вероятностных процессов, таких, что некоторый случайный (вероятностный) процесс называется стационарным, если все его вероятностные характеристики не меняются с течением времени, а совместное распределение его величин в разные моменты времени зависит только от разности этих моментов времени, но не от положения этого промежутка на оси времени.

**Стимул** (лат. *stimulus*, *букв.* остроконечная палка, которой погоняли животных; побудительная причина) – побуждение к действию, возбуждение.

**Стихии** (гр. *stoicheion* – первоначало, элемент) – в античной натурфилософии – первовещества, основные элементы природы, такие, например, как вода, огонь, воздух, земля, позднее эфир (квинтэссенция – *букв.* пятая сущность). Примерно такие же стихии выделялись в древнекитайской философии и других.

**Стохастический** (гр. *stochastikos* – умеющий угадывать) – *случайный, вероятностный*.

**Стратосфера** (лат. *stratum* – слой + *сфера*) – одна из *геосфер*, слой атмосферы, лежащий над тропосферой от 8–10 км в высоких широтах и от 16–18 км вблизи экватора до 50–55 км. Характеризуется повышением температуры от минусовых значений до близких к нулю (по Цельсию) и повышенным содержанием озона.

**Структура** (лат. *structura* – строение, расположение, порядок) – взаиморасположение и связь составных частей чего-либо; совокупность устойчивых связей объекта (с другими объектами), обеспечивающая его целостность. В физике и химии можно указать на структуры атомов, молекул, жидкостей, твёрдых тел и т.д.

**Степень** – одно из понятий всякой эволюционной теории, обозначающее отрезок в процессе развития, который характеризуется каким-то изменением,

иным состоянием. Такие ступени имеются как в индивидуальном, так и в общем развитии (*онтогенез, филогенез, биогеоз*).

**Субстанция** (лат. *substantia* – сущность; то, что лежит в основе) – в обычном понимании синоним материи, вещества; в философском смысле – нечто неизменное, то, что существует благодаря себе и в самом себе; в естественнонаучном современном смысле – только формальное понятие, имеющее смысл носителя явления.

**Субстрат** (лат. *substratum* – подкладка, подстилка, основа) – в широком смысле – общая материальная основа всех процессов и явлений, основание, носитель, *субстанция*; (в биологии) опорный компонент, в т.ч. питательная среда, на которой обитают животные, растения и микроорганизмы.

**Субъект** (лат. *subjectum* – лежащий внизу, находящийся в основе) – первоначально, ещё у Аристотеля, понятие, эквивалентное субстанции, с середины XVII века приобретает современный смысл, как обозначение психолого-теоретико-познавательного «Я», индивида, противопоставляемого предмету, объекту. Выступает в этом качестве как «субъект познания», «субъект действия»; человек, как носитель каких-либо свойств.

**Суждение** – в логике высказывание, выраженное в форме предложения, с помощью которого связываются два понятия, происходит выкристаллизация мысли.

**Сукцессия** (лат. *successio* – преемственность) – последовательно; в биологии последовательная смена одних экосистем (биоценозов, фитоценозов и др.) другими. Длительность такой сукцессии составляет от нескольких тысяч до миллионов лет.

**Суперпозиция** (лат. *super* – сверху, над + позиция) – наложение друг на друга.

**Суперпозиции принцип** – действующий в физике (в электродинамике, квантовой механике) принцип наложения полей, суть которого состоит в том, что если есть два независимых поля, то можно осуществить и поле, равное сумме этих двух полей. Принцип верен в тех случаях, когда поля имеют линейный характер.

**Сущее** – многообразие, в котором *бытие* является идентичным. «Сущее и бытие различаются так же, как различаются истинное и истина, действительное и действительность, реальное и реальность. То, что истинно, очень много, но само истинное бытие в этом многом одно и то же... Действительное многообразно, но в нём одна действительность, идентичный модус бытия» (Николай Гартман, немецкий философ). Сущее есть то, что есть; оно не идентично данному, так как охватывает также и неданное.

**Сущность** – то, что составляет суть вещи, совокупность её существенных свойств, субстанциональное ядро самостоятельно существующего *сущего*.

**Схема** (гр. *schema* – наружный вид) – фигура, форма, набросок, образец, обобщённый образ.

**Сходимость** – (в математике) понятие, означающее, что некоторая последовательность имеет предел.

**Сциентизм** (лат. *scientia* – наука) – абсолютизация роли науки в системе культуры, в идейной жизни общества, когда в качестве образца берутся естест-

венные науки (особенно, физика – физикализация, *физикализм* всего), математика (математизация всего).

**Счётное множество** – бесконечное множество, все элементы которого можно занумеровать натуральными числами, т.е. множество, эквивалентное натуральному ряду.

**Таксон(ы)** (гр. *taxare* – оценивать) – группа дискретных объектов, связанных той или иной степенью общности свойств и признаков, дающая основание для присвоения *таксономической категории*, ранга, систематической категории. Система таксономических категорий дает полное описание иерархического строения систематики растений, животных и т.д.

**Таксономические категории** (см. *таксон*) – соподчинённые друг другу категории, лежащие в основе системы классификации объектов органического мира – вид, род, семейство, порядок (отряд), класс, отдел (тип). Сходные виды объединяются в роды, близкие роды – в семейства, семейства с тесными эволюционными связями объединяются в порядки (отряды), порядки (отряды) – в классы, классы – в отделы (типы), отделы (типы) группируются в подцарства, царства и надцарства. Такая система таксономических категорий (см. *система органического мира, систематика*) отражает преемственность и ступени эволюционного развития органического мира.

**Таксономия** (гр. *taxis* – расположение, строй, порядок и *nomos* – закон) – теория классификации и систематизации сложноорганизованных областей действительности, имеющих обычно иерархическое строение (соподчинённость) (например органический мир, объекты географии, геологии и т.д.). В биологии, где впервые этот термин появился в 1813 г. благодаря швейцарскому ботанику О. Декандолу, таксономия есть раздел систематики, учение о соподчинении *таксономических категорий* – от *видов* до *царств, надцарств*.

**Тахионы** (гр. *tachys* – быстрый, скорый) – гипотетические частицы (гипотеза физиков американского – Судершана и советского – Терлецкого), движущиеся со скоростью больше скорости света в вакууме; экспериментально не установлены.

**Тезаурус** (гр. *thesauros* – запас) – словарь, в котором наиболее полно представлены все слова языка с исчерпывающим перечнем примеров их употребления в текстах; систематизированный набор данных о какой-либо области знания.

**Тезис (теза)** (гр. *thesis* – основополагающее положение) – утверждение, положение; (в логике) утверждение, требующее доказательства. Антитеза, анти-тезис – противоположение, утверждение противоположного.

**Теизм** (гр. *theos* – Бог) – вера в единого, индивидуального, самосознющего и самодействующего Бога, существующего вне и над миром, Бога творца, хранителя и властителя мира.

**Тектоника** (гр. *tektonike* – строительное искусство) – раздел геологии, изучающий структуру, динамику, деформации какого-либо участка земной коры и верхней мантии Земли.

**Телекинез** (гр. *tele* – вдаль, далеко + *kinetikos* – приводящий в движение) – перемещение материальных объектов посредством мысленного воздействия человека. Научно пока не доказан.

**Телеология** (гр. telos – конец, цель, завершение + *логия*) – учение о цели или целесообразности; рассмотрение вещей только с точки зрения целесообразности.

**Телепатия** (гр. tele – вдале, далеко и pathos – чувство) – передача мыслей и чувств на расстоянии без посредства органов чувств. Научно пока не доказана.

**Темп** (итал. tempo, лат. tempus – время) – степень быстроты движения, осуществления, интенсивность развития чего-либо; ощущение течения времени.

**Температура** (лат. temperatura – надлежащее смешение, нормальное состояние) – физическая величина, характеризующая различные состояния *термодинамических систем*. Основой для точного определения температуры и выбора способа ее измерения служат термодинамические свойства идеализированных тел или совершаемые ими процессы.

**Темпоральность** – характеристика скорости протекания (течения) времени.

**Тенденция** (нем. Tendenz, лат. tendere – стремиться к чему-нибудь, направляться; направленность) – направление, в котором совершается развитие какого-либо явления, намерение, стремление, цель; тенденциозный – содержащий тенденцию с предвзятой, навязываемой идеей.

**Теология** (гр. theologia) – богословие, учение о Боге. В узком смысле – система догм христианского вероучения. По существу, теология находится в оппозиции к *метафизике*, поскольку она также высказывается о сущности мира и человека.

**Теорема** (гр. theorema – представление, зрелище, theoreo – рассматриваю) – утверждение, устанавливаемое при помощи доказательства (в противоположность *аксиоме*). Теорема обычно состоит из условий и заключения; научное положение.

**Теорема Нётер** – см. *Нётер теорема*.

**Теоремы Гёделя о неполноте** – две теоремы австрийского логика и математика Курта Гёделя, сформулированные и доказанные им в 1931 г.: 1) о неполноте формальных (арифметических) систем тех или иных положений (аксиом); 2) о невозможности доказать непротиворечивость формальной системы средствами (языком) самой системы, без привлечения *метаязыка*. Выводы теорем получили общенаучное значение в виде утверждения: невозможно сформулировать, построить, предложить единую целостную непротиворечивую методологию (систему) какой-либо научной области знаний, используя фактологию и понятийные средства данной области знаний. Попытка доказать данное положение выходом на метаязык, предпринятая А. Тарским, успеха не принесла.

**Теоретический** (гр. theoria – наблюдение, исследование) – относящийся к познанию, совершаемому с помощью понятийного мышления (см. *теория*.)

**Теория** (гр. theoria – наблюдение, исследование) – система основных идей той или иной отрасли знания. Форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существующих связях действительности. Критерий истинности и основа развития теории – практика.

**Теория вероятностей** – математическая дисциплина, изучающая закономерности случайных явлений.

**Теория игр** – теория выбора наиболее выгодного поведения при столкновении противоречивых интересов. Возникла из широко известных игр – шахмат, шашек, карточных игр и др. Применяется в теориях принятия решений.

**Теория информации** – раздел кибернетики, рассматривающий общие закономерности передачи информации.

**Теория катастроф** – 1) (в математике, в теории управления) теория систем, управляемых нелинейными процессами, процессами, в которых результаты не пропорциональны приложенным усилиям, так что нарушены линейные причинно-следственные связи. Теория сформулирована в конце 1960-х годов французским математиком Рене Томом и русским математиком Владимиром Арнольдом; 2) (в биологии) объяснение исторических (по геологическим периодам) смен форм живых организмов глобальными катастрофами и следующими за ними актами нового «божественного творения». Такая теория была предложена французским зоологом и палеонтологом Жоржем Кювье, в которой отрицались преемственность в истории развития жизни и идеи эволюции сложного от простого.

**Теория познания** (*гносеология, эпистемология*) – часть учения о познании, которая изучает закономерности и возможности познания, отношения знания к объективной реальности, ступени и формы процесса познания, условия и критерии его достоверности и истинности. Включает в себя также *метафизику* познания, которая исследует сущность познания, исходя большей частью из возможностей познания, заключенной в бытии познающего и познаваемого. В XIX и XX вв. в теории познания появилось множество направлений: эмпиризм, эмпириокритицизм, идеализм, феноменализм, критицизм, позитивизм, прагматизм, реализм, сенсуализм, скептицизм.

**Теория происхождения видов** или десцендентная (лат. *descendere* – спускаться) теория – учение, объясняющее многообразие существующих в настоящее время видов живых организмов посредством происхождения последних или из одного правила (монофилетическая, однокорневая теория происхождения видов), или из нескольких (полифилетическая, многокорневая теория происхождения видов). Существенные достижения в этой области принадлежат Бюффону, Ламарку, Эразму Дарвину, но особенно Кювье, Чарлзу Дарвину, Уоллесу, Менделю и их последователям.

**Термин** (лат. *terminus* – предел, граница) – слово или сочетание слов, обозначающее специальное понятие, употребляемое в науке, технике, искусстве.

**Терминология** (см. *термин*) – специальный язык, совокупность специальных искусственных знаков и символов, употребляемых в науке и искусстве.

**Термодинамика** (*thermos* – тёплый + *динамика*) – наука о физических свойствах объектов, которые состоят из очень большого числа беспорядочно движущихся частиц, об их различных состояниях и о процессах, в которых они участвуют. Важнейшее значение в термодинамике играет такая физическая величина, как *температура*, а среди процессов – взаимопревращения тепловой и механической энергий.

**Термодинамика неравновесных процессов (открытых систем)** – один из наиболее важных разделов современной термодинамики, поскольку результаты исследования могут быть приложимы для изучения особенностей процессов, протекающих в живых организмах. Получила развитие в работах бельгийского физикохимика русского происхождения Ильи Пригожина в виде так называемой теории диссипативных структур, дополняющей определённым образом *синергетику* Германа Хакена.



**Термодинамическая система** – физический объект из очень большого числа частиц (атомов, молекул), которые совершают хаотические тепловые движения, вследствие чего главной характеристикой её состояния является *температура*. Простейшей термодинамической системой является идеальный газ, между частицами которого нет сил взаимодействий. Важнейшим свойством рассматриваемых систем является самопроизвольный переход из различных неравновесных состояний в определённое равновесное состояние (по причине действия внутренних процессов).

**Термоядерная реакция** – реакция слияния (синтеза) лёгких ядер в более тяжёлые, происходящие при температурах выше 10 млн градусов. Играет исключительно высокую роль в звёздах как источник энергии.

**Тестостерон** (лат. testiculus – мужское яичко) – гормон мужских половых желез (андроген), обуславливающий формирование мужских половых органов и вторичных половых признаков; по химической природе относится к стероидам (близок к холестерину). Имеет широкое использование в медицине.

**Тимин**, он же метилурацил – *пиримидиновое основание*, содержащееся во всех организмах в составе ДНК. Одна из 4 «букв» *генетического кода* – Т.

**Тип** (гр. typos – отпечаток, форма, образец) – 1) форма, которая составляет основу ряда родственных индивидов; образец, модель для группы предметов; форма чего-либо; 2) (в биологии) одна из высших *таксономических категорий*, или *таксонов*, объединяющая *классы*.

**Типы нервной системы (по Павлову)** – совокупность врождённых или приобретённых индивидуальных свойств нервной системы. Русский физиолог Иван Павлов выделил 4 главных типа нервной системы: 1) сильный неуравновешенный; 2) сильный уравновешенный инертный; 3) сильный уравновешенный подвижный; 4) слабый.

**Ткань(и)** – (в биологии) совокупность клеток (сходных по строению, происхождению, функциям) и межклеточного вещества. Ткани животных – эпителиальная (покрывающая поверхность кожи, выстилающая полости организма и др.), мышечная, соединительная и нервная, ткани растений – образовательная, основная, защитная и проводящая.

**Тождества закон** – (в логике) закон, согласно которому в процессе рассуждения любая законченная мысль (суждение, выражение) должна употребляться в одном и том же значении.

**Тождество** – равенство (числовое, алгебраическое, аналитическое), справедливое во всех точках области или при всех допустимых значениях переменных (ср. *идентичность*).

**Толерантность** (лат. tolerantia – терпение) – 1) терпимость к иного рода взглядам, нравам, привычкам; 2) способность организма переносить неблагоприятное влияние некоторых экологических факторов; 3) полное или частичное отсутствие *иммунологической реакции* – потеря организмом способности вырабатывать *антитела*.

**Толкование** – объяснение или интерпретация чего-либо прежде неизвестного путём умозрительного анализа сути явления, факта, процесса.

**Топология** (topos – место + логия) – математическая дисциплина, изучающая такие свойства фигур, которые не изменяются при любых деформациях,

производимых без разрывов и склеиваний (математики говорят – при взаимно однозначных и непрерывных преобразованиях) – это и есть топологические свойства. Примерами топологических свойств фигур могут быть их размерность, число кривых, ограничивающих данную область и др. Имеют одинаковые топологические свойства, например, окружность, эллипс, контур квадрата, но не кольцо и круг, различающиеся числом контуров.

**Тотальность** (totalis – целый, полный) – то же, что целостность, всеобъемлемость, всеобщность, всеохватность.

**Точка** – основное, неопределяемое понятие геометрии, место, не имеющее измерения, граница отрезка прямой.

**Траектория** (гр. trajectus – передвижение) – линия, которая описывается движущимся точечным телом (фактически *точкой*) относительно данной системы отсчёта.

**Транскрипция** (лат. transcriptio – переписывание) – (в биологии) *биосинтез* молекул РНК на соответствующих участках ДНК как первый этап реализации генетической информации в клетке, в процессе которого последовательность *нуклеотидов* ДНК «переписывается» в нуклеотидную последовательность информационной матричной РНК (иРНК) – происходит «считывание» *генетического кода*. При полном формировании молекула иРНК переходит из ядра в *цитоплазму* и прикрепляется к одной из рибосом, становясь матрицей для биосинтеза специфических белков – процесса *трансляции*.

**Транслокация** (транс – *сквозь, через, за* + локация – *размещение*) – тип хромосомной перестройки (*мутации*), заключающийся в переносе участка *хромосомы* в другое место, или обмене участками двух или более хромосом.

**Трансляция** (лат. translatio – передача) – (в биологии) *синтез белков* путём «сбора» *аминокислот* в последовательности, записанной в *генетическом коде* на иРНК. Доставка аминокислот осуществляется транспортными РНК (тРНК).

**Транспозиция** (лат. transpositio – перестановка) – перестановка, перемещающая только два символа, два элемента, например, 123 переходит в 213.

**Транспортная РНК (тРНК)** (лат. transportare – перемещаю) – одноцепочечная РНК, имеющая сложную трёхмерную форму, созданную внутримолекулярными водородными связями, «способная» читать *генетический код*, выбирает специфическую аминокислоту и доставляет её в рибосомы, где аминокислоты соединяются в белки переносимой информационной РНК, т.е. происходит *трансляция*.

**Трансформация** (лат. transformatio – превращение, преобразование) – превращение, преобразование; (в биологии) изменение наследственных свойств *клетки* в результате проникновения или искусственного привнесения в неё чужеродной ДНК.

**Трансформизм** (см. *трансформация*) – учение в биологии об изменениях и превращениях форм организмов, более исторически поздних от предшествующих. Развивалось французскими биологами Ж. Бюффеном, Э. Жоффруа Сент-Элером в XVIII–XIX вв.

**Трансцендентальный** (лат. transcendens – выходящий за пределы) – то, что возвышается над всеми категориями и родовыми понятиями; свойство основных определений (трансценденталий) сущего, их шесть: вещь, сущее, истина,

добро, нечто, единое; у Канта – априорные формы познания, организующие опытные данные.

**Трансцендентный** – запредельный по отношению к чему-либо, к какой-либо определённой сфере, к миру в целом, противоположность *имманентного*.

**Третье начало термодинамики (Нернста теорема)** – указывает на поведение энтропии вблизи абсолютного нуля: при стремлении температуры к абсолютному нулю энтропия всех тел также стремится к нулю.

**Триада** (гр. *trias* – троица) – философский термин, означающий тройственный ритм движения, бытия и мышления; у Гегеля трёхступенчатость, три стадии, характеризующие диалектическое развитие: тезис (исходный момент), антитезис (переход в противоположность, отрицание), синтез противоположностей в новом единстве (отрицание отрицания).

**Тропосфера** (гр. *tropos* – поворот + *сфера*) – одна из *геосфер*, нижний слой атмосферы толщиной от 10 до 18 км, в котором содержится около 80% всей массы атмосферы, почти весь водяной пар, развиваются облака, а температура убывает с высотой; выше следующий слой – *стратосфера*.

**Трофические цепи** – то же, что *пищевые цепи*.

**Туманности галактические** – протяжённые облака разреженного газа, обычно с примесью пылевых частиц, в межзвёздном пространстве. Различают планетарные, диффузные, тёмные и отражательные туманности.

**Туннельный эффект** (англ. *tunnel*) – явление в микромире, в простейшем варианте состоит в том, что частица (микрообъект), первоначально локализованная по одну сторону потенциального барьера (области, где её полная энергия меньше величины потенциального барьера и барьер непреодолим по классическим представлениям), может с отличной от нуля вероятностью проникнуть через барьер и быть обнаруженной по другую его сторону. Туннельный эффект – явление существенно квантовой природы, объясняется в конечном итоге соотношением *неопределённостей*.

**Тяготение** – в классической физике действующая между любыми телами сила притяжения, определяемая *массами* и убывающая обратно пропорционально квадрату расстояния между ними (*закон всемирного тяготения Ньютона*). Согласно общей *теории относительности* (ОТО) Эйнштейна, тяготение обусловлено искривлением пространства, возникающим из-за наличия масс, которые создают само это пространство.

**Углеродное датирование** – основано на радиоактивном распаде изотопа углерода-14 и используется в археологии и в других случаях. Процедура эта такова. В верхних слоях атмосферы азот под действием космических лучей превращается в углерод-14. Содержание в атмосфере этого изотопа по отношению к обычному (не радиоактивному) углероду-12 было постоянным, пока не началась промышленная революция и в атмосферу не стали выбрасываться огромные количества продуктов сгорания ископаемого топлива. Это означает, что все углеродсодержащие предметы, такие, как дерево или бумага, изначально содержали такое же количество углерода-14, какое присутствовало в то время в атмосфере. Однако углерод-14 распадается, вновь превращаясь в азот, с периодом полураспада 5568 лет, и его содержание в предметах уменьшается. Таким образом, измеряя количество углерода-14 в предмете, можно определить время его изготовле-

ния с точностью до 200 лет. Именно этим способом был определён возраст таких археологических находок, как свитки Мёртвого моря и Туринская плащаница.

**Ударная волна** – то же, что скачок уплотнения – распространяющаяся со сверхзвуковой скоростью тонкая переходная область, в которой происходит резкое увеличение плотности, давления и скорости вещества. Ударная волна возникает при взрывах, сверхзвуковых движениях тел (реактивные самолеты, ракеты), мощных электрических разрядах (молнии) и т.д.

**Ультразвук** (лат. *ultra* – далее, более, сверх + звук) – звуковые колебания с частотами выше 20 тыс. герц. Естественно существует в природе в шуме ветра, волн на поверхности моря, издаётся некоторыми животными (дельфинами, летучими мышами и пр.), находит применение в медицине, навигации и т.д.

**Ум** (в древнегреческом языке – *нус*, в латинском – *интеллект*) – способность мышления и понимания. В истории философии – то же, что *разум*, *дух*.

**Умозаключение** – формально-логический приём, состоящий в мысленном выводе из нескольких суждений, предпосылок или посылок одного суждения – вывода.

**Универсум** (лат. *universum, summa rerum*) – единая Вселенная; «мир как целое» или «всё сущее».

**Универсализм** (от лат. *universalis* – общий) – всесторонность, многосторонность, всеохватывающее значение; стремление к целостности, форма мышления, которая рассматривает *универсум* как целое и из него пытается объяснить, понять и вывести единичное (Платон, Аристотель, Фома Аквинский, Гегель).

**Универсальный** (лат. *universalis* – общий) – всеобщий, всеохватывающий, разносторонний, относящийся к *универсуму*.

**Унитарный** (фр. *unitaire*, лат. *unitas* – единство) – единый, объединённый, составляющий одно целое.

**Унитарная симметрия** (фр. *unitaire*, лат. *unitas* – единство) – приближенная *симметрия сильных (ядерных) взаимодействий* элементарных частиц, отражающая существование общих свойств у групп сильновзаимодействующих частиц. Послужила основанием к *систематике* элементарных частиц и привела в конечном итоге к возникновению *квантовой хромодинамики*, предсказанию *кварков* и *глюонов*.

**Унифицировать, унификация** (лат. *unio* – единство + *facere* – делать) – приводить к единой системе, норме, к единообразию.

**Упорядоченность** – любое проявление порядка, регулярности, симметрии, соразмерности, гармонии безотносительно к системным свойствам рассматриваемого объекта, структуры.

**Управление** – функция организованных систем различной природы (биологических, технических, социальных), обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализации их программ.

**Управляемый термоядерный синтез** – контролируемое протекание синтеза лёгких ядер (ядер дейтерия, трития) в ядра гелия с целью производства энергии (неконтролируемый синтез осуществляется в водородной бомбе). Технического решения пока нет.

**Урацил** – *пиримидиновое основание*, содержащееся во всех живых организмах в составе *нуклеотидов* и *рибонуклеиновых кислот (РНК)*. Одна из 4 «букв» *генетического кода* – У (в ДНК вместо урацила – *тимин (Т)*).

**Уровень организации** (жизни, живого) – функциональное местоположение какого-либо биологического объекта в общей *систематике* живого. Обычно выделяют 6 уровней организации (от простого к сложному, по структуре): молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-видовой, биоценотический, биосферный.

**Уровень трофический** (лат. *trophe* – питание) – совокупность организмов, получающих преобразованную в пищу солнечную энергию и энергию химических реакций (от *автотрофов*) через посредников *пищевой цепи*: 1 уровень – *продуценты*, 2 – первичные *консументы* (растительные организмы), 3 – вторичные консументы (*хищники*) и *паразиты* первичных консументов, 4 – вторичные хищники, паразиты вторичных консументов и надпаразиты первичных консументов, 5 – надпаразиты высоких порядков.

**Ускорение** – векторная кинематическая характеристика движения точки (тела), характеризующая изменение её *скорости* и равная приращению скорости за единицу времени. Для движения тел вблизи поверхности Земли определяющее значение играет ускорение свободного падения (иначе ускорение силы тяжести).

**Ускорение свободного падения (ускорение силы тяжести)** – ускорение, которое имеет центр силы тяжести любого тела по падении его на Землю с небольшой высоты в свободном от атмосферных газов (безвоздушном) пространстве.

**Условие** – то, от чего зависит нечто другое (обусловленное), что делает возможным наличие вещи, состояния, процесса, в отличие от *причины*, которая с необходимостью, неизбежностью порождает что-либо (действие, результат действия), и от *основания*, которое является логическим условием следствия.

**Устойчивость** – 1) в широком смысле слова – постоянство, пребывание в одном состоянии; противоположность – *изменение*; 2) свойство тела, системы или конструкции сохранять соответствующее какому-либо воздействию первоначальное состояние.

**Условные рефлексы** (временные связи) – *рефлексы*, вырабатываемые при жизни организма в определённых условиях; формируются на основе *безусловных рефлексов*, образуются, когда действие какого-либо агента совпадает с действием раздражителя, вызывающего безусловный рефлекс, и закрепляются при повторениях.

**Утверждение** – положение, мысль, которой доказывают что-нибудь.

**Утилизация** (лат. *utilis* – полезный) – использование для переработки, например, использование отходов производства и домашнего хозяйства.

**Учение** – совокупность теоретических положений о какой-либо области явлений действительности (например, учение о познании (*теория познания*), методе, порядке, *эволюционное учение* и др.); система воззрений учёного, мыслителя.

**Учение эволюционное** – комплекс положений об историческом развитии живой природы, основой которого служит *утверждение*, что все ныне существующие организмы произошли от ранее существовавших путём длительного их изменения под действием внешних и внутренних факторов. Первые идеи эволюционизма живой природы зародились в античные времена, были развиты Ж. Ламарком и особенно Чарлзом Дарвином.

**Фаг(и)** – то же, что и *бактериофаги*.

**Фагоцитоз** (греч. phagos – пожиратель + kytos – сосуд, клетка) – активный захват и поглощение живых клеток и неживых частиц одноклеточными организмами или особыми клетками многоклеточных организмов – фагоцитами (способными захватывать и переваривать посторонние тела, в частности микробов). Фагоцитоз – одна из защитных реакций организма, главным образом при воспалительных процессах. Явление открыл великий русский биолог и патолог Илья Мечников в 1883 г.

**Фаза(ы)** (гр. phasis – появление) – 1) ступени развития и изменения чего-либо, этапы, отрезки непрерывного процесса развития; 2) (в биологии) одно из качественно различных состояний развивающейся природной системы, например, для насекомого череда превращений: яйцо, личинка, куколка, взрослое насекомое (имаго); 3) (в физике) это фазы вещества, колебаний, сплава, электрического тока и т.д.

**Фазовое пространство** (см. *фаза*) – пространство (по существу математическое) всех координат и импульсов некоторой физической системы, такое, что определённое состояние этой системы в какой-то момент времени изображается в этом пространстве точкой, а последовательность меняющихся состояний – фазовой *траекторией*. Представления о фазовых пространствах служат хорошей основой для построения теорий систем многих частиц, будь то классических или квантовых.

**Факт** (лат. factum – сделанное) – 1) событие, явление; твёрдо установленное знание, данное в опыте, достоверность которого доказана; 2) действительность, реальность, то, что объективно существует; 3) сделанное, совершившееся.

**Фактор(ы)** (лат. factor – делающий, производящий) – 1) причина, движущая сила какого-либо явления, процесса, определяющая его характер или его отдельные черты; 2) момент, существенное обстоятельство в каком-либо процессе, явлении.

**Факультативный** (фр. facultatif, facultas – способность, возможность) – возможный, необязательный, представляемый на выбор.

**Фальсификация** (лат. falsificare – подделывать) – 1) подделывание чего-либо; искажение, подмена подлинного ложным, мнимым; 2) подделка.

**Фальсификации принцип** (см. *фальсификация*) – принцип (критерий) распознаваемости научного знания, научной истины, предположенный английским философом Карлом Поппером. Критерием научности теории является её фальсифицируемость или опровержимость. Если какое-либо учение построено так, что в состоянии истолковывать любые факты (астрология, теология и т.д.), т.е. учение неопровержимо в принципе, то оно не может претендовать на статус научного.

**Фантом(ы)** (фр. fantome, гр. phantasma – призрак) – 1) призрак, приведение, причудливое явление; 2) воображаемое, мнимое; 3) непознанное, предполагаемое существующим в реальности; недоказанное, но и неопровергнутое.

**Фатальный** (лат. fatalis – роковой) – неотвратимый, неизбежный, роковой.

**Фауна** (лат. fauna) – 1) в древнеримской мифологии богиня полей и лесов, покровительница пасущегося скота; 2) (в биологии) эволюционно сложившаяся совокупность всех видов животных какой-либо местности или геологического периода.

**Феномен** (гр. phainomenon – являющееся) – 1) явление, данное нам в опыте чувственного познания, в отличие от ноумена (у Канта – непознаваемая «вещь

в себе»), постигаемого *разумом* и составляющего основу, сущность феномена; 2) редкое, необычное явление, факт или исключительный в каком-либо отношении человек.

**Феноменология** (см. *феномен*) – учение о феноменах, описание и классификация предметов какой-либо отрасли научного знания.

**Фенотип** (гр. *phainon* – являющийся + *typos* – отпечаток) – совокупность всех свойств и признаков организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития (*онтогенеза*), в отличие от его наследственных свойств, его *генотипа*.

**Ферментативный катализ** (лат. *fermentum* – закваска + катализ) – он же *биокатализ*, ускорение химических реакций в живых клетках специальными белками – *ферментами*.

**Ферментация** (лат. *fermentare* – вызывать брожение) – биохимический процесс переработки сырья, протекающий под воздействием ферментов, вырабатываемых соответствующими видами микроорганизмов.

**Ферменты** (лат. *fermentum* – закваска) – иначе *энзимы*, *биокатализаторы*, сложное органическое вещество белковой природы, содержащееся в животных и растительных организмах и в миллионы раз ускоряющее химические процессы в них.

**Фидеизм** (лат. *fides* – вера) – мировоззрение, утверждающее *примат* веры над *разумом* и основывающееся на убеждении в истинах откровения; фактически сводится к отказу от пользования разумом.

**Физика** (гр. *physike, physis* – природа) – наука, изучающая наиболее общие свойства материального мира, а именно: существующие формы материи и её строение (атомы, молекулы, ядра, элементарные частицы, кристаллы, жидкости и пр.), взаимодействия и движения различных форм материи (электромагнитные, гравитационные, ядерные, слабые взаимодействия и многие другие процессы). Существенным фактором физики является пользование математикой. (См. *физическая картина мира*).

**Физикализм** (см. *физика*) – философский взгляд, полагающий, что всё реально, действительно существующее может быть объяснено при помощи понятий физики, в противном случае оно бессмысленно.

**Физико-химическая биология** – междисциплинарная наука, изучающая физические и химические основы жизнедеятельности организмов. Включает в себя биохимию, биофизику, молекулярную биологию и биоорганическую химию.

**Физическая картина мира** – представление об универсуме, о мире и его процессах, выработанное физикой на основе эмпирического и теоретического познания. В физической картине мира отражается господствующая на тот или иной исторический момент физическая парадигма: в античное время это геоцентризм (геоцентризм Птолемея как высшая его теоретическая форма) и сменивший его в XVI–XVII вв. гелиоцентризм и механицизм Галилея–Ньютона, в начале XX в. атомизм, позднее – динамизм и энергетизм, в последние годы XX в. – неразрывность пространственно-временного многообразия (искривлённого пространственно-временного континуума – наиболее полно выражено в общей теории относительности) и корпускулярно-волновых свойств материи

(наиболее полно выражено в *квантовой механике* и в *квантовой хромодинамике*). Физическая картина постепенно утрачивала наглядный, модельный вид, качественные различия всё более сводились к количественным, так что современная физическая картина мира состоит из недоступных наблюдению уравнений, значение которых трудно для понимания «непосвящённым», она не является более «картиной». Прежде всего стало совершенно абстрактным понятие материальной действительности, так что, согласно Планку, прогрессирующее удаление физической «картины» мира от мира чувственного означает не что иное, как увеличивающееся приближение к реальной действительности (от ранее идеальной абсолютизированной), к физическому миру, трансцендентному по отношению к переживаниям. (См. также *причинно-механическая картина мира*.)

**Физические мировые константы** – см. *константы мировые*.

**Физический** (гр. *physis* – природа) – природный, телесный, в противоположность психическому – духовному.

**Филогенез** (гр. *phyle* – род, племя и *генез*) – процесс исторического развития организмов, их видов, родов, семейств, отрядов, классов, типов. Филогенез следует рассматривать в единстве и взаимообусловленности с индивидуальным развитием организмов (онтогенезом). Филогенетический – относящийся к процессу исторического развития мира живых организмов как в целом, так и отдельных, вышеуказанных групп.

**Философ** (гр. *philosophos* – друг мудрости) – первоначально так назывался человек, занимающийся исследованием, позднее так стали называть человека, стремящегося к окончательной, всеобъемлющей ясности и истинности. Философ стремится к исследованию истины во имя самой истины, выражает её в понятиях, а не образах или символах; он рассматривает вещи согласно их сущности. Философ не является и собственно учёным, ибо его взгляды есть результаты не только применения его метода и согласованности с опытом, но и результаты присущей ему индивидуальной силы внутренней убеждённости (предполагается, что такая сила имеется).

**Флора** (лат. *floa*) – 1) в древнеримской мифологии богиня цветов и любви; 2) совокупность всех видов растений какой-либо местности или геологического периода.

**Флюид(ы)** (лат. *fluidus* – текучий) – 1) многое такое, что исходит от кого-либо или чего-либо; 2) (в физике) некие гипотетические жидкости, которыми в прошлые (до XVIII) века объясняли явления тепла, электричества, магнетизма; 3) в спиритизме – некий «психический ток», излучаемый якобы человеком.

**Флюктуация, флуктуации** (лат. *fluctuatio* – колебание) – случайное, беспорядочное отклонение системы от равновесного положения (состояния), вызываемое тепловым движением её частиц. Так возникают флуктуации давления, температуры, плотности в *термодинамических системах*.

**Фон** – 1) в переносном смысле – среда, окружение; 2) (в физике, экологии) относительно постоянный уровень того или иного естественного состояния, например, радиационный фон, уровень загрязнения вредными или опасными веществами и т.д.



**Форма** (лат. forma) – 1) наружный вид, внешнее очертание; 2) способ существования и выражения какого-либо содержания; 3) (в математике) многочлены от нескольких переменных и определённой степени – по числу переменных различают бинарные формы (для двух), тринарные формы (для трёх) и т.д., по степени различают линейные формы (для степени 1), квадратичные (для 2), кубичные (для 3) и т.д. формы.

**Формализм** (лат. forma) – 1) предпочтение, отдаваемое форме перед содержанием; 2) соблюдение внешней формы в ущерб существу дела; 3) тот или иной математический приём, лежащий в основе какой-либо науки, раздела науки, конкретный формализм, используемый в физике (например гамильтонов или лагранжев формализм).

**Формация** (лат. formatio – образование, вид) – тип, строение чего-либо, соответствующее определённой ступени, стадии, фазе развития.

**Формула** (лат. formula – образ, вид) – 1) комбинация математических знаков, символов, выражающая какое-либо предложение (например, формула для теоремы Пифагора, записанная в символьном виде); 2) (в химии) изображение состава и строения молекул с помощью химических знаков; 3) определение, выраженное в краткой форме.

**Фосфорилирование** – химическая реакция, приводящая к введению в молекулу органического или неорганического вещества остатков кислот фосфора. Фосфорилирование играет важную роль в обмене веществ (процессах окисления, при синтезе белков, нуклеиновых кислот и т.д.).

**Фотон** (гр. phos, photos – свет) – *квант* электромагнитного излучения или поглощения атомом, незаряженная электрически элементарная частица (микрообъект) с нулевой массой покоя и единичным спином; переносчик электромагнитного взаимодействия между заряженными частицами.

**Фотосинтез** (гр. photos – свет + *синтез*) – превращение лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ зелёных растений и фотосинтезирующих микроорганизмов. Происходит с участием поглощающих свет пигментов, прежде всего *хлорофилла*.

**Фрагмент(ы)** (лат. fragmentum) – обломок, отрывок, уцелевший остаток чего-либо, часть чего-либо.

**Фрактал** (лат. fractus – дробный, изрезанный) – объект дробной размерности, обладающий свойством *фрактального самоподобия* (скейлинга) (например кривая Кох, ковёр Серпинского, траектория броуновской частицы и т.д.).

**Фрактальная геометрия** (см. *фрактал*) – геометрия объектов дробной (фрактальной) размерности (например коры дерева, облака, береговой линии залива и пр.), предложенная и развитая бельгийским математиком Б. Мандельбротом в 1977 г.

**Фрактальное самоподобие (скейлинг)** – повторение *фракталом* самоё себя на разных масштабных уровнях, т.е. неизменность закона построения фрактала, иерархическое самоповторение структуры.

**Фракция** (лат. fractio – разламывание) – (в химии) составная часть смеси жидкостей, выделяемая при дробной (фракционной) перегонке.

**Фрейдизм** – общее название различных школ и течений философско-антропологического и психологического типов, стремящихся применить учение Зигмунда Фрейда для объяснения явлений, относящихся к человеку, обществу и культуре. Согласно Фрейду, основу бессознательного составляют сексуальные инстинкты (либидо), обуславливающие не только большинство психических действий человека, но и все исторические события и общественные явления: извечные конфликты в глубинах психики человека становятся причиной и содержанием (часто скрытым от непосредственного осознания) морали, искусства, науки, религии, государства, права, войн и т.д. В 30-х годах XX в. благодаря Э. Фромму, В. Райху и др. возник неофрейдизм, который, сохранив основу рассуждений и логику Фрейда, отказался видеть во всех явлениях человеческой жизни сексуальную подоплеку.

**Фундаментальный** (лат. fundamentum) – основной, главный; большой и прочный; (в физике) природные *взаимодействия* часто называют фундаментальными, ряд физических величин также называют фундаментальными, например, фундаментальная длина, фундаментальные *константы мировые* и т.д.

**Функционал** (лат. functio – исполнение, осуществление) – обобщение понятия функции, первоначально возникшего в вариационном исчислении, где обозначало переменную величину, зависящую от функции (линии) или от нескольких линий, т.е. числовую функцию. Точное математическое определение таково – отображение множества функций на множество точек.

**Функция** (лат. functio – исполнение, осуществление) – 1) деятельность, обязанность, работа; внешнее проявление свойств какого-либо объекта в данной системе отношений (например функция органов чувств); 2) (в математике) зависящая переменная величина; отображение одного множества на другое, например, функция действительного переменного – функция, у которой независимые переменные  $x$  и  $y = f(x)$  принимают значения из множества действительных чисел.

**Футурология** (лат. futurum – будущее + логия) – в основе своей – общая концепция будущего Земли и человечества; в узком значении – наука о будущем, занимающаяся систематизированным изучением прогнозируемых процессов, происходящих как в практической жизни, так и в сфере научно-технического прогресса.

**Хаос** (гр. chaos и chainein – зиять) – 1) открытая, зияющая пропасть; 2) беспорядочное, бесформенное, неопределённое состояние вещей; 3) в античной космогонии – первобытное состояние, беспредельная первобытная масса или первовещество, из которого возник или был создан рукой Творца *мир* как упорядоченный *космос*; 4) в переносном смысле – беспорядок, неразбериха.

**Характер** (гр. charakter – черта, особенность) – совокупность отличительных свойств, признаков предмета или явления.

**Харизма** (гр. charisma – милость, божественный дар) – необыкновенно большие способности или исключительная одарённость, воспринимаемые как милость Божия; харизматический лидер – человек, наделённый в глазах его последователей, соратников авторитетом, основанным на его личности – мудрости, героизме, «святости».

**Хемосинтез** (хемо – приставка, соответствующая значению «химический» + синтез) – тип *автотрофного* питания некоторых видов *бактерий*, заклю-

чающийся в производстве органического вещества из двуокиси углерода за счёт энергии, выделяющейся при химических реакциях окисления различных неорганических соединений: водорода, сероводорода, аммиака и др. Энергия, получаемая при окислении, запасается в организме в форме АТФ.

**Химера** (гр. Chimaira) – в греческой мифологии – чудовище; в переносном смысле – фантазия, неосуществимая мечта; (в биологии) организм, состоящий из наследственно различных клеток или тканей, возникает в результате мутаций, рекомбинаций, нарушений клеточного деления.

**Химическая связь** – совокупность сил и типов взаимодействий, которые обуславливают существование молекул, кристаллов, молекулярных ионов и радикалов. Природа сил, определяющих химическую связь, является кулоновской (электрической) и не может быть описана в рамках электростатики, требует квантово-механического формализма.

**Хиральность молекулярная** – дисимметрия, отсутствие зеркальной симметрии у молекул живой материи, приводящее к отклонению (повороту, вращению) ими поляризованного луча света – в этом и состоит свойство хиральности.

**Хищник – жертва (система)** – взаимосвязь между хищником и жертвой, в результате которой эволюционно выигрывают оба; математическая модель их взаимоотношений была предложена А. Лотка и Ф. Вольтеррой в 1925–1926 гг.

**Хлорофилл** (гр. chloros – зелёный + phyllon – лист) – зелёный пигмент растений, от присутствия которого зависит цвет, окраска растений (листьев, побегов и т.д.). По химическому строению сложное циклическое соединение, содержащее атомы магния. В процессе *фотосинтеза* хлорофилл поглощает световую энергию и превращает её в энергию химических связей органических соединений.

**Хозяин – паразит (система)** – взаимосвязанная совокупность (иногда многовидовая) организмов, в которых или на которых паразит проходит свой цикл развития. Паразитическая ветвь развития всегда тупиковая, но формы приспособлений паразитов неисчерпаемы.

**Холизм** (англ. holism от гр. pholos – целое) – философское течение, которое рассматривает природу как иерархию «целостностей», понимаемых как духовное единство, «нематериальная структура». Холизм Дж. Холдейна исходит из целостности мира как высшей и всеохватывающей целостности – и в качественном, и в организационном отношении, в целостности, обнимающей собой области психологической, биологической, в т.ч. самой рациональной – физической реальности; все эти области представляют собой упрощение и обособление этой их охватывающей целостности.

**Хромосома(ы)** (гр. chroma – цвет и soma – тело) – самовоспроизводящийся структурный элемент *клеточного ядра*, содержащий ДНК, в которой заключена *генетическая (наследственная) информация*. Комплекс ДНК с основным белком – гистоном (дезоксирибонуклеопротеидом) – составляет около 90% вещества хромосомы, остальное – это РНК, кислые белки, липиды и минеральные вещества, а также фермент ДНК-полимераза, необходимый для репликации ДНК. Хромосомы – носители *генов*.

**Хронология** (гр. chronos – время + логия) – 1) наука об измерении времени; 2) последовательность каких-либо событий во времени; 3) историческая, астроно-

мическая, геологическая и др. хронологии устанавливают перечень, даты, периоды и другие временные отрезки тех или иных событий, явлений, документов.

**Царства природы** – высшая, эволюционно обоснованная *таксономическая категория*: царства *прокариот* (дробянки, микроорганизмы), *грибов, растений и животных*; царства грибов, растений и животных объединяют в *надцарство эукариот*; царство прокариот рассматривают и как надцарство, делимое на царства археобактерий и *бактерий* (включая сюда цианобактерии, или сине-зелёные водоросли) (См. также *система органического мира*).

**Целесообразность** (лат. *finalis* – направленный к определённой цели) – целевая определённость (в противоположность *каузальности* – причинной определённости), целенаправленность, когда лежащую в основе цель характеризуют как конечную причину.

**Целостная определённость** – см. *геиштальт*.

**Целостность** – завершённость, цельность и собственная закономерность вещи.

**Цель** – представляемое и желаемое будущее событие или состояние.

**Ценобиоз(ы)** (гр. *kainos* – новый, общий + биоз) – совместная жизнь организмов (ценобионтов) в *сообществах* (фито-, зоо- и любого другого, в *популяциях*).

**Ценогенез(ы)** (*цено* + *генез*), 1) появление у зародыша вторичных признаков, не свойственных взрослым предкам; 2) появление, формирование ранее не существовавших природных *сообществ* в результате их *эволюции*.

**Ценоз(ы)** – 1) то же, что биоценоз; 2) любое сообщество организмов (животных, растений, грибов, микроорганизмов).

**Центральная нервная система** – см. *нервная система*.

**Центры происхождения растений (по Вавилову)** – территория(и), в пределах которой формировался вид или другая систематическая категория перед их более широким распространением. Выделяют 12 таких центров происхождения культурных растений, которые являются макроареалами, внутри их выделяют локальные центры (микроцентры).

**Цепные реакции** – сложные реакции, в которых промежуточные активные частицы (свободный радикал в химических реакциях, нейтрон в ядерных процессах деления), регенерируясь в каждом элементарном акте, порождают большое число (цепь) превращений исходного вещества. Различают химические и ядерные цепные реакции.

**Цепь пищевая** – она же цепь питания, цепь трофическая, последовательность групп организмов, каждая из которых (пищевое звено) служит пищей для последующей.

**Цефеиды** – тип переменных звёзд (названных по созвездию Северного полушария Цефей, в котором одна из звёзд первой была отнесена к переменным звёздам), строго периодические колебания блеска которых обусловлены пульсацией наружных слоёв звезды. Отмеченная закономерность позволяет определять расстояния до цефеид, а также до звёздных скоплений, галактик, в которых они находятся, вплоть до расстояний в 3–4 Мпс (*мегапарсек*). Таким образом, цефеиды служат базисом шкалы межгалактических расстояний.

**Цикл(ы), цикличность** (гр. *kuklos* – круг) – 1) совокупность взаимосвязанных явлений, процессов, образующих законченный круг развития в течение

какого-то промежутка времени (например, в биологии циклы жизненные, развития у организмов, половой и др.); 2) определённая группа наук, дисциплин.

**Циркуляция** (лат. *circulatio*) – 1) круговое вращение, круговорот чего-либо, например вещества, вектора и т.д.; 2) замкнутое течение жидкости или газа; 3) циркуляция атмосферы – совокупность воздушных потоков.

**Цитозин** – *пиримидиновое основание*, содержится во всех организмах в составе *нуклеиновых кислот*. Одна из 4 «букв» *генетического кода*, обозначается как Ц.

**Цитология** (лат. *kytos* – вместилище, сосуд + *логия*) – наука, изучающая строение, химический состав, функции, индивидуальное развитие и эволюцию *клеток*.

**Цитоплазма** (лат. *kytos* – вместилище, сосуд + *плазма*) – *внеядерная часть протоплазмы клеток живых организмов*.

**Часы биологические** – физиологические механизмы, обуславливающие способность организмов реагировать на интервалы времени и на явления, связанные с этими интервалами. Например, наступление чувства голода или жажды через определённые периоды времени.

**Частные науки** – науки, решающие частные, специальные проблемы (например математика, естественные науки, медицина и др.), в отличие от философии как таковой, которая по отношению к частным наукам выступает как общая наука, ибо даёт им принципы метода исследования более общие, чем их собственные, частные принципы и методы.

**Частота** – 1) интервал (число) появления или проявления какого-либо события, явления; 2) частота периодического процесса, функции – величина, обратная периоду; 3) частота случайного события, которое может произойти или не произойти в результате эксперимента, есть отношение числа экспериментов, в котором это событие произошло, к числу всех экспериментов. При большом числе экспериментов частота события стремится к его вероятности (*исследуется в теории вероятностей*).

**Часть** – доля целого; предмет, являющийся составным элементом какого-либо целого организма, механизма, устройства и т.д.

**Человек** – высшая ступень живых организмов на Земле. Телесно человек принадлежит к млекопитающим, а именно к *гоминидам* (т.е. человекоподобным существам), ближайшим соседям человекообразных (понгидов): горилл, шимпанзе.

**Человекообразные обезьяны** – то же, что понгиды, крупные человекообразные обезьяны, семейство узконосых обезьян отряда приматов, включает три рода: горилла, орангутанг, шимпанзе.

**Человекоподобные обезьяны** – они же гоминиды, надсемейство обезьян отряда приматов, содержит три семейства: гиббоны, понгиды (*человекообразные обезьяны*), а также гоминиды с одним современным видом – человек разумный.

**Черенкова-Вавилова излучение** – известно также как черенковское излучение, конусообразное излучение света, которое возникает при движении в веществе заряженных частиц (например электронов) со скоростью, превышающей фазовую скорость света в этом веществе (см. *сверхсветовая скорость*). Экспериментально обнаружено русским физиком Павлом Черенковым (под научным руководством Сергея Вавилова) в 1934 г.

**Чёрные дыры** – космические объекты, существование которых предсказывается теорией тяготения Эйнштейна (*общей теорией относительности*) как результат эволюционных изменений в крупных массивных звёздах на последних стадиях их жизни, завершающихся неограниченным гравитационным сжатием (*гравитационным коллапсом*). Излучение чёрных дыр «заперто» гравитацией, их пределы не может покинуть даже самый быстрый агент – свет. Чёрные дыры пытаются обнаружить по действию их сил тяготения (влиянию на движение соседней звезды со стороны чёрной дыры в двойной звезде) либо по излучению газа, падающего на неё извне (так называемая *аккреция* газа).

**Число** – 1) символ или объединение нескольких символов, представляющие количественную величину в определённой системе счисления; 2) абстрактное, лишённое особенного содержания обозначение какого-либо члена некоторого ряда, в котором этому члену предшествует или следует за ним какой-нибудь другой определённый член; 3) абстрактный индивидуальный признак, отличающий одно множество от другого того же рода.

**Чувственный** – связанный с чувствами, опосредованный чувствами, воспринимаемый чувствами.

**Чувственный мир** (лат. *mundus sensibilis*) – совокупность содержаний сознания, опосредованных чувствами; воспринимаемый мир.

**Чувствительность** – (в биологии) свойство любого организма (прокариот, грибов, растений и животных) воспринимать раздражения из внешней среды и от собственных тканей и органов. Специальные клетки высших животных – *рецепторы* – имеют высокую избирательную чувствительность к разным раздражителям, но к некоторым, например к радиации, не чувствительны.

**Чувство** – в психологии непосредственное переживание сущности сменяющихся состояний «Я» (радость, печаль, взволнованность, отвращение) в нас самих и в других.

**Чувство времени** – способность к непосредственной правильной оценке времени. У человека оно является результатом непрерывного, мучительного для человека вытеснения времени в подсознательное, тогда как у животных чувство времени совпадает с бессознательным чувством естественного ритма их жизни.

**Чудо** (лат. *miraculum*) – необычное событие, которое трудно объяснить, противоречащее естественному ходу вещей и приписываемое верующими людьми вмешательству сверхъестественных сил (Бога). Согласно взглядам католической церкви чудо не нарушает целостности метафизических и не отменяет физических принципов, но в определённых случаях их действие ограничивается Богом благодаря его всемогуществу. Возможность чуда вытекает из контингентности (случайности, произвольности) сущего и из чисто физической, но отнюдь не метафизической необходимости его существования и определённости бытия.

**Шрёдингера уравнение квантовой механики** – основное уравнение нерелятивистской *квантовой механики*, описывающее поведение квантовой системы во времени и пространстве в некотором силовом (потенциальном) поле, при пренебрежении *спинами* частиц.

**Штамм** (нем. *Stamm*) – в микробиологии термин для обозначения серии культуры микробов (микроорганизмов), выделенных из определённого источ-

ника (организма заболевшего животного или человека, почвы и т.д.) и обладающих особыми физиолого-биохимическими свойствами.

**Шум** (акустический) – негармонический звук, отличающийся сложной временной структурой и специфическим свойством воздействия на организм.

**Эволюционизм** (см. *эволюция*) – теория, понимающая развитие только как постепенное количественное изменение, отрицающее скачкообразные переходы.

**Эволюционное учение** (см. *эволюция*) – теорию эволюции, науку о закономерностях и причинах эволюционного процесса, часто называют эволюционным учением. Существуют десятки вариантов различных эволюционных концепций. Основное различие их в том, какую изменчивость берут они за основу эволюции – определённую, направленную, приспособительную или же неопределённую, ненаправленную и оказывающуюся приспособительной только случайно. Эволюционное учение прошло долгий и сложный путь развития от Аристотеля, Ламарка, Дарвина до современных синтетических теорий эволюции, но основной принцип дарвиновской теории эволюции – естественный отбор случайных, ненаправленных изменений генетического материала – остается по-прежнему неизменным принципом современного эволюционного учения. Только этот процесс, по убеждению многих, делает эволюцию направленной, обеспечивая приспособленность организмов к окружающей среде и повышение уровня их организации.

**Эволюция** (лат. *evolutio* – развертывание, развитие) – 1) непрерывное, постепенное количественное изменение, развитие, в отличие от революции, коренного, качественного изменения; 2) различного рода движения, связанные с перемещением, перестроением определенных элементов, единиц структуры, системы; 3) (в биологии) основные характерные черты эволюции: во-первых, преемственность, во-вторых, возникновение в эволюционном процессе целесообразности (одно из наиболее уязвимых мест в теории эволюции), в-третьих, усложнение и совершенствование структур организмов от одной геологической эпохи к другой (см. развитие жизни на Земле). (См. также эволюционное учение, дарвиновская триада.)

**Эвристическое знание** (гр. *heurisko* – отыскиваю, открываю) – внезапное осознание решения проблемы (восходит к легендарному возгласу Архимеда «Эврика!» (гр. *heureka* – я нашел) в момент открытия им закона плавания тел в воде).

**Эго** (гр. *ego* – я) – духовная сущность человека. Иногда считается синонимом сознания человека.

**Эзотерический** (гр. *esoterikos* – внутренний, направленный внутрь) – тайный, скрытый, предназначенный только для избранных, для специалистов и понятный только им. Эзотерическое учение – тайное учение. Противоположность – экзотерический (доступный и понятный всем).

**Эйдос** (гр. *eidos* – образ, вид) – образ, понятие, идея.

**Эквивалент** (лат. *aeguius* – равный и *valeus* – действенный) – предмет или количество, равноценные, равнозначные, могущие служить друг другу выражением или заменой; соответственно эквивалентный – равнозначный, эквивалентность – равноценность.

**Экземпляр** (лат. *exemplar* – образец) – отдельный предмет из ряда подобных.

**Экзогенный** (гр. *exo* – вне, снаружи и *genos* – род, происхождение) – возникший под влиянием чего-то внешнего, вызванный внешней причиной; противоположность – эндогенный (из-за внутренних предрасположений и причин).

**Эклектика** (гр. *eklektikos* – выбирающий) – механическое, упрощённое, бездумное объединение в одной концепции разнородных, органически (естественно) несовместимых элементов, а именно – противоречивых идей, фактов, выводов.

**Эклиптика** (гр. *ekleipsis* – затмение) – большой круг небесной сферы, по которому происходит видимое годичное движение Солнца; пересекается с небесным экватором в точках весеннего и осеннего равноденствия. Плоскость эклиптики наклонена к плоскости небесного экватора под углом чуть более 23°.

**Экологическая ниша** (см. *экология*) – совокупность биотических, абиотических и антропогенных факторов природной среды, в пределах которых может существовать тот или иной вид организмов. В понятие экологической ниши входит ареал, зависимость от источников питания, от врагов и конкурентов, способ размножения (сроки, условия) и др.

**Экология** (гр. *dom*, жилище, местопребывание) – наука, исследующая проблемы взаимоотношений организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой. В некоторых случаях неправильно рассматривается как часть биологии, тогда как по сути эта наука междисциплинарная. В своей основе это биохемосоциогеографическая наука, равная по самостоятельности математике, физике, химии, биологии, географии и другим наукам, находящаяся в становлении. Важнейшая задача экологии как науки – искать и предлагать такие допустимые способы воздействия (его попросту не избежать) на окружающую среду, которые бы не только предотвратили катастрофические последствия, но и позволили существенно улучшить биологические и социальные условия развития человека и всего живого (всей биосферы) на Земле.

**Экосистема** (*экология + система*) – любой природный комплекс (биокосная система). Этот комплекс состоит из живых организмов (*биоценоз*) и среды их обитания: косной (например атмосфера) или биокосной (почва, водоём и т.п.), связанных между собой потоками вещества, энергии и информации. Самая крупная экосистема – сама *биосфера*. Близкий к термину по существу является термин *биогеоценоз*, но, согласно введшему его русскому биологу Владимиру Сукачеву, он отличается от экосистемы определённой своего объёма. Если экосистема может охватывать пространство любой протяжённости – от капли прудовой воды до океана, всей биосферы, то биогеоценоз – только определённый участок территории, через который не проходит ни одна существенная биоценотическая, гидрологическая, климатическая, почвенная или геохимическая граница.

**Эксперимент** (лат. *experimentum* – проба, опыт) – метод научного познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются явления действительности; планомерно проведённое наблюдение, опыт; планомерная изоляция, комбинация и варьирование условий с целью изучения зависящих от них явлений. Со времен Роджера Бэкона, Фрэнсиса Бэкона, Рене Декарта, Галилео Галилея эксперимент является одним из важнейших средств и методов исследования в человеческой практике и науке.



**Экспликация** (лат. explicatio – разъяснение) – эквивалентно, по сути, понятиям *объяснение, развертывание*. Эксплицировать – объяснять, разъяснять.

**Экстраполяция** (лат. extra – сверх, вне и polio – приглаживаю, изменяю) – 1) распространение результатов, полученных из наблюдений над одной частью явления, на другую его часть. Методы экстраполяции во многом близки методам интерполяции, методам отыскания промежуточных значений величины по некоторым известным её значениям; 2) (в биологии) предвидение событий на рефлекторно-инстинктивной основе, что позволяет животным ориентироваться в изменяющейся среде, иногда предвидя жизненно важные события, например стихийные бедствия (утраченные фактически человеком).

**Экстрасенс** (*экстра и сенсорный*) – термин, используемый для обозначения человека, обладающего способностями сверхчувственного (экстрасенсорного) восприятия или воздействия (см. также *парапсихология, экстрасенсорика*).

**Экстрасенсорика** (см. *экстрасенс*) – сверхчувственное восприятие информации, минуя обычные органы чувств; включает в себя биолокацию, интродивиденцию, непосредственное знание, автоматическое письмо, проскопию, ретроскопию, телепатию, ясновидение и некоторые другие явления (см. также *парапсихология*).

**Электрическое поле** – частная форма проявления *электромагнитного поля*; может создаваться как электрически заряженными телами, зарядами, так и переменным магнитным полем.

**Электромагнитное взаимодействие** – одно из четырёх известных фундаментальных взаимодействий, которое порождают электрически заряженные частицы. Переносчиком этого взаимодействия является электромагнитное поле или иное его представление – кванты поля, называемые *фотонами*. По силе электромагнитное взаимодействие слабее *сильного (ядерного)*, но сильнее *слабого (распадного) взаимодействия*. В 60-х годах XX вв. электромагнитное и слабое взаимодействия теоретически были объединены в единое *электрослабое взаимодействие*.

**Электромагнитное поле** – специфическая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами (зарядами).

**Электрон** (гр. electron – янтарь, притягивающий) – фундаментальная элементарная частица (микрообъект), один из основных элементов, структурных единиц физического мира Вселенной. Обладает наименьшим электрическим зарядом (в этом смысле он же элементарный *квант* (порция) электричества), а также полуцелым *спином и магнетонном Бора*.

**Электрослабое взаимодействие** – один из вариантов теоретического объединения взаимодействий, породивший так называемое электрослабое взаимодействие гипотетических *кварков* и реально существующих *лептонов*, осуществляемое посредством обмена 4 частицами: 1 (одним) *фотоном (электромагнитное взаимодействие)* и 3 (тремя) тяжёлыми промежуточными векторными *бозонами (слабое взаимодействие)*.

**Элементарные частицы** – фундаментальные частицы (микрообъекты), структурные единицы физического мира Вселенной. Классификация частиц осуществляется по типам взаимодействий, в которых они участвуют, и на основе законов сохранения ряда физических величин, их характеризующих. Включает

в себя фотон, лептоны, адроны (барионы и мезоны), кварки и глюоны. Последние образуют лептоны и адроны, являясь на сегодняшний день (2013 г.) самыми «элементарными». Единой теории всех элементарных частиц пока не существует, хотя за ней зарезервировано название «Великое объединение».

**Элемент(ы)** (лат. *elementum* – стихия, первоначальное вещество, перво-вещество) – 1) составная часть сложного целого; 2) в гр. натурфилософии перво-вещества, *стихии* – вода, воздух, огонь, земля, эфир (пятый элемент – квинтэссенция); в индийской философии – огонь, ветер, земля, вода, эфир; в китайской – металл, земля, дерево, вода, огонь.

**Элементы химические** – элементы *Периодической таблицы элементов Менделеева*, в которой каждый элемент – это вся совокупность *атомов* с одинаковым зарядом *атомных ядер* и одинаковым числом *электронов* в атомной оболочке. В настоящее время число известных элементов – 118.

**Эликсир** (араб. аль-иксир – философский камень) – 1) жизненный эликсир – у средневековых алхимиков фантастический напиток, продлевающий жизнь, сохраняющий молодость; 2) крепкий настой или вытяжка из растительных веществ на спирту, кислотах и т.п., употребляемые в медицине, косметике.

**Эманация** (лат. *emanation* – истечение) – переход от высшей онтологической ступени к низшим, менее совершенным ступеням; происхождение мира, природы как нисхождение от Бога, творящего из себя многое.

**Эмерджентная эволюция** (англ. *emergence* – возникновение, появление нового) – философская концепция, утверждающая, что возникновение качественно нового является непознаваемым и не основано на естественной закономерности.

**Эмерджентность** (англ. *emergence* – возникновение, появление нового) – внезапно возникающее качество в меняющейся, эволюционирующей системе; одно из ключевых положений *синергетики*.

**Эмпиризм** (гр. *empeiria* – опыт) – философское учение, направление в гносеологии, признающее чувственный опыт единственным источником знаний, недооценивая роль рационального познания (теорий, понятий); ср. *рационализм*.

**Эмпириокритицизм** (см. *эмпиризм*) – то же, что и *махизм*.

**Эмпирический** (см. *эмпиризм*) – основанный на опыте; относящийся к эмпиризму.

**Энергия** (гр. *energeia* – деятельность, составное слово из *en* – в, при, внутрь + *ergon* – работа) – общая мера различных процессов и видов взаимодействия. Однозначно установлено, что все формы движения (на всех известных уровнях организации материи) превращаются друг в друга в строго определённых количественных отношениях, что предопределило введение понятия «энергия» и позволило измерять различные физические формы движения и взаимодействия единой мерой. Виды энергии: механическая, тепловая, химическая, электромагнитная, ядерная, гравитационная и др., что носит достаточно условное разграничение. Важнейшим, фундаментальным для энергии является закон сохранения её при любых изменениях и превращениях в природных системах.

**Энергия покоя** (см. *энергия*) – энергия, которой обладает какой-либо объект в системе отсчёта, относительно которой он покоится. Понятие важно в

*специальной (частной) теории относительности, особенно для фотонов, не имеющих массы покоя.*

**Энергия связи** (см. *энергия*) – разность между энергией связанного состояния некоторой совокупности частиц и энергией такого состояния, когда эти частицы разделены и бесконечно удалены друг от друга. В молекуле это энергия химической связи, в ядре – энергия связи ядра и т.д. Чем эта энергия больше, тем прочнее связь в системе частиц.

**Энергоинформационное поле** – в эзотерических учениях полагают, что это основная форма существования материи. Находится в непрерывном движении и изменении, количественной формой чего выступает *энергия*, а качественной – *формы движения и информация*. К названному понятию примыкает понятие энергоинформационного обмена (аббревиатура этих слов ЭНИО дала название междисциплинарной науке – этиологии, которая включает в себя *парапсихологию и психофизику*) – процесса взаимодействия, обмена энергией и информацией между видами материи, формами её движения и отдельными материальными объектами в природе.

**Энтелехия** (гр. – завершение, осуществленность) – по Аристотелю, автору термина и понятия, форма, которая осуществляется в веществе; активное начало, которое превращает сначала возможность в действительность, а последняя приводит существование возможности к завершению. Как актуальная деятельность энтелехия называлась Аристотелем и *энергией*. Энтелехия тела, например, душа.

**Энтропия** (гр. en – в, внутрь, при + thropе – поворот, превращение) – физическая величина, вычисляемая численно математически, определяющая меру хаоса (беспорядка) в изолированной системе (как правило, в термодинамических системах); форма выражения количества связанной (внутренней) энергии, которую имеет вещество; мера внутренней неупорядоченности системы, процесса, она остаётся либо постоянной (для обратимых процессов), либо возрастает (для необратимых процессов). В более общем смысле – мера неопределённости, неупорядоченности любой (в т.ч. информационной) системы, структуры, состояния. Принимает только положительные значения. Понятие энтропии введено в науку немецким физиком Рудольфом Клаузиусом в 1865 г.

**Энтропия в теории информации** (см. *энтропия*) – по Шеннону, мера неопределённости ситуации (*случайной величины*) с конечным или с чётным числом исходов, например опыт, до проведения которого результат в точности неизвестен. В настоящее время понятие утратило своё значение в теории информации.

**Эон** (гр. aion – век, эпоха) – (в геологии) отрезок времени геологической истории, в течение которого сформировалась *зонотема*; эон объединяет несколько геологических *эр* (см. *геохронология*).

**Зонотема** (см. *эон*) – наиболее крупное подразделение стратиграфической шкалы (см. *геохронология*), отвечающее длительному этапу развития Земли – *зону*.

**Эпигенез** (гр. еpi – после, сверх и genos – возникновение) – (в биологии) учение, согласно которому в процессе зародышевого развития происходит постепенное и последовательное новообразование органов и частей зародыша из бесструктурной массы оплодотворённого яйца, а не из готовых зачатков; развитие, совершающееся через следующие одно за другим новообразования, диф-

ференциацию частей. Учение явилось благодаря Гарвею, Бюффону и Вольфу предшественником современной *теории эволюции*.

**Эпистемология** (гр. episteme – знание и logos – учение) – *теория познания*.

**Эпоха** (гр. epochē – букв. остановка) – 1) период времени в развитии природы, общества, науки и т.п., имеющий те или иные отличительные особенности; 2) (в геологии) время, в течение которого образовались горные породы, часть геологического периода, единица относительной *геохронологической* шкалы.

**Эра** (лат. aera – букв. исходное число) – 1) (в *хронологии*) начальный момент системы летоисчисления, а также сама система летоисчисления, например христианская, или новая, эра (наша эра – н.э.), ведёт счёт от даты рождения Иисуса Христа; мусульманская эра (хиджра) ведёт счёт годов от даты переселения Мухаммеда из Мекки в Медину, по мусульманской традиции, в 622 г.; 2) крупный исторический период; 3) (в геологии) промежуток времени, в течение которого сформировалась *эратема* (группа); подразделяется на геологические периоды, так что несколько эр объединяются в *зон*. Например, палеозойская, мезозойская, кайнозойская эры и др. (см. *геохронология*).

**Эратема** (см. *эра*) – подразделение стратиграфической шкалы (см. *геохронология*), отвечающее определённому этапу развития Земли – *эре*.

**Эргодическая гипотеза** (гр. ergon – работа и hodos – путь) – (в физике) состоит в предположении, что средние по времени значения физических величин, характеризующих систему, равны их средним статистическим значениям; служит для обоснования одного из разделов физики – статистической физики, физики больших систем.

**Эритроцит(ы)** (гр. erythros – красный и kytos – клетка) – красное тельце, один из форменных элементов крови – безъядерные клетки крови животных с замкнутой кровеносной системой, содержащие *гемоглобин*. Эритроциты переносят кислород от лёгких к тканям тела, а от них к лёгким углекислый газ. Образуются в костном мозге.

**Эталон(ы)** (фр. etalon) – 1) мера или измерительный прибор, служащий для воспроизведения, хранения и передачи единиц какой-либо величины (единицы физических величин – метр, килограмм, секунда); 2) в переносном смысле – мерило, образец.

**Этимология** (гр. etymologia – истина + логия) – 1) происхождение слова (распространяется и на понятия, возникшие в научном языке); 2) раздел языкознания, занимающийся изучением первоначальной словообразовательной структуры слова и выявлением элементов его древнего значения.

**Этногенез** (гр. ethnos – народ + генез) – происхождение народов.

**Этнос** (гр. ethnos – племя, народ) – этническая общность, исторически сложившаяся группа людей, обладающая общим самосознанием и самоназванием, общностью происхождения и культуры, в т.ч. языка общения. Определение Льва Гумилёва – естественно сложившийся на основе оригинального *стереотипа* поведения коллектив людей, существующий как система, которая противопоставляет себя другим подобным системам, исходя из ощущения *комплементарности*.

**Этология** (гр. ethos – характер, нрав + логия) – наука о поведении животных в естественных, природных условиях, уделяющая главное внимание

преимущественно генетически обусловленным (наследственным, инстинктивным) формам поведения, их эволюции. Основана австрийским этологом Конрадом Лоренцем.

**Эукариоты** (гр. *eu* и *karyon* – ядро) – все организмы, клетки которых содержат оформленное ядро, отделенное оболочкой от цитоплазмы. Эукариоты включают 3 царства: грибы, растения и животные, в т.ч. человек.

**Эфемеридное время** (см. *эфемериды* и *время*) – время, основанное на периоде обращения Земли вокруг Солнца (тропическом годе), а не на периоде обращения Земли вокруг оси, испытывающем, как было точно установлено астрономическими наблюдениями, вековое и флуктуационное изменения. Эфемеридное время – равномерно текущее время.

**Эфемериды** (гр. *ephemeris*, *ephemeridos*) – (в астрономии) координаты небесных светил и другие переменные астрономические величины, вычисленные для ряда последовательных моментов времени и сведенные в таблицы.

**Эфир** (гр. *aither* – воздух над облаками) – 1) светоносный эфир, мировой эфир – гипотетическая всепроникающая, всезаполняющая среда, которой в XIX веке приписывалась роль переносчика света и вообще электромагнитных воздействий; идея об эфире возрождается в современном естествознании; 2) в греческой натурфилософии одна из стихий, первоэлементов, так называемая квинтэссенция (пятая сущность, пятый элемент).

**Эффект** (лат. *effectus* – исполнение, действие) – 1) результат, следствие каких-либо причин, действий; 2) физическое явление, например фотоэффект, эффект Джозефсона и т.д.

**Эффект Кирлиана** – свечение (нимб), возникающее вокруг живых объектов, организмов под действием высокочастотного электромагнитного поля большой мощности (напряжённости) и фиксируемое фотографией. Открыто русскими инженерами супругами Семёном и Валентиной Кирлиан.

**Юлианский календарь** – см. *календарь*.

**Юра, юрский период, юрская система** – (по назв. гор Юра (*Jura*) в Швейцарии и Франции), (в геологии) вторая система (период) мезозоя, продолжительностью 55–58 млн лет (см. *геохронология*).

**Явление** – естественнонаучная и философская категория, всё, что чувственно воспринимаемо, особенно бросающееся в каком-то отношении в глаза. С точки зрения теории познания явление есть выражение, свидетельство чего-то другого; так, немецкий философ Николай Гартман писал: «сущее в себе есть являющееся в явлении». В естествознании явление – это то, что реально, действительно существует и может быть исследовано всем арсеналом экспериментальных (эмпирических) и теоретических методов.

**Ядерная материя** – пространственно-безграничная однородная система протонов и нейтронов (нуклонов), находящаяся в устойчивом по отношению к самопроизвольному расширению или сжатию состоянии. Это и модель, и идеализация, но может, согласно астрофизическим представлениям, реализовываться в *нейтронных звёздах (пульсарах)*.

**Ядерная энергия** (от *ядро атомное + энергия*) – внутренняя энергия атомного ядра, связанная с взаимодействиями и движениями образующих ядро протонов и нейтронов (нуклонов).

**Ядерные модели** – упрощённые картины (представления) строения атомного ядра, допускающие простые, аналитические математические решения задачи об определении различных характеризующих его величин.

**Ядерные реакции** – превращения атомных ядер, обусловленные их *взаимодействиями* (сильными и слабыми) с элементарными частицами или друг с другом.

**Ядерные силы** – то же, что *сильные (ядерные) взаимодействия*, приводящие, в том числе, к образованию *атомных ядер*.

**Ядерные цепные реакции** – разветвлённые *цепные реакции* деления тяжёлых ядер *нейтронами*, в результате которых число нейтронов резко (лавиннообразно) возрастает и может возникнуть самоподдерживающийся процесс деления. Как и всякая другая цепная реакция, ядерная также экзотермическая (с выделением энергии). Огромные масштабы этой энергии обуславливают практическое использование ядерных цепных реакций в атомной энергетике. В неуправляемом варианте реакции деления происходит ядерный взрыв.

**Ядра галактик** – яркие центральные сгущения, наблюдающиеся у спиральных галактик, в центрах которых сосредоточено всего несколько процентов всей массы галактики. По современным представлениям в ядрах идут активные процессы, происходит выброс газов.

**Ядро атомное** – положительно электрически заряженная часть *атома*, в которой сосредоточена практически вся его *масса*. Состоит из *протонов и нейтронов* (нуклонов), при этом число протонов в ядре совпадает с номером атома в *Периодической системе элементов Менделеева*.

**Ядро Земли** – центральная, наиболее глубокая *геосфера* Земли, средний радиус которой около 3,5 тыс. км, температура оценивается в 5000°. Состоит из двух частей: внутреннего субъядра и внешнего ядра.

**Ядро клеточное (клетки)** – (в биологии) обязательная часть клетки у большинства одноклеточных и всех многоклеточных живых организмов. Оно окружено оболочкой, управляет *синтезом белков* и всеми физиологическими процессами в клетке. Помимо оболочки ядро содержит *ядрышко* или несколько ядрышек, хромосомы и кариоплазму (кариосок, кариолимфу). В зависимости от структурного состояния различают ядра: митотическое (делящееся), покоящееся (интерфазное) и «рабочее» (у дифференцированных, неспособных к дальнейшему делению, выполняющих специфические функции клеток).

**Ядрышко** – мелкое сферическое или эллиптическое оптически гомогенное, наиболее плотное по структуре тельце, находящееся в *клеточном ядре* либо в единственном числе, либо в количестве 2–3, ещё реже – в большем числе. Почти на 80–85% состоит из *белка*, до 5% из РНК, в процессе деления клетки ядрышко то исчезает, то резко проявляется.

**Язык** – наиболее объемлющее и наиболее дифференцированное средство выражения, которым владеет человек, высшая форма проявления объективного *духа*. В языке можно выделить три основные функции: выражения (обнаружения), воздействия (с помощью призыва, сообщения и т.д.), отнесённости к

вещи (называние, ориентирование, изображение). В языке запечатлевается, находит выражение та или иная сфера жизни, для нас – сфера науки; она возникает перед глазами, мысленным взором слушателя, которого язык благодаря этой особенности отсылает к определенным её моментам, к определённой области опыта, переживаний.

**Яйцеклетка** – обычно неподвижная женская половая клетка, из которой может развиваться новый организм в результате оплодотворения или путём партеногенеза (девственного размножения). Содержит *гаплоидный* (одинарный) набор хромосом.

**Ян и инь** – два начала в китайской философии: ян – мужское, светлое, активное, духовное; инь – женское, тёмное, пассивное, вещественное. Получило распространение во всей культуре Востока. Вместе эти два начала породили всё существующее.

**Ясновидение** – экстрасенсорное зрительное или квазизрительное восприятие предметов, событий и другой информации, недоступное обычным органам чувств или воспринимаемое в текущий момент времени в другой части пространства.

### Персоналии деятелей естествознания (от Л до Я)

**Лайель Чарлз** (1797–1875) – английский естествоиспытатель, один из основателей геологии, выдвинул и обосновал идею изменения поверхности Земли под влиянием внешних причин, опровергал теорию катастроф Ж. Кювье, сторонник эволюционного учения Ч. Дарвина.

**Лакатос Имре** (1922–1974), британский философ и историк венгерского происхождения, разработал в философии науки методологию научно-исследовательских программ.

**Ландау Лев Давыдович** (1908–1968) – русский советский физик-теоретик, дал объяснение явлениям сверхтекучести и сверхпроводимости гелия II при сверхнизких температурах (около 2К), создал статистическую теорию ядра (независимо от Г. Бете и В. Вайскопфа); сформулировал закон сохранения комбинированной чётности и разработал теорию двухкомпонентного нейтрино (одновременно с А. Саламом, Т. Ли и Ч. Янгом); разработал теорию фазовых переходов второго рода; построил с В. Гинзбургом феноменологическую теорию сверхпроводимости; выполнил фундаментальные работы по ферромагнетизму; удостоен Нобелевской премии за 1962 г.

**Ланжевэн Поль** (1872–1946) – французский физик, разработал теорию диа- и парамагнетизма, первым пришёл к понятию дефекта массы, независимо от Эйнштейна установил взаимосвязь энергии и массы; один из великих дегустаторов вин Франции.

**Лауэ Макс фон** (1879–1960) – немецкий физик, открыл дифракцию рентгеновских лучей, удостоен Нобелевской премии за 1914 г.

**Лебедев Пётр Николаевич** (1866–1912) – русский физик-экспериментатор, экспериментально доказал давление света (электромагнитных

волн) на твёрдые тела и газы, подтвердил опытами электромагнитную теорию света Максвелла.

**Леверье Урбен Жан Жозеф** (1811–1877) – французский астроном, теоретически предсказал планету Нептун, позднее открытую И. Галле.

**Лемэтр Жорж Эдуар** (1894–1966) – бельгийский космолог, предложил гипотезу Большого взрыва из холодного состояния начальной сингулярности.

**Ленард Филипп** (1862–1947) – немецкий физик, исследовал фотоэффект и доказал вылет электронов и независимость энергии вылета от интенсивности падающего света, удостоен Нобелевской премии за 1905 г.

**Ленин (Ульянов) Владимир Ильич** (1870–1924) – русский политический деятель, философ и экономист, провёл философский и методологический анализ революционной ситуации в физике начала XX века, написал книгу «Материализм и эмпириокритицизм», в которой рассмотрел кризис, возникший в физике в начале XX столетия.

**Ленц Эмилий Христианович** (1804–1865) – русский физик, установил правило определения направления электродвижущей силы индукции (закон Ленца) и закон теплового действия электрического тока (закон Джоуля-Ленца).

**Леонардо да Винчи** (1452–1519) – великий итальянский естествоиспытатель, инженер, живописец, архитектор, скульптор, величайший мыслитель эпохи Возрождения, дал решение множества инженерных задач, предсказал влияние Луны на морские приливы и отливы, придерживался практически современных представлений о формировании континентов; изобрёл водолазный костюм; экспериментировал с летательными аппаратами.

**Леруа Эдуард** (1870–1954) – французский математик, палеонтолог, антрополог, философ, последователь А. Бергсона; один из идеологов учения о ноосфере (наряду с Владимиром Вернадским и Пьером Тейяром де Шарденом).

**Ле-Шателье Анри Луи** (1850–1936) – французский физикохимик и металлург, сформулировал общий закон смещения химического равновесия в зависимости от внешних факторов (принцип Ле-Шателье-Брауна), разработал термоэлектрический пирометр для измерения высоких температур.

**Ли (Ли Цзундао)** (род. 1926 г.) – американский физик-теоретик китайского происхождения, предложил точно решаемую модель квантовой теории поля (модель Ли), выдвинул в 1956 г. (совместно с Ч. Янгом) гипотезу о несохранении чётности (зеркальной симметрии) в слабых взаимодействиях, что нашло подтверждение в экспериментах Ц. Ву, предложил гипотезу о сохранении комбинированной чётности в слабых взаимодействиях; нобелевский лауреат 1957 г. (совместно с Ч. Янгом).

**Либих Юстус, барон де** (1803–1873) – немецкий химик, один из основоположников агрохимии, открыл явление изомерии (совместно с Ф. Велером) молекул, развил теорию химических радикалов.

**Линней Карл фон** (1707–1778) – шведский естествоиспытатель, систематик, создатель классификации растительного и животного миров или таксономии, развил бинарную номенклатуру (классификацию) органического мира – разделил роды на семейства, семейства на классы, классы на типы (ряды) и типы на царства; был противником идеи эволюции.



**Лиувилль Жозеф** (1809–1882) – французский математик, сформулировал в механике теорему об интегрировании канонических (гамильтоновых) уравнений динамики, дал доказательство существования и построения трансцендентных чисел.

**Локк Джон** (1632–1704) – английский философ, основатель материализма и эмпиризма в Англии, полагал, что всякое возможное знание проистекает из сенсорного опыта; был противником картезианского рационализма, утверждал, что не существует природных идей, а мозг это чистый лист, на котором отпечатываются знания по мере их приобретения с опытом.

**Ломоносов Михаил Васильевич** (1611–1665) – великий русский учёный-энцикло-педист, мыслитель-материалист, вывел первым из опытов закон сохранения движения и массы материи (вещества), позднее переоткрытый Лавуазье; разработал точные методы взвешивания и внедрил их в химии, предвосхитил молекулярное строение химических веществ, открыл атмосферу Венеры.

**Лоренц Конрад Захариус** (1903–1989) – австрийский зоолог, один из основателей этологии (науки о поведении животных), изучал взаимосвязь между инстинктом и поведением, описал феномен импринтинга (запечатления) у птиц, нобелевский лауреат за 1973 г. (совместно с Н. Тинбергеном и К. Фришем).

**Лоренц Хендрик Антон** (1853–1928) – выдающийся нидерландский физик, создатель классической электронной теории, объяснил эффект Зеемана (расщепления спектральных линий в магнитном поле), впервые вывел преобразования пространственных координат и времени от одной инерциальной системы к другой, названные его именем, предтеча специальной теории относительности, нобелевский лауреат за 1902 г. (совместно с П. Зееманом).

**Лоренц Эдуард Нортон** (род. 1917 г.) – американский метеоролог, изучал проблемы циркуляции атмосферы и прогноза погоды, доказал, что атмосфера «забывает» своё любое начальное состояние примерно в течение двух недель, что делает невозможным точный долговременный прогноз погоды, один из творцов нелинейной или стохастической динамики.

**Лукреций Кар** (ок. 96 до н.э. – 55 до н.э.) – римский философ и поэт, пропагандист атомизма Левкиппа, Демокрита и Эпикура, автор знаменитой поэмы «О природе вещей».

**Майер Юлиус Роберт** (1814–1878) – 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.

**Майкельсон Альберт Абрахам** (1852–1931) – американский физик, изобрёл интерферометр для измерения скорости электромагнитных волн (света) и экспериментального обнаружения движения Земли относительно неподвижного эфира; знаменит отрицательным результатом данного опыта; создал ряд совершенных оптических приборов (эшелон Майкельсона и др.), нобелевский лауреат 1907 г.

**Маркони Гульельмо** (1874–1937) – итальянский физик, инженер и предприниматель, разработал приборы беспроволочного телеграфа, в 1897 г. запа-

тентовал заявку на применение электромагнитных волн для беспроводной связи (этого не сделал изобретатель радио, русский физик и электротехник А.С. Попов), лауреат Нобелевской премии 1909 г.

**Мёссбауэр Рудольф Людвиг** (род.1929) – немецкий физик, исследовал резонансное поглощение и рассеяние гамма-квантов (электромагнитных импульсов высокой энергии), открыл ядерный гамма-резонанс без отдачи ядра, названный эффектом Мёссбауэра, был удостоен Нобелевской премии 1961 г.

**Мечников Илья Ильич** (1845–1916) – русский биолог и патолог, основатель российской школы микробиологии, открыл явление фагоцитоза (захвата и «пожирания» болезнетворных микроорганизмов особыми клетками – фагоцитами). Выдвинул теорию происхождения многоклеточных организмов, удостоен Нобелевской премии за 1908 г. (совместно с П. Эрлихом).

**Миллекен Роберт Эндрус** (1868–1953) – американский физик-экспериментатор, впервые измерил электрический заряд электрона, чем доказал дискретность электричества, удостоен Нобелевской премии за 1923 г.

**Мозли Генри** (1887–1915) – английский физик, открыл закон, связывающий частоту ядерного рентгеновского излучения с порядковым номером излучающего химического элемента (закон Мозли), обосновал порядок расположения элементов в Периодической таблице Менделеева; погиб на фронте во Вторую мировую войну.

**Морган Томас Хант** (1866–1945) – американский биолог, один из основоположников генетики, установил связь между генами и хромосомами, развил хромосомную теорию наследственности, Нобелевская премия за 1933 г.

**Мохоровичич Андрей** (1857–1936) – югославский физик и геофизик, установил неоднородность в коре Земли, приблизительно на глубине 32 км под материками и около 10 км под океанами, которая образует границу между корой и мантией (граница Мохоровичича или просто граница Мохо).

**Мюллер Герман Джозеф** (1890–1967) – американский генетик, исследовал и установил ряд закономерностей генетических мутаций под влиянием рентгеновских лучей. Нобелевская премия за 1946 г.

**Мюллер Карл** (род. 1927) – швейцарский физик, открыл явление высокотемпературной сверхпроводимости (при температурах жидкого азота), удостоен Нобелевской премии за 1987 г. (совместно с Й. Беднорцем).

**Мюллер Фриц** (1821–1897) – немецкий эмбриолог, установил связь между эмбриональным развитием организма и историческим развитием вида, т.е. с историей предков; на основании этого положения Э. Геккель сформулировал биогенетический закон, который отражает взаимосвязь онто- и филогенеза.

**Нернст Вальтер Фридрих Герман** (1864–1941) – немецкий физик и физикохимик, один из основоположников физической химии, в 1906 г. высказал утверждение, что энтропия (мера хаоса, неупорядоченности) химически однородного твёрдого тела или жидкого тела при абсолютном нуле температуры равна нулю (теорема Нернста или третье начало термодинамики), в 1911 г. предложил на основе квантования формулу для теплоёмкости твёрдого тела – формулу Нернста-Линдемана; ещё ранее, в 1886 г. обнаружил явление возникновения электрического поля в теле при наличии в нём градиента (неравномер-

ного распределения) температуры, перпендикулярного магнитному полю – эффект Нернста-Эттингсхаузена; установил в 1890 г. закон распределения Нернста, построил особый источник излучения (лампа Нернста); лауреат Нобелевской премии 1920 г. за работы по термохимии.

**Ниренберг Маршалл Уоррен** (род. 1927) – американский биохимик, провёл основополагающие работы по расшифровке генетического кода, Нобелевская премия 1968 г. (совместно с Х.Г. Кораной и Р.У. Холли).

**Олтмен Сидни** (род. 1939) – американский молекулярный биолог, основные работы по механизму биосинтеза нуклеиновых кислот, открыл (одновременно с Т.Р. Чеком) ферментативную активность у рибонуклеиновых кислот (рибозимы); нобелевская премия 1989 г. (совместно с Т. Чеком).

**Ом Георг Симон** (1787–1854) – немецкий физик, установил в 1826 г. основной закон электрической цепи – закон Ома: для участка электрической цепи (проводника), не содержащего источников ЭДС, сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению проводника; закон справедлив для постоянных и квазистационарных токов.

**Оорт Ян Хендрик** (1900–1992) – голландский астроном и астрофизик, космолог, космогонист, наблюдения подтвердил вывод Б. Линдблада о вращении Галактики (Млечного Пути) и установил замедление скорости вращения с расстоянием от центра, оценил скорость (220 км/с) и период (220 млн лет) вращения Галактики в районе расположения Солнца, предположил наличие радиоизлучения нейтрального атомарного водорода с длиной волны 21 см, которое было обнаружено в 1951 году, автор гипотезы о существовании вокруг Солнца облака потенциальных комет с поперечником до 150 000 а.е. («облако Оорта»); высказал гипотезу о механизме формирования звезды из диффузной материи в межзвёздных облаках в окрестностях горячих звёзд, разработал теорию образования межзвёздной пыли в результате аккреции межзвёздного газа; доказал наличие квазаров в сверхскоплениях галактик, крупномасштабной структуры Вселенной.

**Опарин Александр Иванович** (1894–1980) – русский советский биохимик, первым выдвинул и развил учение о происхождении жизни вследствие эволюции углеродистых соединений путём образования коацерватов (биополимеров в виде капель или ступеней с большой плотностью)

**Оствальд Вильгельм Фридрих** (1853–1932) – немецкий физикохимик и философ, провёл фундаментальные исследования по катализу, установил основные принципы управления химическим равновесием и скоростями реакции; удостоен Нобелевской премии за 1909 г.

**Павлов Иван Петрович** (1849–1936) – великий русский физиолог, создатель учения о высшей нервной деятельности и пищеварении; удостоен Нобелевской премии за 1904 г.

**Паскаль Блез** (1623–1662) – французский математик, физик, философ, доказал одну из важнейших теорем проективной геометрии – теорему Паскаля, изобрел в 1641 г. суммирующую машину; отрицал возможность реальных доказательств существования Бога, чья безграничность недоступна для восприятия человеческим разумом, но разум способен проложить дорогу к вере; допускал два начала знания: разум и сердце.

**Пастер Луи** (1822–1895) – французский естествоиспытатель, основоположник микробиологии и иммунологии; заложил основы стереохимии, изучил и доказал, что процесс брожения вызывается деятельностью различных видов микроорганизмов и служит им источником энергии; открыл анаэробизм микроорганизмов.

**Паули Вольфганг** (1900–1958) – швейцарский физик-теоретик, разработал теорию спина микрочастиц (электрона), сформулировал принцип запрета, названного его именем, объяснил последовательность химических элементов в Периодической таблице Менделеева; предположил существование нейтрино – самой слабозаимодействующей с материей элементарной частицей, удостоен Нобелевской премии за 1945 г.

**Пензиас Арно Аллан** (род. 1933) – американский физик и астрофизик, обнаружил, с помощью созданного совместно с Р. Вильсоном радиометра сантиметрового диапазона, фоновое изотропное радиоизлучение, получившее название реликтового, которое было теоретически предсказано Георгием Гамовым в его модели Большого взрыва, удостоен Нобелевской премии за 1978 г. (совместно с Р. Вильсоном).

**Полинг Лайнус Карл** (1901–1994) – американский физик и химик, ввёл в 1932 г. понятие электроотрицательности атомов, создал метод электронных пар, разработал квантовую теорию диамагнетизма; открыл атомную структуру многих белков, удостоен Нобелевской премии за 1954 г.

**Попов Александр Степанович** (1859–1906) – русский физик и электротехник, изобретатель радио; в 1889 г. первым указал на возможность использования электромагнитных волн для передачи сигналов (информации) на расстояние, в 1894 г. спроектировал и сконструировал *генератор* электромагнитных колебаний и *когерер* – элемент приёмника, чувствительный к электромагнитным волнам, первым изобрёл приёмную антенну и грозоотмётчик (радиоприёмник), которые продемонстрировал 7 мая 1895 г. на заседании физического отделения Российского физико-химического общества; заложил основы радиолокации, обнаружив явление отражения волн от предметов.

**Поппер Карл Раймунд** (1902–1994) – британский философ, один из создателей нового направления в философии – философии науки, ввёл в научную методологию принцип фальсификации – истинно научное знание может быть опровергнуто.

**Пригожин Илья Романович** (1917–2003) – бельгийский физик русского происхождения, один из создателей термодинамики необратимых и неравновесных процессов, разработал теорию диссипативных структур, ввёл понятие 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) – известны как принцип минимума производства энтропии; удостоен Нобелевской премии за 1977 г.

**Протагор из Абдер** (480 – ок. 410 гг. до н.э.) – античный греческий философ, софист, утверждал, что «человек есть мера всех вещей: существующих, что

они существуют, несуществующих, что они не существуют»; утверждал также, что «о вещах нам известно не то, что они существуют, а то, что они таковыми нам кажутся (не суть, а видимость)».

**Прохоров Александр Михайлович** (1916–2003) – один из основоположников квантовой электроники или физики и техники лазеров, сформулировал основные положения теории молекулярного генератора и усилителя и осуществил создание первого молекулярного генератора на аммиаке (мазера). Предложил метод создания сред с отрицательной (инверсной заселённостью) – метод трёх уровней (все работы выполнил вместе с Н.Г. Басовым), удостоен Нобелевской премии за 1964 г. (совместно с Н.Г. Басовым и Ч. Таунсом).

**Пруст Жозеф Луи** (1754–1826) – французский химик, установил закон постоянства состава химических соединений, противником которого был Клод Бертолле.

**Птолемей Клавдий** (ок. 90–ок. 160) – александрийский астроном, астролог и географ, разработал и завершил создание (после Евдокса Книдского, Аристотеля и Гиппарха) геоцентрической (птолемеевой системы мира) теории строения солнечной системы, автор «Альмагеста» в 13 книгах, определил продолжительность года, дал методы расчёта лунных и солнечных затмений, описание астрологии (угломерного прибора для определения долгот и широт в астрономии), объяснил явление прецессии или предвращения равноденствий – перемещения точки весеннего равноденствия по эклиптике навстречу видимому годичному движению Солнца с периодом, равным приблизительно 26 тысячам лет.

**Райт Сьюэлл** (1889–1988) – американский генетик, совместно с С.С. Четвериковым, Р.Э. Фишером, Дж.Б.С. Холдейном заложил основы современной популяционной генетики.

**Резерфорд Эрнест** (1871–1937) – английский физик, открыл ядро в составе атома, предложил планетарную модель атома.

**Рей (Рэй) Джон** (1627–1705) – английский натуралист, первым разработал базовые принципы классификации (систематики) растений и животных, предшественник Карла Линнея.

**Рёмер Оле** (1644–1710) – датский астроном, впервые в истории науки в 1675 г. по наблюдениям спутников Юпитера определил скорость распространения света.

**Рентген Вильгельм Конрад** (1845–1923) – немецкий физик, открыл X-лучи с длиной волны более короткой, чем длина ультрафиолетового излучения, впоследствии названные его именем, первым сделал фотоснимки при помощи открытых им рентгеновских лучей; за открытие рентгеновских лучей первым из физиков был удостоен Нобелевской премии в 1901 г.

**Робертс Ричард** (род.1943) – американский молекулярный биолог английского происхождения, с 1969 г. в США, открыл (одновременно и независимо от Ф. Шарпа) прерывистую, перемежающуюся (так называемую экзон-интронную) структуру генов, Нобелевская премия за 1993 г. (совместно с Ф.Шарпом).

**Рэнкин (Ранкин) Уильям** (1820–1872) – шотландский учёный, инженер, основатель взаимосвязи термодинамики и теоретической механики, независимо от Р. Клаузиуса вывел основные уравнения термодинамики, выражающие соот-

ношения между теплотой и механической энергией, построил теорию паровой машины и предложил идеальный термодинамический цикл парового двигателя (цикл Рэнкина-Клаузиуса), ввёл термины *потенциальная энергия*, *адиабатический* и *изотермический процессы*, *адиабата*, дал формулу для коэффициента полезного действия паровой машины через температуры нагревателя и холодильника; предложил вихревую модель атома.

**Салам Абдус** (1926–1996) – пакистанский физик-теоретик, предсказал сохранение комбинированной чётности в слабых взаимодействиях (независимо от Ландау, Ли и Янга) и существование двухкомпонентного нейтрино, разработал теорию электрослабого взаимодействия, удостоен Нобелевской премии за 1979 г. (совместно с С. Вайнбергом и Ш. Глэшоу).

**Сахаров Андрей Дмитриевич** (1921–1989), выдающийся русский физик-теоретик, отец советской водородной бомбы, выдвинул предположение о нарушении зарядовой симметрии в «планковском бульоне частиц», сингулярном состоянии, предшествующем Большому взрыву.

**Северный Андрей Борисович** (1913–1987) – русский советский астрофизик, открыл с группой сотрудников период в 104,04 мин (около 1/7 суток) колебаний блеска солнечного излучения, который также обнаружен для других звёзд и многих активных центров галактик; возможно, является новой фундаментальной космологической постоянной.

**Семёнов Николай Николаевич** (1896–1986) – русский советский химик и физик, один из основателей химической физики, открыл разветвлённые цепные химические реакции и построил их теорию; заложил основы современной теории горения и взрыва, сформулировал критические условия теплового взрыва, рассчитал предвзрывной механизм; удостоен Нобелевской премии за 1956 г.

**Ситтер Виллем де** (1872–1934) – нидерландский астроном, предложил одну из моделей расширения Вселенной.

**Скиапарелли Джованни Виргинио** (1835–1910) – итальянский астроном, обладавший столь острым зрением, что оно позволило ему открыть «каналы» на Марсе.

**Столетов Александр Григорьевич** (1839–1896) – русский физик, впервые снял кривую магнитной проницаемости ферромагнетика (кривая Столетова), выполнил цикл работ по исследованию явления внешнего фотоэффекта, создал первый фотоэлемент, открыл так называемый 1-й закон фотоэффекта – прямую пропорциональность силы фототока от интенсивности падающего света, обнаружил фототок насыщения, показал его независимость от электрического потенциала.

**Струве Василий Яковлевич** (1793–1864) – русский астроном и геодезист немецкого происхождения, произвёл первое измерение звёздного параллакса (1837), установил поглощение света в межзвёздном пространстве, измерил (вместе с К. Теннером) дугу меридиана от Дуная до Северного Ледовитого океана.

**Струве Отто Васильевич (Отто Вильгельм)** (1819–1905) – русский астроном немецкого происхождения (сын В.Я. Струве), открыл свыше 500 двойных звёзд.

**Сукачев Владимир Николаевич** (1880–1967) – русский ботаник, географ, один из основоположников биогеоценологии, предложил термин *биогео-*

*ценоз*, определил его как структурный уровень единства флоры и фауны (биоценоза) с населяемой географической территорией планеты.

**Тамм Игорь Евгеньевич** (1895–1971) – русский советский физик, ввёл понятие звуковых квазичастиц в кристаллах – фононов, предсказал существование энергетических уровней на поверхности кристаллов (уровней Тамма), работал вместе с Д. Иваненко одну из первых полевых теорий ядерных сил, в которой впервые показал возможность переноса взаимодействий частицами конечной массы (предсказание компенсирующих полей Янга-Миллса), построил теорию фотоэффекта в металлах, дал обобщение (с Л. Мандельштамом) соотношения неопределённостей Гейзенберга в терминах *энергия-время*; вместе с И. Франком разработал теорию излучения Вавилова-Черенкова, высказал (совместно с А. Сахаровым) идею магнитного удержания горячей плазмы и магнитного термоядерного реактора, удостоен Нобелевской премии за 1958 г. (совместно с П. Черенковым и И. Франком).

**Тарский Альфред** (1902–1983) – логик и математик русского происхождения, основоположник логической семантики как дедуктивной теории; сформулировал теорему, подтверждающую математически известное ещё античным философам положение о том, что непосредственно соединить в одном высказывании (предложении) само высказывание и утверждение о его истинности невозможно; теорема Тарского, как и теоремы Гёделя, имеет непреходящее значение для теории познания.

**Таунс Чарльз Хард** (род. 1915) – американский физик, один из основателей квантовой электроники, построил независимо от А. Прохорова и Н. Басова первый микроволновой квантовый генератор – мазер, обосновал совместно с А. Шавловым возможность создания лазера. Удостоен Нобелевской премии за 1964 г. (совместно с Прохоровым и Басовым).

**Тейяр де Шарден Пьер** (1881–1955) – выдающийся французский палеонтолог, геолог, философ, теолог, член ордена иезуитов, открыл синантропа близ Пекина, развил концепцию христианского эволюционизма, явился одним из авторов учения о ноосфере (наряду В. Вернадским и Э. Леруа).

**Теллер Эдвард** (1908–2003) – американский физик венгерского происхождения, отец американской водородной бомбы, совместно с Г. Гамовым предложил в теории бета-распада правила отбора; разработал теорию рассеяния нейтронов на орто-и параводороде.

**Теофраст (Феофраст)** (372 – ок. 287 до н.э.) – античный философ и естествоиспытатель, один из первых создателей классификации растений.

**Тимирязев Клемент Аркадьевич** (1843–1920) – русский естествоиспытатель, разработал методологию исследования фотосинтеза растений, установил, что наиболее полно растения поглощают солнечный свет в красном и синем диапазоне спектра.

**Тимофеев-Ресовский Николай Владимирович** (1900–1981) – русский советский генетик, один из основоположников популяционной и радиационной генетики; создал (совместно с М. Дельбрюком) первую биофизическую модель структуры гена и предложил возможные варианты его эволюции; сформулировал и развил учение о микроэволюции.

**Тойнби Арнольд Джозеф** (1889–1975) – выдающийся английский историк и социолог, выдвинул теорию круговорота сменяющих друг друга локальных цивилизаций.

**Томонага Синьитиро** (1906–1979) – японский физик-теоретик, предсказал мезоатомы, первый предложил ковариантную формулировку квантовой теории поля; разработал свехмноговременной формализм, положенный в основу квантовой электродинамики; лауреат Нобелевской премии 1965 г. (совместно с Р. Фейнманом и Ю. Швингером).

**Томсон Джозеф Джон** (1856–1940) – английский физик, показал, что катодные лучи – это поток отрицательно заряженных частиц – электронов, масса которых в 1837 раз меньше массы атома водорода, чем доказал реальное существование первой открытой в физике элементарной частицы – электрона; предложил модель атома в виде положительно заряженного шара с вкрапленными в него электронами (модель Томсона), предположил, что электроны в атоме разделяются на группы, образуя различные конфигурации (нашло подтверждение в квантовой механике), получил первые экспериментальные данные о существовании изотопов химических элементов; в электродинамике вывел формулу сечения в случае рассеяния света свободными электронами (формула Томсона), удостоен Нобелевской премии за 1906 г.

**Томсон Джордж Паджет** (1892–1975) – английский физик, сын Дж.Дж. Томсона, независимо от К. Дэвиссона и Л. Джермера открыл в 1927 г. явление дифракции электрона, чем была экспериментально доказана волновая природа электронов; удостоен Нобелевской премии за 1937 г.

**Томсон (лорд Кельвин) Уильям** (1824–1907) – выдающийся английский физик, один из основоположников термодинамики, автор понятия и шкалы абсолютных температур, независимо от Р. Клаузиуса сформулировал второе начало термодинамики: *в природе невозможен процесс, единственным результатом которого была бы механическая работа, совершённая за счёт охлаждения теплового резервуара*, чем доказал невозможность вечного двигателя второго рода; открыл ряд эффектов и формул, названных его именем.

**Торричелли Эванджелиста** (1608–1647) – итальянский физик и математик, открыл атмосферное давление, изобрёл ртутный и спиртовой термометры. Объяснил ветер вариациями (изменениями) атмосферного давления; не зная результатов Галилея о законах падения тел, пришёл независимо к тем же выводам, установил параболический характер траектории движения тел, брошенного под произвольным углом к горизонту; вывел формулу для скорости вытекания жидкости из отверстий сосудов (формула Торричелли), создавал уникальные микроскопы и совершенные линзы для телескопов.

**Уатт Джеймс** (1736–1819) – шотландский изобретатель, создатель универсального парового котла, изобрёл конденсатор – один из основных элементов паровой машины, центробежный регулятор (регулятор Уатта), создал универсальный паровой двигатель двойного действия с непрерывным вращением (паровая машина Уатта); ввёл первую единицу мощности – лошадиную силу; определил состав воды, его именем названа единица мощности – ватт.



**Уилер Джон Арчибальд** (род. 1911) – американский физик-теоретик, ввел в квантовой механике матрицу рассеяния (независимо от В. Гейзенберга) для описания взаимодействий (S-матрицу), разработал вместе с Н. Бором теорию деления атомного ядра и доказал возможность деления ядра урана  $^{235}\text{U}$ , развил методы управления ядерным реактором; развил коллективную модель ядра; основал геометродинамику и теорию суперпространства; разработал теорию нейтронных звёзд.

**Уилкинс Морис** (род. 1916) – английский биофизик, первым получил рентгенограммы молекулы ДНК, что содействовало открытию её структуры (двойной спирали). Удостоен Нобелевской премии за 1962 г. (совместно с Ф. Криком и Дж. Уотсоном).

**Уилсон Эдуард** (род. 1929) – американский зоолог, основатель социобиологии, науки о формах общественного поведения, свойственных человеку и животным.

**Уленбек Джордж Юджин** (1900–1988) – американский физик голландского происхождения, ввёл вместе с С. Гаудсмитом понятие *спина электрона* – собственного момента, имеющего, как показал П. Дирак, релятивистскую природу.

**Умов Николай Алексеевич** (1846–1915) – русский физик, первым ввёл понятия о скорости и направлении движения энергии, о потоке энергии (в теории электромагнитного поля называется как вектор Умова-Пойнтинга), плотности энергии в данной точке пространства (среды), пространственной локализации потока энергии; получил ряд результатов в области земного магнетизма; разработал теорию ангармонического осциллятора.

**Уоллес Альфред Рассел** (1823–1913) – английский натуралист, независимо и одновременно с Ч. Дарвиным, предложил теорию естественного отбора в органическом мире; приоритет признавал за Дарвиным, ввёл в научный язык термин «дарвинизм»; один из родоначальников зоогеографии.

**Уотсон Джеймс Льюи** (1928–2005) – американский биохимик, в 1953 г. вместе с Ф. Криком предложил модель пространственной структуры молекулы ДНК (двойную спираль), один из провозвестников генной инженерии и молекулярной биологии, удостоен Нобелевской премии за 1962 г. вместе с Ф. Криком и М. Уилкинсом.

**Ухтомский Алексей Алексеевич** (1875–1942) – русский физиолог, создал учение о доминанте, об усвоении ритмов внешних раздражений органами.

**Фаулер Уильям Альфред** (1911–1995) – американский астрофизик, космолог, независимо от других разработал теорию термоядерного образования химических элементов в недрах звёзд, в частности показал, что синтез тяжёлых элементов (ядер) может проходить в результате захвата свободных нейтронов двумя путями, провёл расчёт космологического образования гелия, исследовал ядерные реакции в первые три минуты после Большого взрыва, удостоен Нобелевской премии за 1983 г. (совместно с С. Чандрасекаром).

**Фёдоров Евграф Степанович** (1853–1919) – русский кристаллограф, петрограф, геолог и минералог, основатель структурной кристаллографии, впервые вывел 230 пространственных групп симметрии кристаллов (фёдоровских групп), положил начало кристаллохимическому анализу.

**Фёдоров Николай Федорович** (1828–1903) – русский философ, основатель учения «русского космизма».

**Фейнман Ричард Филлипс** (1918–1988) – американский физик-теоретик, разработал метод интегрирования по траекториям в квантовой механике и метод диаграмм, отражающих возможные варианты превращений частиц и получивших его имя, предложил партонную (составную) модель ядра, теорию квантовых вихрей в сверхтекучем гелии, создал вместе с М. Гелл-Манном теорию слабых взаимодействий; за работы по квантовой теории поля удостоен Нобелевской премии за 1965 г. (совместно с С. Томанагой и Ю. Швингером).

**Ферма Пьер** (1601–1665) – французский математик и физик, один из создателей аналитической геометрии и теории чисел (малая и большая теоремы Ферма, считается, что большая теорема тоже доказана); сформулировал принцип Ферма в оптике, определяющий оптимальный путь светового луча в среде.

**Ферми Энрико** (1901–1954) – великий итальянский физик теоретик и экспериментатор, универсал-энциклопедист, разработал (независимо от П. Дирака) статистику частиц с полуцелым спином (статистику фермионов – статистику Ферми-Дирака), построил модель многоэлектронного атома (модель атома Томаса-Ферми); создал количественную теорию бета-распада, положившую начало теории слабых взаимодействий; открыл искусственную радиоактивность, обнаружил явление замедления нейтронов и дал его теорию; доказал возможность цепной реакции деления ядер урана (цепной ядерной реакции), впервые зарегистрировал нейтроны, испускаемые при спонтанном делении ядер, построил первый ядерный реактор и осуществил его запуск 2 декабря 1942 г.; разработал теорию происхождения космических лучей, удостоен Нобелевской премии за 1938 г.

**Физо Арман Ипполит** (1819–1896) – французский физик, разработал метод определения скорости света при помощи вращающегося зубчатого колеса (метод Физо), измерил скорость света в движущейся воде (опыт Физо), подтвердил экспериментально релятивистскую формулу сложения скоростей; дал интерпретацию эффекта Доплера в оптике и показал, что должна меняться длина световой волны (эффект Доплера-Физо), предложил использовать установленный им эффект сдвига спектральных линий для определения лучевых скоростей движения небесных тел (светил), вместе с Л. Фуко обнаружил фраунгоферовы линии в инфракрасной части спектра Солнца.

**Фишер Эдмон** (род. 1920) – американский биохимик, совместно с Э.Дж. Кребсом открыл ряд ферментов, удостоен Нобелевской премии за 1992 г.

**Флеминг Александер** (1881–1955) – американский микробиолог, открыл «растворяющий» бактерии фермент лизоцим, установил, что один из видов плесневого гриба выделяет антибактериальное вещество, в результате открыл первый антибиотик – пенициллин; нобелевский лауреат 1945 г. (совместно с Х.У. Флори и Э.Б. Чейном).

**Флоренский Павел Александрович** (1882–1937) – русский православный философ, богослов, физик, математик, инженер, разработал философское учение о Софии (Премудрости Божией) как основы осмысленности и

целостности мироздания, развивал положения о «конкретной метафизике», объединяющей гуманитарные и естественные науки; был арестован и расстрелян в Соловецком концлагере.

**Фок Владимир Александрович** (1898–1974) – русский советский физик-теоретик, разработал метод самосогласованного поля в теории многоэлектронных систем – метод Хартри-Фока; впервые использовал теорию групп и открыл скрытую симметрию в атоме водорода; разработал метод вторичного квантования в пространстве Фока; совместно с П. Дираком и Б. Подольским разработал многовременный формализм будущей основы квантовой электродинамики; предложил метод функционалов в квантовой теории поля – метод функционалов Фока; разработал строгую теорию распространения радиоволн над земной поверхностью; выполнил большой объем работ по теории тяготения Эйнштейна.

**Франк Илья Михайлович** (1908–1980) – русский советский физик-теоретик, разработал вместе с И. Таммом теорию излучения сверхсветового электрона в сплошной среде (излучения Вавилова-Черенкова), построил теорию эффекта Доплера в аномальных условиях; лауреат Нобелевской премии за 1958 г. (совместно с И. Таммом и П. Черенковым).

**Фраунгофер Йозеф** (1787–1826) – немецкий физик, независимо от англичанина У. Волластона наблюдал в 1814–1815 гг. и первый дал объяснение темным линиям в солнечном спектре, названным позднее его именем (фраунгоферовы линии), изучал дифракцию света в параллельных лучах (так называемая дифракция Фраунгофера); при исследовании спектров, возможно, первым изобрел и стал использовать дифракционные решетки.

**Френель Огюстен Жан** (1788–1827) – французский физик, переоткрыл принцип интерференции Гюйгенса, дополнил его представлением о когерентности элементарных волн и их интерференции (принцип Гюйгенса-Френеля), разработал теорию дифракции света, доказал поперечность световых волн (ранее её предположили Р. Гук и Т. Юнг); открыл эллиптическую и круговую поляризацию света, объяснил хроматическую поляризацию и вращение плоскости поляризации, явление двойного лучепреломления, установил законы преломления и отражения на плоской границе двух сред (формулы Френеля); изобрёл ряд оптических приборов – зеркала Френеля, би-призма Френеля, линза Френеля; заложил основы оптики движущихся тел – исследовал влияние движения Земли на оптические явления.

**Фрейд Зигмунд** (1856–1939) – австрийский врач психиатр и психолог, основал психоанализ, разработал теорию психосексуального развития индивида.

**Фридман Александр Александрович** (1888–1925) – выдающийся русский математик, космолог, метеоролог и геофизик, основоположник моделей нестационарной Вселенной (фридмановские модели); один из создателей теории турбулентности и динамической метеорологии.

**Фуко Жан Бернар Леон** (1819–1868) – французский физик-экспериментатор, разработал метод определения скорости света при помощи вращающихся зеркал (метод Фуко), измерил скорость света в воздухе и воде; теоретически разработал зависимость между периодом вращения и широтой

Земли и доказал непосредственное вращение Земли вокруг оси с помощью маятника длиной 67 метров весом 28 кг, подвешенного к куполу Парижского пантеона (маятник Фуко); изобрёл гироскоп, открыл нагревание сплошных металлических тел индукционными (переменными) токами (токи Фуко) и предложил способ их уменьшения, первым установил связь между линиями поглощения и излучения в спектрах.

**Фурье Жан Батист Жозеф** (1768–1831) – французский математик и физик; открыл закон теплопроводности (закон Фурье), развил метод представления функций тригонометрическими рядами – рядами Фурье, построил первую теорию излучения тепла; открыл (переоткрыл независимо от Х. Эрстеда) термоэлектрический эффект, создал первый термоэлемент.

**Хаббл Эдвин Пауэлл** (1889–1953) – американский астроном, доказал звёздную природу внегалактических туманностей, открыл существование галактик за пределами нашей Галактики (Млечного Пути) и установил для них закон разбегания, названный его именем, свидетельствующий о разрастании или расширении Вселенной (Метагалактики), впервые определил возраст Вселенной; его именем названа одна из мировых фундаментальных постоянных – постоянная Хаббла, связывающая скорость разбегания галактик с взаимным расстоянием между ними.

**Хакен Герман** (род. 1927) – немецкий физик-теоретик, основатель синергетики.

**Хаксли Джулиан Сорелл** (1887–1975) – английский биолог-эволюционист, один из основателей этологии и современной синтетической теории эволюции или неodarвинизма (эволюция в сочетании с генетикой).

**Харитон Юлий Борисович** (1904–1996) – русский советский физик, организатор и научный руководитель работ по отечественному атомному и термоядерному оружию, совместно с Я. Зельдовичем впервые осуществил расчёт цепной реакции деления урана.

**Хевисайд Оливер** (1850–1925) – английский физик и математик, независимо от Г. Герца дал запись уравнений Максвелла в терминах теории поля, независимо от Дж. Пойнтинга рассмотрел вопрос о потоке энергии электромагнитного поля и получил энергетические соотношения, построил теорию скин-эффекта, создал теорию передачи сигналов на большие расстояния, постулировал существование ионизированного слоя атмосферы. Отражающего радиоволны (слой Хевисайда-Кеннеди), один из основных разработчиков операционного и векторного исчисления.

**Хойл Фред** (1915–2001) – английский астрофизик, впервые осуществил расчёт образования атома углерода (основного органического биогена) в термоядерных процессах в недрах звёзд, построил модель стационарной Вселенной (в соавторстве с Т. Голдом и Х. Бонди), развил теорию перманентного (непрерывного) возникновения звёздной материи в расширяющейся Вселенной, так что плотность вещества во Вселенной остаётся постоянной; совместно с Фаулером разработал модель вспышки сверхновых звёзд.

**Хокинг Стивен Уильям** (род. 1942) – английский физик-теоретик, показал, что любая правдоподобная общерелятивистская космология должна

обладать сингулярностью, сформулировал соответствующую теорему (теорема Хокинга-Пенроуза), установил ряд общих закономерностей для чёрных дыр, предсказал квантовый туннельный процесс «испарения» чёрных дыр.

**Цвейг Джордж** (род. 1937) – американский физик-теоретик, одновременно с М. Гелл-Манном и независимо от него в 1964 г. выдвинул гипотезу кварков (называл их *эйсами*), позднее предложил модель адронов, согласно которой барионы состоят из трёх кварков, мезоны из кварка и антикварка.

**Цвет Михаил Семёнович** (1872–1919) – русский физиолог, разработал метод хроматографии для исследования хлорофилла, ставший универсальным в исследованиях любых смесей – белков, углеводов, для выделения и очистки антибиотиков, для разделения изотопов при производстве ядерного топлива.

**Цвикки Фриц** (1898–1974) – швейцарский астроном, первым открыл сверхновую звезду в созвездии Девы в 1938 г., предложил деление сверхновых на два класса.

**Цельсий Андерс** (1701–1744) – шведский астроном, физик и математик, предложил в 1742 г. шкалу для измерения температуры, взяв температуру таяния льда за 0 градусов, а температуру водяного пара кипящей воды за 100 градусов (названа его именем).

**Циолковский Константин Эдуардович** (1857–1935) – великий русский учёный, изобретатель и философ, основоположник космонавтики и русского философского космизма; впервые обосновал возможность использования ракет для межпланетных сообщений, дал инженерные решения конструкций ракет и жидкостнореактивных двигателей.

**Чандрасекар Субрахманьян** (1910–1985) – американский астрофизик и физик-теоретик индийского происхождения, разработал теорию внутреннего строения белых карликов, определил верхний предел их массы (предел Чандрасекара), исследовал динамику гравитационного взаимодействия между звёздами в скоплениях и галактиках, удостоен Нобелевской премии за 1983 г. (совместно с У. Фаулером).

**Чейн Эрнст Борис** (1906–1979) – английский биохимик немецкого происхождения, выделил в чистом виде пенициллин и установил его химическую формулу, лауреат Нобелевской премии за 1945 г. (совместно с А. Флемингом и Х.У. Флори).

**Чек Томас Роберт** (род. 1947) – американский молекулярный биолог, основные работы по механизмам передачи генетической информации, открыл (одновременно с С. Олтменом) ферментативную активность у рибонуклеиновых кислот (рибозимы), предложил и разработал гипотезу РНК-мира, согласно которой первыми могли образоваться молекулы РНК, удостоен Нобелевской премии 1989 г. совместно с Олтменом).

**Черенков Павел Алексеевич** (1904–1990) – русский советский физик-экспериментатор, открыл явление Черенкова-Вавилова, явление излучения света (свечения среды), возникающего при движении в среде заряженных частиц со скоростью, превышающей скорость света в данной среде, удостоен Нобелевской премии за 1958 г. (совместно с И. Таммом и И. Франком).

**Чижевский Александр Леонидович** (1897–1964) – выдающийся русский биолог и биофизик, основоположник гелиобиологии и космической биологии, впервые установил и изучил влияние солнечной активности на психику и поведение живых существ, выявил действие ионов воздуха (аэроионов) на живые организмы.

**Чэдвик (Чадвик) Джеймс** (1891–1974) – английский физик-экспериментатор, открыл сплошной спектр энергии бета-излучения (излучения электронов из ядер атомов), измерениями электрических зарядов ядер большой группы атомов доказал равенство заряда ядра порядковому номеру химического элемента в Периодической таблице Менделеева, изучил поток нейтральных частиц, возникающий при облучении атомов бериллия альфа-частицами, и показал, что это поток впервые открытых нейтронов, впервые обнаружил расщепление ядра под действием гамма-квантов, т.е. открыл ядерный фотоэффект (совместно с М. Гольдхабером), одним из первых рассчитал критическую массу урана-235; удостоен Нобелевской премии за 1935 г.

**Шавлов Артур Леонард** (род. 1921) – американский физик, обосновал возможность создания лазера (совместно с Ч. Таунсом), предложил конструктивные решения для создания лазеров, по совокупности работ в области лазерной спектроскопии удостоен Нобелевской премии за 1981 г. (совместно с Н. Бломбергом).

**Шарп Филип** (род. 1944) – американский молекулярный биолог, открыл (одновременно и независимо от Р.Дж. Робертса), что гены состоят из нескольких отрезков перемежающихся ДНК, известных как «интроны» (так называемая экзон-интронная структура генов), Нобелевская премия за 1993 г. (совместно с Р.Дж. Робертсом).

**Шварцшильд Карл** (1873–1916) – немецкий астроном и физик, разработал основы теории звёзных атмосфер и внутреннего строения звёзд; нашёл точное решение уравнения тяготения Эйнштейна для статического центрально-симметричного гравитационного поля, предсказал гравитационный коллапс и вывел формулу для гравитационного радиуса коллапсирующей звезды (радиус Шварцшильда), развил квантовую теорию эффекта Штарка.

**Швингер Юлиан (Джулиус)** (1918–1994) – американский физик-теоретик, один из основателей квантовой электродинамики, квантовой теории поля и квантовой гравитации, предложил (совместно с С. Томонагой) метод перенормировки; объяснил (независимо от Г. Бете) «лэмбовский сдвиг», разработал теорию рассеяния нейтронов на ядрах (швингеровское рассеяние); предсказал существование двух типов нейтрино, связанных с электроном и мю-мезоном, выдвинул идею объединения слабых и электромагнитных взаимодействий в одно взаимодействие; удостоен Нобелевской премии за 1965 г. (совместно с Томонагой и Фейнманом).

**Шлейден Маттиас Якоб** (1804–1881) – немецкий ботаник, один из основателей цитологии (науки о строении клетки), объяснил роль ядра в формировании клетки.

**Эддингтон Артур Стенли** (1882–1944) – английский астрофизик и физик, первым рассчитал модели звёзд, находящихся в состоянии лучистого

равновесия, придерживался гипотезы, что звёзды – шаровые скопления высокотемпературной плазмы; определил возраст Солнца и оценил полное время «жизни» Солнца, температуру в глубинах недр его. Вычислил предел для массы звезды, объяснял энергию звёзд термоядерными реакциями синтеза гелия из водорода; установил зависимость между массой и светимостью звёзд; впервые экспериментально в 1919 г. обнаружил предсказанное Эйнштейном отклонение светового луча в поле тяготения Солнца; первый теоретически определил постоянную тонкой структуры спектральных линий.

**Эрстед Ханс Кристиан** (1777–1851) – датский физик, обнаружил действие электрического тока на магнитную стрелку, чем связал в единое целое – электромагнетизм – ранее разрозненные электричество и магнетизм; высказал предположение, что свет представляет собой электромагнитные явления; независимо от Ж. Фуко открыл термоэлектрический эффект и создал термоэлемент.

**Юкава Хидэки** (1907–1981) – японский физик-теоретик, предсказал существование мезонов, элементарных частиц, переносчиков ядерного взаимодействия между нуклонами в ядрах атомов, вывел потенциал для сильного взаимодействия (потенциал Юкава), разработал скалярную теорию ядерных сил, ввёл понятие о нейтральном мезоне; первым среди японских физиков за предсказание мезонов удостоен Нобелевской премии за 1949 г.

**Юнг Карл Густав** (1875–1961) – швейцарский психолог и психиатр, ввёл понятия коллективное бессознательное, архетип, различные типы «Я» («Эго»), целостность человека, интраверсия, экстраверсия, чем определил множество психических типов человека.

**Юнг Томас** (1773–1829) – английский учёный-энциклопедист, оправдавший себя по жизни вундеркинд, бегло читал с 2 лет, обладал феноменальной памятью, полиглот, знал все европейские языки, играл на всех музыкальных инструментах; предложил принцип суперпозиции состояний в акустике, ввёл понятие *интерференция* и первым объяснил интерференцию света, объяснил кольца Ньютона, разрабатывал теорию цветового зрения, измерил длины волн разных цветов радуги, получил результаты, согласующиеся с современными данными, выдвинул идею поперечности световых волн и предсказал природное родство света и тепла, различая их по длине волны.

**Янг Чженьнин** (род. 1922) – американский физик китайского происхождения, совместно с Р. Миллсом заложил основы современной теории калибровочных полей (теория Янга-Миллса), совместно с Ли Цзундао выдвинул гипотезу о несохранении четности в слабых взаимодействиях и гипотезу о несохранении комбинированной четности; удостоен Нобелевской премии за 1957 г. (совместно с Ли Цзундао).

## Ответы на тесты

**К главе 10.** 1. Смещаются к его красному концу. 2. Жёлтый карлик. 3. 5 млрд лет назад. 4. На тех, на которых нет атмосферы. 5. Комет. 6. Гадес, криптозой, фанерозой. 7. Протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой. 8. Физическая реакция термоядерного синтеза (слияния) водорода и его изотопов в ядра гелия и лития.

9. Сутки. 10. Максимальное содержание озона наблюдается на высоте 20–25 км, так как образование озона происходит при электрических разрядах и под действием ультрафиолетового излучения Солнца. 11. Движением Земли вокруг Солнца и наклоном оси вращения Земли к плоскости орбиты. 12. Парсек. 13. Хвосты комет имеют постоянную длину. 14. Луна. 15. Астеносфера. 16. Океанический. 17. Наблюдениями. 18. Мантия и ядро. 19. Под материками. 20. От внутренних сил Земли. 21. Осадочных пород, гранитов и базальтов. 22. Почва. 23. Разрушения других пород. 24. Внутренних сил Земли. 25. В вязком. 26. Распад радиоактивных элементов горных пород. 27. Солнце. Определенная конфигурация планет. 28. Мантия. 29. Периода вращения планет вокруг своих осей. 30. Все планеты движутся в одном направлении, как Земля (прямо). 31. Верхние. 32. Связаны с процессами в мантии Земли. 33. Восстановленный с присутствием  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NH}_3$ .

**К главе 11.** 1. Ядерные силы обладают свойством насыщения. 2. На малых расстояниях молекулы отталкиваются, на далёких – притягиваются. 3. Максимальная валентность элемента обычно равна номеру группы в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева. 4. Одинаковые атомные номера, но различные атомные веса. 5. Неметаллы. 6. Водород, углерод. 7. Неметаллы расположены в верхнем левом углу таблицы Менделеева. 8. Изомерами. 9. Местоположение (номер) элемента зависит от величины электрического заряда ядра, местоположение (номер) элемента зависит от его атомного веса. 10. Совокупность атомов с одинаковым электрическим зарядом ядра. 11. Саморазвитие, самоорганизация и самоускорение каталитических систем происходит за счёт постоянного притока трансформируемой в элементарной открытой каталитической системе (ЭОКС) энергии. 12. Способности вращать плоскость поляризации световых (электромагнитных) волн. 13. Давление, температура, катализаторы, освещение. 14. При добавлении серной кислоты он выделяет газ без цвета и запаха – х; он легко может быть деформирован в тонкую фольгу – ф; он является твердым телом при комнатной температуре – ф; он хорошо проводит тепло – ф. 15. Соединения серебра оставляют «след» (меняют цвет) на коже человека – х; гемоглобин придает крови красный цвет – ф; литий не тонет в воде – ф; ртуть есть жидкость при комнатной температуре (температура плавления соответствует почти 40-градусному морозу – ф. 16. Измельчение кристалликов сахара и его превращение в пудру – ф; скашивание травы – ф; взрыв гремучего газа – х; горение полена в камине – х. 17. Хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ) получают из солёной воды путём испарения воды – ф; газовый азот получают при кипении жидкого воздуха – ф; кислород получают путём разложения кислородсодержащих соединений хлористого калия – х; вода получается при высокотемпературной реакции между газами кислорода и водорода – х. 18. Раздельного существования электронов, протонов и нейтронов микромира. 19. Углекислый газ в атмосфере. 20. Вероятностный, термодинамический, кинетический, информационный. 21. Количественных соотношениях масс химически реагирующих веществ. 22. Фосфор. 23. Простейшие соединения водорода. 24. Горные породы, почва, кровь. 25. Морская вода. 26. Сложных веществ (соединений). 27. Простых веществ. 28. Закона сохранения масс. 29. Закона постоянства состава. 30. Определённый порядок соединения атомов в молекуле. 31. Атомно-молекулярного учения.



32. Периодического закона. 33. Твёрдое – потенциальная энергия частиц выше их кинетической энергии. Жидкое – потенциальная и кинетическая энергия частиц примерно равны. Газообразное – потенциальная энергия частиц значительно ниже их кинетической энергии. 34. Главное квантовое число – размер электронного облака. Орбитальное квантовое число – форма электронного облака. Магнитное квантовое число – ориентация электронного облака. Спиновое квантовое число – направление вращения электронного облака. 35. Высокомолекулярные соединения естественного, синтетического или искусственного происхождения, обладающие соответствующим комплексом физико-химических свойств, который отличает их от низкомолекулярных соединений. 36. Самоорганизацию и саморазвитие химических систем. 37. Выделении кислорода в процессе фотосинтеза. 38. Структуры. 39. Эндо-термическими. 40. Уравнением Вант Гоффа-Аррениуса.

**К главе 12.** 1. Синие-зеленые водоросли (цианобактерии). 2. У всех клеток есть клеточные оболочки. 3. Органеллы клетки → макромолекула → живая клетка. 4. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). 5. Вирусы. 6. Кислорода. 7. Все ответы верны. 8. Историческое развитие органического мира. 9. Генофондом. 10. Популяция. 11. Генобиоз. 12. Хлорофилл поглощает и преобразует энергию солнечного света в энергию химических связей. 13. Верны все ответы. 14. Ферментативную, ускоряют биохимические реакции. 15. Восстановление молекул хлорофилла электронами водорода, фотолиз воды и синтез молекул АТФ. 16. РНК. 17. Хромосомный набор. 18. Образование гамет. 19. Совокупность всех живых организмов. 20. Негэнтропийный. 21. Матричного синтеза в органическом мире. 22. Самопорождения (самосозидания). 23. Матричном механизме репродукции хромосом и наследственных признаков (Кольцов). 24. Организмы и биокосная окружающая среда. 25. Заяц; волк; подосиновик; заяблик; ящерица; белый медведь; слон. 26. Редуцентам. 27. Продуценты → консументы → редуценты. 28. Солнечная энергия. 29. В биоценозе моря. 30. Прирост биомассы за год. 31. Пониженная способность растений к борьбе с вредителями. 32. Сложность и высокоупорядоченное строение биологических систем. 33. С, Н, О, N, P, S. 34. О материальном единстве живой и неживой природы. 35. Структурную, защитную, растворителя. 36. Строительную, запасующую, каталитическую, регуляторную, защитную. 37. Каталитическую. 38. Специализированный постоянный компонент цитоплазмы, который обладает определённым строением и выполняет ту или иную функцию жизнедеятельности. 39. Синтез белков. 40. Синтез АТФ. 41. Это обязательный компонент всех клеток живых организмов. 42. Хранит и участвует в передаче наследственной информации. 43. Отсутствие клеточной стенки, пластид, центральной вакуоли, запасного углевода – крахмала. 44. Аэробного типа обмена веществ. 45. Некоторые беспозвоночные и все позвоночные животные. 46. Совокупность признаков, отличающих один вид от другого. 47. Первичности структур типа клеток, способных к элементарному обмену. 48. Креационизм – творцом жизни является Бог; стационарное состояние – жизнь на Земле существовала всегда; самозарождение – низшие организмы появляются из гниющих отбросах; панспермия – жизнь занесена на Землю из космоса; биохимическая эволюция – жизнь возникла в результате самоорганизации материи. 49. Концепция голобиоза – первичность структур клеточного типа

(способность к метаболизму); концепция генобиоза – первичность системы со свойствами генетического хода (способность к генетической репродукции). 50. РНК. 51. РНК → белок → ДНК. 52. Гипотеза симбиогенеза – появление ядра и других клеточных органелл в клетке произошло в результате внедрения в клетку-хозяина других прокариотических организмов; гипотеза автогенеза (аутогенеза) – образование новых внутриклеточных структур, в том числе ядра, произошло в результате усложнения структуры археклетки. 53. Кайнозой – человек, морские млекопитающие, приматы; мезозой – динозавры, птицы, цветковые растения; палеозой – рыбы, земноводные, рептилии, мхи, папоротники; протерозой – эукариоты; архей – протобионты. 54. Прокариоты → эукариоты → многоклеточные организмы. 55. Анаэробы – дрожжевое брожение; аэробы – кислородное дыхание. 56. Восстановительный этап – царствовали прокариоты, анаэробы, гетеротрофы; слабо окислительный этап – появились автотрофы, эукариоты; окислительный этап – появились растения, животные, наземные организмы. 57. Эволюцией. 58. Ж.Б. Ламарк единица эволюции – организм; Ч. Дарвин единица эволюции – вид; Синтетическая теория эволюции единица эволюции – популяция. 59. Закон дивергенции – непрерывное усложнение и рост разнообразия органического мира; принцип гомеостаза – способность организмов к саморегуляции и поддержанию стабильности внутренней среды организма; правило необратимости – эволюция является необратимым процессом; правило прогрессирующей специализации – группа организмов, вступившая на путь специализации, в дальнейшем будет идти по пути все более глубокой специализации. 60. Синтетической теории. 61. Теория микроэволюции изучает процессы видообразования; теория макроэволюции изучает происхождение надвидовых таксонов. 62. Полисахариды – моносахариды; нуклеиновые кислоты – нуклеотиды; белки – аминокислоты. 63. А – Т. 64. Репликация – удвоение молекулы ДНК за счет самокопирования; транскрипция – перенос информации с ДНК на и-РНК; трансляция – синтез белка. 65. Белки – ферменты, антитела; нуклеиновые кислоты – наследственная информация; полисахариды – строительный материал; жиры – энергетический резерв. 66. Митоз – соматические клетки; мейоз – половые клетки. 67. Клетка – структурная и функциональная единица живых систем; ткань – группа клеток, сходных по строению и выполняемым функциям; организм – система органов и тканей. 68. Популяция – совокупность особей одного вида, занимающих определенную территорию и свободно скрещивающихся между собой; вид – совокупность популяций; биоценоз – совокупность различных видов живых организмов, населяющих участок среды с однородными условиями; биогеоценоз – комплекс живой и неживой природы, функционирующий как единое целое; биосфера – совокупность всех экосистем планеты. 69. ТЦА АГЦ ААТ. 70. Возникновение новых видов животных. 71. Не передается по наследству. 72. В изменении генетического материала особи. 73. Внешних и внутренних признаков организма. 74. Приобретать новые признаки в процессе индивидуального развития. 75. Лocus. 76. Женский организм человека содержит XX-хромосомы и XY-хромосомы. 77. Генной мутацией. 78. Революция; катастрофизм. 79. Трансляция. 80. Генетического кода.

**К главе 13.** 1. Классического естествознания. 2. В режиме с обострением (неограниченного возрастания за конечное время). 3. Нестабильность, открытость,

диссипативность, нелинейность. 4. Направленность развития на структурную упорядоченность. 5. Единицей эволюции. 6. В процессе онтогенеза возникают мутации. 7. Случайно выбирает путь нового развития. 8. Нелинейных законов. 9. Сотрудничество, совместное действие. 10. Дробную размерность тел и пространств. 11. Область притяжения решений. 12. Ветвление решения в критической точке. 13. Точкой бифуркации. 14. Скачкообразный, необратимый переход системы в новое состояние. 15. Открытых неравновесных систем. 16. Раздел математики, исследующий себе подобные (самоподобные) структуры, как правило, нецелочисленной размерности. 17. Возникновение ячеек Бенара при конвективном нагревании чистой жидкости. Протекание автоколебательных химических реакций. Возникновение упорядоченных пространственных структур при кристаллизации твёрдого тела. 18. Процессы, при которых возникают более сложные и более совершенные структуры. 19. Пространственные, временные или пространственно-временные структуры, которые могут возникать вдали от равновесия в нелинейной области, если параметры системы превышают критические значения. 20. Они образуются в открытых системах, далеких от термодинамического равновесия, в результате флуктуации на макроскопическом уровне. Их самоорганизация происходит в результате экспорта энтропии. Возникновение пространственного или временного порядка аналогично фазовому переходу. Переход в упорядоченное состояние диссипативной системы происходит в результате неустойчивости предыдущего неупорядоченного состояния при критическом значении некоторого параметра, отвечающем точке бифуркации. 21. Переход части энергии упорядоченного процесса в энергию неупорядоченного процесса, а в конечном итоге – в теплоту. 22. Особая функция состояния, являющаяся количественной мерой необратимого рассеяния энергии. 23. Притягивающее множество траекторий в фазовом пространстве, в котором точки никогда не повторяются и орбиты никогда не пересекают друг друга, однако как точки, так и орбиты остаются внутри некоторой области в фазовом пространстве. В отличие от предельных циклов или точечных аттракторов странные аттракторы являются непериодическими и имеют фрактальную размерность. 24. Структурных изменений. 25. Макроскопических неоднородностей всех масштабов. 26. Направленный поток энергии и вещества. 27. Нечувствительности структуры к изменению условий и в возможности для данной структуры воспроизводиться при воспроизведении тех же условий. 28. Сложнейшая вихревая структура, обеспечивающая скачкообразное усиление рассеяния энергии, накопленной в нагретой воде некоторого участка океана. 29. Перегреве больших масс воды в восточной экваториальной зоне Тихого океана, ослабление пассатов, отеснение к югу холодного Перуанского течения. 30. Непрерывно эволюционирует. 31. Локальное усложнение структур в отдельных частях вселенной. 32. Система достигает некоторого критического состояния, переход из которого осуществляется скачком. 33. Построение эволюционной теории объектов материального мира. Поиск и открытие универсальных механизмов самоорганизации в материальном мире. Создание теории универсального эволюционизма, как абсолютно достоверной и единственно правильной картины мира. 34. Появ-

ление гетеротрофов. 35. Эволюционирующие. 36. Универсального эволюционизма. 37. Уменьшается. 38. Производства избыточной энтропии.

**К главе 14.** 1. Действующим непериодически (случайно). 2. Мышления. 3. Они сходны по строению, жизнедеятельности, числу и составу хромосом, вступают в брак и имеют полноценных детей. 4. Австралопитек, человек умелый, человек прямоходящий, человек разумный. 5. Сходство строения и жизнедеятельности человека и млекопитающих животных и их зародышей, наличие у человека рудиментов и атавизмов, палеонтологические находки древних людей. 6. Расовые различия. 7. Генетическом единстве рас. 8. Биологических факторов эволюции. 9. Трудовая деятельность и общество. 11. Четвертичный период кайнозойской эры. 12. Самозащита. 13. Афарский австралопитек. 14. Умелый – прямоходящий – разумный. 15. Человек относится к классу млекопитающих. Аппендикс у человека – рудимент. Густой волосяной покров у человека – атавизм. Человек и человекообразные обезьяны – близкородственные организмы. Трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление относятся к социальным факторам. 16. Наличие рудиментов и атавизмов. 17. Естественный отбор. 18. Труд. Речь. Общественный образ жизни. 19. Австралопитеки. 20. Дриопитеки. 21. Осложнение деторождения. 22. Специфическое строение кисти руки. 23. Условные рефлексы. 24. Сходство генотипов всех людей. 25. Частые наследственные заболевания у малых народностей. 26. Передние конечности хватательного типа. 27. Микроэволюция. 28. Расширение озоновых дыр и усиление ультрафиолетового облучения. 29. Мутационный процесс. Наследственная изменчивость. Стабилизирующая форма естественного отбора. 30. Человек умелый, затем человек прямоходящий, затем неандерталец, затем кроманьонец. 31. Объём мозга. 32. По орудиям труда, находящимся рядом с останками. 33. Географическая изоляция. 34. Человек разумный – один из трёх миллионов известных науке биологических видов. Экологические отличия человечества от популяций других видов заключаются в масштабах экологических связей и особенностях их реализации. 35. Роста доли городского населения. 36. Усилились. 37. Изменчивости. Наследственности. Естественного отбора. 38. Бытовые и культурные особенности народов мира, проблемы происхождения, расселения и культурно-исторических взаимоотношений народов. 39. Закрывающаяся система. 40. Характерологическая доминанта, необоримое внутреннее стремление к деятельности, направленное на осуществление какой-либо цели. 41. а, к; в, з; д, б; ж, е; и, г. 42. Прямохождение, общественный образ жизни. 43. Австралопитек → человек умелый → человек прямоходящий → человек разумный. 10.90. а, к; б, и; в, з; г, ж; д, е. 44. Деятельностью человека. 45. а, е; б, д; в, г. 46. Тремя. 47. а, г; б, в. 48. Температуры. 49. Недрах звёзд. 50. Повышением качества энергии среды. 51. Возникновение и поддержание жизни. 52. Непредсказуемой. 53. Способность к рациональному мышлению.

**К главе 15.** 1. Теоретическому. 2. Никакая система понятий не может быть полной. 3. Начальный этап теоретического познания. 4. Утверждение о фальсифицируемости научного знания. 5. Верифицируемости. 6. Информации. 7. Эксперимент, экспериментальный результат, закономерность явления природы (математическое описание результата), гипотеза, теория. 8. Выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. 9. Анализ,

синтез, индукция, дедукция, абстракция. 10. Эксперимент, наблюдение, измерение, описание. 11. Выраженное в форме суждения (или суждений) предположение или предугадывание чего-либо. 12. Предметы, воспроизводящие определённые физические и функциональные характеристики объекта исследования. 13. Синтез общей относительности с квантовыми (дискретными) представлениями о строении материи в единую физическую теорию, наподобие уже создаваемой в наше время единой теории всех фундаментальных физических взаимодействий: гравитационного, электромагнитного, слабого и сильного. 14. Форма общественного сознания; сфера человеческой деятельности; система социальных институтов. 15. Сумма знаний, лежащих в основе научной картины мира. 16. Экспериментальная проверка. 17. Адсорбция. Деструкция. Интродукция. 18. Научной революции. 19. Гуманитарное познание может изменять мир. Точное познание законов биржи естествознанию недоступно. 20. Исключения становятся фундаментом новых гипотез. 21. Индукция – наведение, дедукция – выведение, субдукция – погружение, интродукция – введение. 22. Познание законов, управляющих поведением и взаимодействием базисных структур природы, общества и мышления. 23. Наличие экспериментального метода исследования, достоверность, объективность. 24. Достоверность, объективность. 25. Фактологические знания. 26. Фактологические знания. 27. Описательная – изложение сущности изучаемого объекта; объяснительная – выявление существенных свойств действительности; мировоззренческая – внесение полученных знаний в существующую картину мира; прогностическая – предсказание новых открытий. 28. Диалектический метод – познание явлений действительности в их развитии и взаимосвязи; метафизический метод – познание явлений действительности в застывшем, неизменном состоянии, изолированно друг от друга. 29. Явления действительности исследуются в контролируемых и управляемых условиях. 30. Определяются количественные значения свойств объектов, явлений с помощью специальных технических устройств. 31. Гуманитарные науки – объект исследования скорее идеальный, чем материальный; естественные науки – методологию науки составляют экспериментальные методы; математические науки – объект исследования мыслимый и не базируется на опыте. 32. Механицизм – Новое время; гуманизм – Возрождение; теологизм – Средние века; космоцентризм – Античность. 33. Восхождение от чувственно воспринимаемых конкретных объектов к мысленным абстрактным представлениям о них. 34. Электрическая жидкость, теплород, флогистон. 35. Мысленное выделение одного важного для данной теории свойства, в результате чего возникает объект, обладающий только этим свойством. 36. Использование специальных символов для изучения реальных объектов. 37. Идеализации. 38. Формализации. 39. Движение мышления от частного, единичного к общему. 40. Получение частных выводов на основе знания общих положений. 41. Разделение объекта (мысленно или реально) на составные части с целью их отдельного изучения. 42. Соединение различных признаков объекта в единое целое, без чего невозможно познание этого предмета. 43. Перенос знания с изученного объекта на другой объект, менее изученный. 44. Изучение объектов посредством их моделей. 45. Мысленно-наглядные представления в форме воображаемых моделей. 46. Схемы, чертежи,

графики. 47. Синтез – процедура соединения выделенных частей объекта изучения или явления в единое целое. Моделирование – изучение объекта путём создания и изучения его образца (копии). Формализация – построение абстрактных математических моделей (конструкций), передающих сущность изучаемых процессов действительности. 48. Измерение – определение количественных характеристик изучаемого объекта, явления или процесса с помощью технических средств. Обобщение – метод познания, позволяющий выделять и устанавливать совпадающие свойства и признаки объектов. Индукция – способ мышления, позволяющий получить общий вывод на основе частных посылок. 49. Аналогия – метод познания, при котором отмеченное сходство и совпадение некоторых признаков у сравниваемых объектов, позволяет предположить их сходство и в других признаках. Наблюдение – метод целенаправленного изучения объектов и явлений, основанный на чувственных способностях человека. Обобщение – метод познания, позволяющий выделять и устанавливать совпадающие свойства и признаки объектов. Эксперимент – подготовленное, целенаправленное, контролируемое воздействие познающего субъекта на изучаемый объект. 50. Личная позиция ученого имеет решающее значение. 51. Трудностью экспериментов. 52. Эмпирическая (экспериментальная) проверка (подтверждение) результатов исследования. 53. Господством аналитического подхода, направляющего ум, мысль на поиск простейших первоэлементов реальности, 54. Аналитический подход, направляющий мышление на выявление простейших элементов (единиц) бытия.

**К главе 16.** 1. Дифференциальное и интегральное исчисление. 2. Векторный анализ и теория поля. 3. Теория бесконечномерных гильбертовых пространств. 4. Фрактальной. 5. Теории групп. 6. Анализ, синтез и моделирование. 7. Эффективность, а не истинность. 8. Существует близкая взаимосвязь. 9. Независимы. 10. Идёт через абстрактное к конкретному, посредством предугаданной абстрактной схемы. Невозможно без познания математики самой себя. 11. «Физические понятия суть свободные творения человеческого разума, а не определены однозначно внешним миром, как это иногда может показаться» – А. Эйнштейн. «Опыт играет определённую роль в происхождении геометрии, но было бы ошибкой заключить, что геометрия – хотя бы отчасти – является экспериментальной наукой» – А. Пуанкаре. «...мы не знаем и не можем знать природу, но наш разум, наделённый предустановленными структурами пространства и времени ... диктует присущие ему врождённые структуры» – И. Кант. «В природе существует внутренняя присущая ей скрытая гармония, отражающаяся в наших умах в виде простых математических законов. Именно этим объясняется, почему природные явления удаётся предсказать с помощью комбинации наблюдений и математического анализа» – Г. Вейль. 12. Непротиворечивости соответствующей модели. 13. Интуитивной ясности, убедительности, простоте и изяществе математических построений; возможности эффективного использования теорий в прикладных целях.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

---

Горелов, А.А. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / А.А. Горелов; под ред. В.Н. Лавриненко, В.П. Ратникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2002.

Горохов, В.Г. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / В.Г. Горохов. – М.: ИНФРА-М, 2000.

Дубнищева, Т.Я. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / Т.Я. Дубнищева. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: Изд. центр «Академия», 2006.

Канке, В.А. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / В.А. Канке. – М.: Логос, 2004.

Найдыш, В.М. Концепции современного естествознания: учебник / В.М. Найдыш. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2004.

Рау, В.Г. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / В.Г. Рау. – М.: Академия, 2007.

Рузавин, Г.И. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / Г.И. Рузавин. – М.: ЮНИТИ, 2000.

Суханов, А.Д. Концепции современного естествознания: учебник / А.Д. Суханов. – М.: Изд-во Агар, 2000.

Торосян, В.Г. Концепции современного естествознания: учеб. пособие / В.Г. Торосян. – М.: Высш. шк., 2003.

Учебное издание

**Савченко** Валерий Нестерович  
**Смагин** Виктор Павлович

**КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**  
**Т. 2. Планетное, химическое, биологическое,**  
**эволюционное, философия**  
**и инструменты, мега-история Вселенной.**  
**Тезаурус и персоналии (от Л до Я)**

Учебное пособие

Редактор С.Г. Масленникова  
Компьютерная верстка М.А. Портновой  
Фото на обложке Е.В. Ковешникова

Подписано в печать 16.12.2013. Формат 70×100/16.  
Бумага писчая. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 25,15. Уч.-изд. л. 23,0. Тираж 100 экз. Заказ

---

Издательство Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса  
690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41  
Отпечатано: множительный участок ВГУЭС  
690014, Владивосток, ул. Гоголя, 41