

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»
Хакасский филиал

Ю.М. Степанов

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Рекомендовано научно-методическим советом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Красноярский государственный аграрный университет» в качестве учебного пособия для студентов ВПО, обучающихся по направлениям подготовки 080100.62 «Экономика», 081100.62 «Государственное и муниципальное управление», 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 111100.62 «Зоотехния»

Красноярск 2014

ББК 20
С79

Рецензенты:

А.Н. Борисенко, канд. техн. наук, доцент, зам. дир. по науч. исследованиям и международным связям ХТИ-филиала ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»

О.С. Хлякин, канд. филос. наук, доцент кафедры иностранных языков и методики преподавания Института филологии и межкультурной коммуникации ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова»

С79 **Степанов, Ю.М.**

Концепции современного естествознания: учебное пособие / Ю.М. Степанов; Краснояр. гос. аграр. ун-т, Хакасский филиал. – Красноярск, 2014. – 304 с.

Предназначено для студентов ВПО, обучающихся по направлениям подготовки 080100.62 «Экономика», 081100.62 «Государственное и муниципальное управление», 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 111100.62 «Зоотехния».

ББК 20

© Степанов Ю.М., 2014

© ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Хакасский филиал, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	6
Требования к дисциплине.....	8
Внешние и внутренние требования.....	8
Владение компетенциями.....	10
Место дисциплины в учебном процессе.....	11
Цели и задачи дисциплины.....	13
Структура и содержание дисциплины.....	16
Тематический план дисциплины.....	29
Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины.....	30
Содержание модулей дисциплины.....	31
Практические (семинарские) занятия.....	32
Примерные темы семинарских занятий.....	32
Самостоятельное изучение разделов дисциплины.....	37
Рекомендации по использованию информационных технологий..	47
Вопросы для самоконтроля.....	48
ТЕКУЩИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	50
Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций.....	50
Промежуточный контроль.....	53
Перечень вопросов к зачету (дифференцированный).....	54
КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	58
1. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ И ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА.....	59
2. ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.....	65
3. ПАНОРАМА СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.....	75
4. СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ.....	81
5. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ОПИСАНИЯ ПРИРОДЫ.....	93
6. КОНЦЕПЦИИ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ.....	104

7. ДИНАМИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ.....	112
8. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАКРОСИСТЕМ....	128
9. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ОПИСАНИЯ МИКРОМИРА.....	138
10. КОНЦЕПЦИИ САМООРГАНИЗАЦИИ.....	143
11. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ.....	159
12. БИОСФЕРА И НООСФЕРА.....	195
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	212
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.....	213
ГЛОССАРИЙ.....	284
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	302

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек, получающий высшее образование, должен иметь общее представление о достижениях науки и применять эти знания на практике, ибо в настоящее время рациональный естественно-научный метод проникает во все сферы, участвуя в формировании сознания общества, и вместе с тем приобретает все более универсальный язык, адекватный философии, психологии, социальным наукам. Тенденция к гармоничному синтезу двух традиционно противостоящих компонентов культуры созвучна потребности общества в целостном мировидении и подчеркивает актуальность предметной дисциплины.

Идея курса состоит в передаче естественно-научной грамотности, представлений об основополагающих концепциях различных естественных наук, складывающихся в единую картину мира. Несмотря на необходимое присутствие элементов истории и философии науки, основное содержание дисциплины подразумевается как целостное описание природы и человека на основе научных достижений, смены методологий, концепций и парадигм в общекультурном, историческом контексте.

Изучение курса «Концепции современного естествознания» поможет студентам выработать активную жизненную позицию, повысить качество подготовки специалиста, обладающего целостным научным мировоззрением, и тем самым даст возможность оценивать последствия принимаемых решений, что будет способствовать успешной социальной адаптации.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Требования Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения (ФГОС ВПО).

Государственное и муниципальное управление

ФГОС ВПО для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 081100.62 «Государственное и муниципальное управление», в сферу профессиональной деятельности специалистов включает служебную деятельность на должностях государственной гражданской службы Российской Федерации по обеспечению исполнения полномочий федеральных государственных органов, государственных органов субъектов Российской Федерации, лиц, замещающих государственные должности Российской Федерации, и лиц, замещающих государственные должности субъектов Российской Федерации на должностях государственной гражданской службы Российской Федерации (муниципальной службы), на должностях в государственных и муниципальных организациях и учреждениях, на административных должностях в государственных и муниципальных предприятиях, в научно-исследовательских и образовательных организациях в сфере государственного и муниципального управления, в политических партиях, общественно-политических и некоммерческих организациях.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров по данному направлению подготовки являются: федеральные государственные органы, органы власти субъектов Российской Федерации; органы местного самоуправления; государственные и муниципальные учреждения, предприятия и бюджетные организации; институты гражданского общества; общественные организации; некоммерческие организации; международные организации и международные органы управления; научно-исследовательские и образовательные организации и учреждения.

По роду деятельности специалисту приходится решать множество вопросов, относящихся к различным сферам деятельности, поэтому широкий кругозор, умение ориентироваться в различных областях знания играют важную роль в реализации профессиональных и общекультурных компетенций.

Экономика (профили «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Финансы и кредит», «Экономика предприятий и организаций»)

ФГОС ВПО для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 080100.62 «Экономика» (профиль «Бухгалтерский учет, анализ и аудит», «Финансы и кредит», «Экономика предприятий и организаций»), в сферу профессиональной деятельности специалистов включает: экономические, финансовые, маркетинговые, производственно-экономические и аналитические службы организаций различных отраслей, сфер и форм собственности, финансовые, кредитные и страховые учреждения, органы государственной и муниципальной власти, академические и ведомственные научно-исследовательские организации, общеобразовательные учреждения, образовательные учреждения начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального и дополнительного профессионального образования.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров по данному направлению являются поведение хозяйствующих агентов, их затраты и результаты, функционирующие рынки, финансовые и информационные потоки, производственные процессы. Знание концептуальных основ естествознания поможет будущим специалистам лучше ориентироваться в решении профессиональных вопросов, так как экономика социально ориентирована, а формирование информационных потоков происходит в соответствии с принципами кибернетики и синергетики.

Зоотехния

ФГОС ВПО для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 111100.62 «Зоотехния», в сферу профессиональной деятельности специалистов включает продуктивное и непродуктивное животноводство, переработку продукции животноводства.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются: все виды сельскохозяйственных животных, домашние и промышленные животные, птицы, звери, пчелы, рыбы; технологические процессы производства и первичной переработки продукции животноводства; корма и кормовые добавки, технологические процессы их производства.

Целостное мировоззрение, формирующееся при изучении дисциплины позволит будущим специалистам успешнее решать профессиональные вопросы, так как при этом принимается во внимание

комплекс дисциплин прямо или косвенно связанный с профессиональной деятельностью: физиология, биохимия, микробиология, экология и т.п.

Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции

ФГОС ВПО для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», в область профессиональной деятельности бакалавров включает исследования и технологические разработки, направленные на решение комплексных задач по организации производства и переработке сельскохозяйственной продукции.

Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются сельскохозяйственные культуры и животные, технологии производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, оборудование перерабатывающих производств, сооружения и оборудование для хранения сельскохозяйственной продукции.

Целостное мировоззрение, формирующееся при изучении дисциплины, позволит будущим специалистам успешнее решать профессиональные вопросы, так как при этом принимается во внимание не только комплекс дисциплин, прямо или косвенно связанный с профессиональной деятельностью, но и комплекс социальных, экономических информационных дисциплин.

Требования к дисциплине

Внешние и внутренние требования

Рабочие программы дисциплины разработаны в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлениям подготовки:

081100.62 «Государственное и муниципальное управление», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 января 2011 г. № 41;

111100.62 «Зоотехния», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 января 2010 года № 73;

080100 «Экономика» (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21 декабря 2009 г. № 747;

110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 сентября 2011 г. № 2308.

Требования ФГОС ВПО к указанным выше направлениям подготовки бакалавров по КСЕ приведены ниже.

Обобщенные требования ФГОС ВПО к направлениям подготовки бакалавров гуманитарного профиля по дисциплине

Наименование разделов и дидактических единиц

1. Структурные уровни организации материи.
2. Микро-, макро- и мегамиры.
3. Пространство и время.
4. Принцип относительности.
5. Принцип симметрии.
6. Взаимодействие: близкодействие, дальнодействие.
7. Принципы суперпозиции, неопределенности, дополненности.
8. Динамические и статистические закономерности в природе.
9. Законы сохранения энергии в макроскопических процессах.
10. Принцип возрастания энтропии.
11. Химические системы.
12. Энергетика химических процессов.
13. Реакционная способность веществ.
14. Особенности биологического уровня организации материи.
15. Принципы эволюции, воспроизводства и развития живых систем.
16. Многообразие живых организмов – основа организации и устойчивости биосферы.
17. Генетика и эволюция.
18. Человек: физиология, здоровье, эмоции, творчество, работоспособность; биоэтика; экология и здоровье.
19. Человек, биосфера и космические циклы.
20. Ноосфера.
21. Необратимость времени.
22. Синергетика: самоорганизация в живой и неживой природе.
23. Принципы универсального эволюционизма.
24. Путь к единой культуре.

Владение компетенциями

Дисциплина должна способствовать формированию общекультурных и профессиональных компетенций выпускника. Обобщив компетенции по всем направлениям подготовки бакалавров, мы пришли к выводу, что главными являются следующие общекультурные компетенции (ОК):

– владение культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;

– владение навыками самостоятельной, творческой работы; умение организовать свой труд; способность порождать новые идеи, находить подходы к их реализации;

– знание базовых ценностей мировой культуры и готовность опираться на них в своей профессиональной деятельности, личностном и общекультурном развитии;

– знание законов развития природы, общества, мышления и умение применять эти знания в профессиональной деятельности; умение анализировать и оценивать социально значимые явления, события, процессы;

– использование основных законов естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности;

– самоорганизация, самоконтроль, способность к расширению границ своих профессионально-практических познаний; умение использовать методы и средства познания, различные формы и методы обучения и самоконтроля, новые образовательные технологии для своего интеллектуального развития и повышения культурного уровня;

– способность анализировать социально значимые проблемы и процессы, происходящие в обществе, и прогнозировать возможное их развитие в будущем;

– способность понимать движущие силы и закономерности исторического процесса, события и процессы экономической истории, место и роль своей страны в истории человечества и в современном мире;

– способность понимать и анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы;

– способность представить современную картину мира на основе естественно-научных, математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры;

– умение готовить информационно-методические материалы по вопросам социально-экономического развития общества и деятельности органов власти;

– умение критически оценивать информацию, переоценивать накопленный опыт и конструктивно принимать решение на основе обобщения информации; способность к критическому анализу своих возможностей;

– умение логически верно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь;

– умение общаться четко, сжато, убедительно, выбирая подходящие для аудитории стиль и содержание;

Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

– готовность к анализу и критическому осмыслению отечественной и зарубежной научно-технической информации в области профессиональной деятельности;

– готовность к участию в проведении научных исследований, обработке и анализу их результатов исследований;

– способность, используя отечественные и зарубежные источники информации, собрать необходимые данные проанализировать их и подготовить информационный обзор и/или аналитический отчет;

– способность адекватной оценки поставленных целей и результатов деятельности;

– способность представлять результаты своей работы для других специалистов, отстаивать свои позиции в профессиональной среде, находить компромиссные и альтернативные решения;

– умение выявлять проблемы, определять цели, оценивать альтернативы, выбирать оптимальный вариант решения, оценивать результаты и последствия принятого управленческого решения.

Место дисциплины в учебном процессе

Общий замысел курса состоит в том, чтобы представить естествознание как феномен мировой культуры. Это подразумевает изложение не только технических и технологических приложений естественных наук, но, прежде всего, представлений о классической и неклассической стратегиях мышления. Благодаря становлению стратегий естественно-научного мышления человечество обрело дар понимания природы и осознание значимости позиции исследователя для получения того или иного знания.

Программа составлена с трансдисциплинарных позиций, позволяющих установить единство естественных наук в целях построения концептуального каркаса целостной естественно-научной картины мира. Структура программы подчинена изложению некоторых ведущих естественно-научных идей, в которых отражаются современные представления о природе, не зависящие от области научной специализации естествоиспытателя. Концепция формирования содержания программы дисциплины КСЕ сводится к следующему:

- естествознание рассматривается как самостоятельная наука со своим предметом и методами исследования;
- в естествознании существуют идеи и принципы, отличные от общей и частной методологии познания мира;
- естествознание является одним из центров роста и объединения мировой культуры.

Изучением дисциплины достигается формирование у специалистов представлений о неразрывном единстве и взаимосвязи материального и духовного начала в человеке, представление о мире как о бесконечном многообразии проявлений форм материального существования.

Дисциплина «Концепции современного естествознания» (КСЕ) является базовой для изучения всех остальных дисциплин, в которых необходимо формирование представления об основах современного научного познания.

Изучение дисциплины базируется на знании таких разделов естествознания, как физика, химия, биология и др.

Учебная дисциплина КСЕ относится к вариативной части математического и естественно-научного цикла дисциплин (Б.2.2) подготовки студентов по направлению 080100.62 «Экономика». Общий объем дисциплины – 4 зачетные единицы (144 часа) – изучается студентами 2 и 3 курса в течение 5 и 6 семестров (срок обучения 5 лет) и студентами 1 курса в течение 1–2 семестров (срок обучения 3,5 года). Аудиторная нагрузка составляет 12 часов, в том числе лекции – 6 часов, практические занятия – 6 часов. Самостоятельная работа студентов (СРС) – 132 часа.

КСЕ входит в базовую часть математического и естественно-научного цикла дисциплин (Б.2.1) подготовки студентов по направлению 081100.62 «Государственное и муниципальное управление». Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), изучается студентами 2 курса в течение 4 семестра. Аудиторная на-

грузка составляет 10 часов, в том числе лекции – 4 часов, практические занятия – 6 часов. Самостоятельная работа студентов (СРС) – 62 часа.

КСЕ является курсом по выбору гуманитарного, социального и экономического цикла дисциплин (Б.1.2) подготовки студентов по направлению 111100.62 «Зоотехния». Трудоемкость дисциплины – 2 зачетные единицы (72 часа), изучается студентами 1 курса в течение 1 семестра (срок обучения 5 лет и 3,5 года). Аудиторная нагрузка составляет 10 часов, в том числе лекции – 4 часа, практические занятия – 6 часов. Самостоятельная работа студентов (СРС) – 62 часа. Для студентов, срок обучения которых составляет 3,5 года, аудиторная нагрузка – 8 часов, в том числе лекции – 4 часа, практические занятия – 4 часа. Самостоятельная работа студентов (СРС) – 64 часа.

КСЕ входит в вариативную часть гуманитарного, социального и экономического цикла дисциплин (Б.1.2) подготовки студентов по направлению подготовки 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции». Общий объем – 2 зачетные единицы (72 часа), изучается студентами 1 курса в течение 1 семестра. Трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа), изучается студентами 1 курса в течение 1 семестра. Аудиторная нагрузка составляет 8 часов, в том числе лекции – 4 часа, практические занятия – 4 часа. Самостоятельная работа студентов (СРС) – 64 часа.

Программа дисциплины включает следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестирования, контрольной работы и промежуточный контроль в форме зачета.

Цели и задачи дисциплины

Настоящий учебно-методический комплекс разработан в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавра по дисциплине «Концепции современного естествознания», содержание которой отражено в государственных образовательных стандартах.

Основное назначение этой общеобразовательной дисциплины – содействовать получению широкого базового высшего образования, способствующего дальнейшему развитию личности. При изучении дисциплины не делается излишний акцент на будущей специальности выпускника. В ней дается панорама наиболее универсальных методов

и законов современного естествознания, демонстрируется специфика рационального метода познания окружающего мира.

Изучение дисциплины «Концепции современного естествознания» преследует цель ознакомления студентов, обучающихся по гуманитарным и техническим направлениям, с неотъемлемым компонентом единой культуры – естествознанием, и формирования целостного взгляда на окружающий мир.

Курс задуман как междисциплинарное динамичное описание основных явлений и законов природы и тех научных открытий, которые послужили началом революционных изменений в технологиях, мировоззрении или общественном сознании. Методология курса состоит в восхождении по уровням организации эволюционирующего материального мира к человеку как биопсихосоциальному существу, затем – к взаимодействиям биосферы и цивилизации.

Успешное овладение профессией требует не только специальных знаний, необходимых для работы по специальности, но и общих представлений о строении и развитии материи, эволюции жизни на планете и других научных парадигмах, обуславливающих современное состояние естественно-научной картины мира. Знание фундаментальных положений в различных областях естествознания облегчит студентам понимание проблем, место и роль специальных наук в становлении специалиста и достижении высокого профессионализма.

Цель дисциплины – дать студентам знания о современных взглядах на научную картину мира и представить естествознание как феномен мировой культуры. Цель дисциплины состоит и в том, чтобы через систему знаний о закономерностях и законах, действующих в природе, расширить представления студентов:

- о направлениях и путях развития в научно-технической и организационно-экономической сферах деятельности человека;
- месте человека в эволюции Земли;
- использовании новых подходов к достижению более высокого уровня выживания человечества в условиях надвигающейся экологической катастрофы и техногенных рисков.

В соответствии с поставленной целью данный курс имеет следующие **задачи**:

- понимание специфики гуманитарного и естественно-научного компонентов культуры, ее связей с особенностями мышления;
- формирование представлений о ключевых особенностях стратегий естественно-научного мышления;

– понимание сущности трансдисциплинарных идей и важнейших естественно-научных концепций, определяющих облик современного естествознания;

– формирование представлений о естественно-научной картине мира как глобальной модели природы, отражающей целостность и многообразие естественного мира;

– осознание проблем экологии и общества в их связи с основными концепциями естествознания;

– ознакомление студентов с этапами развития и основными концепциями современного естествознания в историческом аспекте;

– представление о едином процессе развития, охватывающем неживую природу, живое вещество и общество, об уровнях организации материального мира и процессов, протекающих в нем.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

– концептуальные основы фундаментальных законов природы, макро- и микромира, неорганической и органической материи, биосферы, человека;

– общие представления о естественно-научной картине мира и ее основных компонентах;

– законы самоорганизации материи в открытых системах, диалектические принципы развития и всеобщей связи мироздания;

– логику и закономерности развития науки;

– проблемы, связанные с отношением между человечеством и природой, и, прежде всего, вопросы, касающиеся экологической катастрофы на Земле, истощения минерально-сырьевых запасов, выживания человека;

– концепцию универсального эволюционизма как основополагающего принципа развития природы, общества и человека.

Уметь:

– провести рациональную реконструкцию отдельных фактов и явлений истории науки;

– грамотно прокомментировать основное содержание конкретных важнейших научных теорий и основополагающих научно-концептуальных моделей;

– проследить истоки возникновения научного знания, важнейших направлений отраслей науки;

- провести квалифицированную оценку соотношения рационального и альтернативного знания в различных культурно-исторических условиях;
- грамотно ориентироваться в важнейших отраслях естествознания;
- системно подходить в оценке развития любого направления естествознания;
- применять полученные знания при решении профессиональных проблем.

Структура и содержание дисциплины

Введение. Цивилизационная значимость естественно-научной культуры.

Естественно-научная культура как воплощение целостной системы представлений о мире, характеризующей уровень развития общества. Вклад естественно-научной культуры в создание искусственной среды обитания человека (технические и технологические приложения естественно-научного знания). Процесс изучения природы как средство духовного развития человека. Идеиный вклад естествознания в развитие культуры мышления человечества. Естествознание как феномен общечеловеческой культуры.

Раздел I. Природа и естественно-научное познание

1. Человек и природа

1.1. Мир природы как естественное окружение человека

Природа и человеческое общество как элементы реальности. Эмпирический уровень рассмотрения проблемы. Основные характеристики и закономерности окружающего мира: единство и многообразие природных объектов и явлений; индивидуальность и тождественность явлений; взаимосвязанность всего в природе; развитие во времени и сложности; сочетание внутренней организованности и хаотичности окружающего мира. Человек как природный объект. Фактор активной деятельности человека и его влияние на природу.

Человек как исследователь окружающего мира. Двуединство проблемы построения научной картины мира: человек познает природу, будучи ее неотъемлемой частью; природа в образе человека познает самое себя. Зависимость результатов познания от особенностей мышления.

1.2. Отражение действительности в науке

Наука и искусство. Специфика рационального познания, теоремы Геделя. Гуманитарные науки (человек на фоне природы) и естественно-научное знание (природа на фоне человека). Интуиция в науке. Художественные образы и научные понятия.

Научная картина мира (НКМ) как образ действительности. Общие представления о глобальной НКМ – гуманитарный и естественно-научный срезы НКМ как проекции единой общечеловеческой культуры.

Межполушарная асимметрия человеческого мозга. Рациональное и образное мышление. Восприятие детального и глобального планов действительности. Алфавитная и иероглифическая письменности как прообразы способов кодирования информации в науке и искусстве. Проблема целостности мышления.

1.3. Классическая стратегия естественно-научного мышления

Исторические корни классической стратегии естественно-научного мышления. Демокрит, Коперник, Бэкон, Декарт, Ньютон и Максвелл как родоначальники классического мышления в естествознании. Суть классической стратегии естественно-научного мышления: исследователь как сторонний наблюдатель, не признающий случайных событий. Принцип скрытых параметров объекта. Однозначный детерминизм и классическая логика. Точная предопределенность прогноза. Принципиальная контролируемость и устранимость воздействий. Наглядность и онтологизация как характерные черты классических представлений в естествознании. Характеристики системы как предмет классического исследования. Классическая ментальность вне естествознания.

1.4. Неклассическая стратегия естественно-научного мышления

Исторические корни неклассической стратегии естественно-научного мышления (примитивная деятельность по поддержанию жизни и становление абстрактного мышления). Эпикур, Больцман, Планк, Бор, Гейзенберг как родоначальники неклассического мышления в естествознании. Суть неклассической стратегии естественно-научного мышления: исследователь как взаимодействующий испытатель природы (участник), стохастический характер явлений природы. Вероятностный характер прогноза. Неклассическая логика и дополненность. Принципиальная неконтролируемость и неустранимость воздействий;

ограничения на минимальные воздействия. Принцип неопределенности. Потеря наглядности в неклассических представлениях. Состояние системы как предмет неклассического исследования. Неклассическая ментальность вне естествознания. Проблема целостности и гармоничности мышления в аспекте естественно-научного познания.

2. Трансдисциплинарные идеи в естествознании

2.1. Естествознание как трансдисциплинарная область научного знания

Междисциплинарные и трансдисциплинарные отношения в области естественных наук. Инвариантность трансдисциплинарных идей по отношению к стратегиям мышления. Универсальность трансдисциплинарных идей в естествознании. Соотношение трансдисциплинарных идей и частных дисциплинарных концепций в естествознании. Зависимость концептуального уровня описания природы от стратегий естественно-научного мышления.

2.2. Трансдисциплинарная идея модельности описания и иерархичности моделей природы

Отличие художественных образов от научных моделей. Проблема онтологизации модельных представлений. Типология моделей в науке – материальные, абстрактные (теоретические конструкции, математические уравнения). Картина мира как модель. Адекватность характеристики модели как средство описания реакций объекта на воздействия окружения. Необходимое количество параметров модели и разнообразие воздействия окружения.

2.3. Трансдисциплинарная идея единства объекта и его окружения

Взаимоотношения объекта с окружающей средой – условие получения информации об объекте. Контекстуальный фактор в свойствах объекта. Условность выбора исследуемой системы. Понятие изолированного объекта и расширенной системы. Возможность обратных связей в системе «объект-окружение». Принцип коэволюции объекта и окружения – существование согласованных механизмов динамики в системе «объект-окружение».

2.4. Трансдисциплинарная идея целостности природы

Целостность как фактор качественной определенности объекта. Невозможность сведения сущности объекта к совокупности отдель-

ных самостоятельных элементов. Внутренняя структура объекта и устойчивость как проявления сложности.

Целостность живой природы и биосферы. Экосистемы. Проблемы экологии как результат нарушения целостности природы.

2.5. Трансдисциплинарная идея пространственно-временных отношений в природе

Движение как перемещение в пространстве и изменение. Отношения «раньше-позже» и «прошлое-будущее». Представления Аристотеля о двух типах движения и их отражение в современном естествознании. Внешнее и внутреннее время системы. Приборы для измерения времени. Системы летосчисления. Модели времени в естествознании. Длительность и возраст, динамика и эволюция. Движение как взаимосвязь пространственных и временных отношений. Расписание и хронология. Обратимые и необратимые процессы в неживой природе. Рождение, функционирование и гибель живых объектов.

2.6. Трансдисциплинарная идея экспериментальной достоверности

Взаимосвязь теории и эксперимента. Наблюдение, измерение и лабораторный эксперимент в естествознании. Реальные и мысленные эксперименты. Прямые и косвенные измерения. Смысл измерения и выбор эталона. Многократные измерения, понятие ансамбля. Единицы измерения и системы единиц. Основные и производные единицы измерения. Измерения длительности и перемещения как основа показаний приборов. Приборы с цифровой индикацией. Погрешности реальных измерений. Средние значения и отклонения от них.

Эксперимент как средство оценки качества теоретического знания. Соотношение наблюдаемого и действительного. Вклад Н. Коперника в формирование естественно-научного взгляда на эксперимент. Проблема интерпретации эксперимента.

3. Панорама современной естественно-научной картины мира (ЕНКМ)

3.1. Общие представления о ЕНКМ

ЕНКМ как естественно-научный образ природы. Поиск объяснения событий и процессов в природе. Причина как необходимость и как тенденция. Предписывающие и прогнозирующие теории. Альтернатива и дополнительность как два типа отношений между противоположными характеристиками системы. Независимость альтернатив-

ных понятий и корреляция дополнительных характеристик объекта. Флуктуации и соотношения неопределенности. Объективность научного знания как условие его адекватности объекту. Воспроизводимость теоретических и экспериментальных научных результатов.

3.2. Ретроспективный взгляд на ЕНКМ

Возникновение естественно-научного метода (Фалес, Платон). Экспериментальные основания естествознания. Естествознание в эпоху Возрождения. Две традиции описания материи. Первые атомисты (Левкипп и Демокрит). Механистическая картина мира и ее ограниченность. Идея непрерывности материи (Анаксагор, Аристотель, Декарт). Электродинамическая картина мира и ее ограниченность. Интегрирующая роль релятивистских представлений (Пуанкаре, Эйнштейн) в становлении целостной классической картины неживой природы. Интегрирующая роль классической термодинамики.

Фундаментальные парадигмы естествознания. От Парменида до Ньютона: развитие идеи поиска универсальных принципов, синтеза универсальных устойчивых категорий. Парадигма Ньютона как генеральная линия классического и неклассического естествознания. Развитие идеи изменчивости и необратимости, поиска противоречивых динамических начал от Гераклита до Дарвина. Парадигма Дарвина как генеральная линия эволюционного естествознания.

3.3. Панорама современного естествознания

Современные представления о естественно-научной реальности (Эйнштейн, Планк, Бор). Различие между большим и малым в природе. Неклассическая природа явлений в микромире. Постоянная Планка. Неклассическая природа тепловых явлений. Постоянная Больцмана. Связующая роль флуктуационных представлений в становлении целостной неклассической картины неживой природы. Роль статистической термодинамики.

Современные представления о живом. Становление эволюционных представлений. Универсальный эволюционизм и принципиальные изменения во взглядах на природу. Идеи Пригожина и Моисеева.

Структурные уровни организации материи – элементарные частицы, атом, молекула, кристалл, макромир, мегамир; структурные уровни живой природы – клетки, ткани, органы, организмы, популяции, биосфера. Особенности классической и неклассической версий современной естественно-научной картины мира.

Раздел II. Образ природы в классическом естествознании (фундаментальные концепции классической версии естественно-научной картины мира)

1. Становление классических фундаментальных концепций современного естествознания

1.1. История классического естествознания в лицах

Натурфилософы античности: Аристотель и Птолемей. Корифеи эпохи Возрождения: Леонардо да Винчи, Н. Коперник, Г. Галилей, И. Ньютон, Х. Гюйгенс, Р. Бойль, У. Гарвей, Р. Гук, А. Левенгук. Естествоиспытатели Нового времени: М. Ломоносов, Д. Бернулли, Б. Франклин, А. Лавуазье, К. Бертолле, К. Линней, Ж. Ламарк, Т. Юнг, О. Френель, С. Карно, М. Фарадей. Основоположники классического естествознания: Д. Джоуль, Р. Клаузиус, Дж. Максвелл, Л. Больцман, Г. Герц, Дж. Дальтон, И. Берцеллиус, Д. Менделеев, А. Бутлеров, Т. Шванн, М. Шлейден, Ч. Дарвин, Х. Лоренц, А. Эйнштейн, Э. Нетер.

1.2. Генезис классических естественно-научных концепций

Соотношение трансдисциплинарных идей и классических концепций естествознания. Фундаментальные концепции. Дисциплинарная интерпретация классических концепций. Фундаментальные и частные законы в естественных науках.

2. Концепция моделирования объектов

2.1. Фундаментальные классические модели физики

Корпускула (частица и фотон) и континуум (сплошная среда и электромагнитное поле). Универсальность данных моделей и преимущественные области применения. Универсальные характеристики модели корпускулы. Масса как мера инертности и гравитации. Принцип эквивалентности. Инвариантность и сохранение массы. Скорость, импульс и кинетическая энергия для медленных движений. Релятивистский импульс и полная релятивистская энергия. Энергия покоя. Единая величина «энергия-импульс». Электрический заряд и электрический ток.

Универсальные характеристики модели континуума: локальные (плотности массы, заряда, импульса, энергии; векторы электрического и магнитного полей, и т.п.) и интегральные (поток и циркуляция).

Волны как специфический тип движения континуума. Бегущие и стоячие волны. Звук и свет.

Модель изолированного объекта и принцип сохранения физических величин. Принцип инерции. Фундаментальные законы сохранения и их связь со свойствами пространства и времени.

2.2. Моделирование объектов в химии

Особенности химии как науки и ее технологичность. Соотношение теоретической химии и физики. Модели химии как модели вещества (химические элементы и соединения). Молекула как фундаментальная модель химии. Типология моделей молекул: стехиометрические и структурные (геометрические) модели. Дальтонида как классическая модель реального вещества. Классические модели химических процессов – уравнения реакций.

2.3. Моделирование объектов в биологии

Предмет биологии как науки и ее особенности. Место биологии в современном естествознании. Натуралистское направление в биологии и представления о ведущих таксономических единицах как эмпирический уровень описания живой природы. Общая характеристика систематики моделей в биологии. Клетка как фундаментальная модель живой материи на микроуровне. Прокариоты и эукариоты.

3. Концепция контролируемого воздействия

3.1. Воздействие и взаимодействие в физике

Различие между воздействием и взаимодействием. Изменение характеристик объекта как результат воздействия или взаимодействия. Взаимодействие при контакте и на расстоянии. Механизм передачи взаимодействий. Принцип близкодействия: переносчики взаимодействия, время запаздывания. Приближение дальнего действия. Характеристики контролируемого воздействия на частицу (сила и потенциальная энергия). Модель несвободной частицы и законы динамики. Сохранение механической энергии.

Полная энергия в модели системы взаимодействующих частиц. Качественные особенности поведения энергии взаимодействия атомов в молекуле. Диссоциация молекул. Модель невзаимодействующих индивидуальных квазичастиц. Гармонические моды в модели континуума как коллективные квазичастицы.

3.2. Контролируемые воздействие и взаимодействие в химии

Представления о валентности как отражение способности отдельных атомов к взаимодействию. Постоянство валентности по отношению к определенным атомам и группам атомов. Энергетическая неэквивалентность химических связей. Контролируемые условия химических реакций: зависимость скорости реакций от температуры (Аррениус); смещение химического равновесия под влиянием температуры, давления (Ле Шателье); воздействие магнитного поля.

3.3. Контролируемые воздействие и взаимодействие в биологии

Обмен веществ и энергии как модель классической динамики живых объектов. Представления о межклеточных и внутриклеточных связях. Нейроны и гормоны как каналы передачи информации. Мессенджеры – переносчики информации. Искусственный отбор как аппарат контролируемого воздействия в биологии.

4. Концепция целостности объекта

4.1. Представления о составе и структуре сложного объекта в физике

Модели системы частиц и нормальных мод. Вещество как система частиц. Типы движения в системе взаимодействующих частиц (поступательное, вращательное, внутреннее). Электромагнитное излучение как совокупность нормальных мод.

4.2. Представления целостности объектов в химии

Атом и молекула как целостные объекты. Единство реагентов и продуктов реакции.

4.3. Представления о целостности объектов в биологии

Представления о структурных уровнях в биологии. Многоклеточные организмы. Биоценоз. Сообщества живых организмов и их иерархия. Понятия популяции, биоценоза и экологической ниши. Динамика популяций и трофические цепи живых организмов; механизмы гомеостаза экосистем.

5. Концепция точного измерения

Прибор как идеальный канал связи между исследователем и объектом. Однозначная воспроизводимость результатов эксперимента. Принцип совместимости результатов одновременных измерений нескольких физических величин. Независимость (перестановочность)

и аддитивность измеряемых характеристик. Влияние прибора на процесс реальных измерений. Проблема точности реальных измерений и статистической обработки экспериментальных результатов.

6. Концепция единства пространственно-временных отношений в природе

6.1. Фундаментальные физические представления о пространстве и времени. Временные отношения в природе. Событие и процесс. Часы как прибор

Масштабы времени. Однородность времени. Пространственные отношения в природе. Трехмерность пространства. Линейка как прибор. Масштабы пространства. Однородность и изотропность пространства.

Промежуток времени между одноместными событиями. Протяженность неподвижного объекта. Одновременность удаленных событий и синхронизация часов. Протяженность движущегося объекта. Мир событий при малых и больших скоростях. Принципы относительности Галилея и Эйнштейна. Принцип постоянства скорости света. Симметрия пространства и времени. Относительность и инвариантность физических величин.

6.2. Время в биологии

Цикличность процессов в живом организме. Биологические часы. Необратимость времени для живых систем. Жизненный цикл организма: зарождение, формирование, развитие, самовоспроизведение и гибель. Различные интерпретации проблемы старения и смерти организма. Биология клеточной смерти. Роль конечности времени жизни организмов.

Раздел III. Образ природы в неклассическом естествознании (фундаментальные концепции неклассической версии естественно-научной картины мира)

1. Очерк становления неклассических фундаментальных концепций современного естествознания

1.1. История неклассического естествознания в лицах

Натурфилософы античности: Эпикур. Корифеи эпохи Возрождения: Г. Лейбниц, Б. Паскаль. Естествоиспытатели Нового времени: К. Гаусс, А. Пуанкаре, Л. Больцман. Основоположники неклассического естествознания: Г. Дриш, Г. Мендель, Л. Пастер, А. Вейсман,

Э. Геккель, Ч. Дарвин, М. Планк, А. Эйнштейн, Дж. Гиббс, Н. Бор, Л. де-Бройль, В. Гейзенберг, Э. Шредингер, М. Борн, П.-А. Дирак, В. Паули, А. Фридман, Г. Гамов, Г. де Фриз, Ф. Крик, Дж. Уотсон, С. Четвериков.

1.2. Генезис неклассических концепций естествознания

Соотношение трансдисциплинарных идей и неклассических концепций естествознания. Особенности описания Природы в рамках неклассической версии ЕНКМ.

2. Концепция моделирования состояний объекта

2.1. Физические модели окружения объекта

Роль внешнего окружения. Представления о состоянии. Фундаментальные модели состояния (микросостояние и макросостояние) и их характеристики (функции распределения и квантовые числа). Принцип первичности вероятностного описания.

Различные типы микросостояний (бегущая, стоячая и экспоненциальная волна). Принцип суперпозиции состояний. Стационарные и нестационарные состояния. Описание динамики состояний. Переходы между микросостояниями. Модели состояний атома и ЭМИ. Спинные состояния частиц и поляризация ЭМИ.

Различные типы макросостояний: тепловое равновесие и приближение к нему (релаксация). Характеристики макросостояний (средние значения энергии, импульса, числа частиц, температура, давление, энтропия) и особенность их поведения в тепловом равновесии. Два способа описания природы на макроуровне. Взаимосвязь микро- и макросостояний.

2.2. Моделирование окружения объекта в химии

Бертоллиды как неклассическая модель реального вещества. Условия химических реакций.

2.3. Моделирование окружения объекта в биологии

Ареал. Закон Харди-Вайнберга для популяционного равновесия. Стохастическая модель морфогенеза как отражение выбора определенного набора внешних условий.

3. Концепция неконтролируемого воздействия и флуктуаций

3.1. Ограничения на минимальные воздействия и флуктуации в физике

«Чувствительность» состояний к внешним воздействиям. Два типа воздействия окружения: квантовое и тепловое. Новые фундаментальные характеристики: действие и энтропия. Представление об информации. Броуновское движение как модель квантовых дрожаний и хаотичности теплового движения.

Неустранимость воздействий как ограничение на величину минимальных воздействий. Постоянные Планка и Больцмана. Критерии большого и малого в описании объектов. Неконтролируемость воздействий и флуктуации характеристик объектов. Независимость и корреляция характеристик объектов. Соотношения неопределенностей для квантовых и тепловых воздействий. Универсальные соотношения неопределенностей.

3.2. Неконтролируемые воздействия в химии

Катализ как неконтролируемое воздействие окружения. Значение катализа в процессах химического синтеза. Автокатализ.

3.3. Неконтролируемые воздействия в биологии

Проявления неклассичности в живой природе: продолжительность жизни человека, вирусы, эпидемии, время жизни клетки, колебания физиологических показателей здоровья; мутации на клеточном и генетическом уровнях; законы наследственности по Менделю.

4. Концепция целостности состояния

4.1. Целостность микро- и макросостояний

Часть и целое в микромире. Реализация идеи сложности. Бозоны и фермионы. Обменное взаимодействие. Эксперименты Эйнштейна-Подольского-Розена. Давление и температура как характеристики целостности макросостояния.

4.2. Представления о целостности состояния в биологии

Целостность организмов. Биохимическое единство живой природы. Проблема синхронизации биологических часов на клеточном уровне.

Целостность биосферы и экологические катастрофы.

5. Концепция измерения в неклассическом естествознании

Прибор как неидеальный канал связи между исследователем и объектом. Неоднозначная воспроизводимость результатов эксперимента. Принцип несовместимости результатов одновременных измерений нескольких величин. Неустранимое влияние прибора на процесс измерений. Проблема вычисления средних значений.

Раздел IV. Эволюционные представления в естественно-научной картине мира

1. Концепция самоорганизации сложных природных систем

1.1. Стрелы времени

Необратимость в природе. Сильно неравновесные открытые системы и большие флуктуации. Бифуркации. Иерархическая фрактальная структура стрел времени (эволюционное дерево) для основных природных объектов. Иерархия пространственных масштабов и времен жизни. Фликкер-шум как индикатор стрелы времени. Роль внешних и внутренних факторов. Роль нарушений симметрии. Эволюция Природы как целостный процесс.

1.2. Универсальные модели эволюции

Медленная (адаптационная) и быстрая (катастрофическая) модели эволюции. Онтогенез и филогенез основных природных объектов. Обобщение триады «изменчивость–наследственность–отбор». Критерии устойчивости и оптимальности структур, возникающих в результате конкуренции. Представление об антиэнтропийных механизмах эволюции.

2. Эволюция на космологическом уровне

2.1. Космологическая стрела времени

Роль фундаментальных взаимодействий в процессе эволюции. «Горячее» рождение Вселенной; сценарии хаотической инфляции и Большого взрыва. Нестационарность однородной Вселенной (закон Хаббла). Энтропия неравновесной Вселенной; адиабатическое расширение и остывание «горячей» Вселенной. Эволюция ранней Вселенной. Каскад фазовых переходов и расщепление единого фундаментального взаимодействия. Возникновение топологии пространства-времени,

фундаментальных частиц, кварк-лептонной плазмы и адронов. Барион-антибарионная асимметрия. Первичный синтез легких ядер.

2.2. Галактическая стрела времени

Возникновение и эволюция «прозрачной» Вселенной; отделение безмассового излучения от массивного вещества. Рекомбинация электронов и ядер водорода и гелия. Реликтовое излучение и его роль как термостата Вселенной. Гравитационная неустойчивость и фрагментация вещества; критические масса и радиус. Роль первичных возмущений в формировании крупномасштабной структуры Вселенной. Сверхскопления и скопления галактик; звездная и газо-пылевая компоненты галактик.

2.3. Звездная стрела времени

Образование звезд и межзвездной среды в галактиках. Классификация звезд и их эволюция, поколения звезд. Источники энергии звезд и вторичный нуклеосинтез в них. Происхождение ядер тяжелых химических элементов посредством взрывов «сверхновых». Рекомбинация ядер с электронами в атомы и образование молекул (в том числе биомолекул) в межзвездной среде.

2.4. Гелиологическая (космогоническая) стрела времени

Формирование Солнечной системы из протосолнечной туманности. Элементы сравнительной планетологии. Две группы планет; Земля и планеты земной группы. Солнечно-земные связи и усложнение структуры биосферы.

3. Эволюция на геологическом уровне

Формирование планеты Земля, ее строение и эволюция. Возникновение и динамика взаимосвязанных геосфер – литосферы, гидросферы, атмосферы, магнитосферы и биосферы. Контуры глобальной модели эволюции недр Земли. Модель тектоники плит. Роль нестационарной конвекции в мантии Земли. Периодическое возникновение и распад суперконтинентов.

4. Эволюция на химическом и биологическом уровне

4.1. Идеи и модели эволюционной химии и биохимии

Самопроизвольный синтез новых химических соединений в природе. Биокатализ и ферменты, специфика окислительно-восста-

новительных процессов в клетке. Самосовершенствование биокатализаторов. Предбиологическая эволюция. Самоорганизация в химических системах (реакция Белоусова).

4.2. Идеи и модели эволюционной биологии на молекулярно-генетическом и онтогенетическом уровнях

Нуклеиновые кислоты. Особенности РНК и ее роль в образовании доклеточных структур. Формирование информационных биомолекул, единого генетического кода и матричного механизма биосинтеза белков и ферментов. Роль нарушения киральной симметрии биомолекул. Археклетка как протоэукариотная система. Возникновение клетки. Эволюция клеточной структуры и биологическая стрела времени.

4.3. Идеи и модели эволюционной биологии на биоценотическом и биосферном уровнях

Возникновение и эволюция протожизни как начало формирования биосферы. Эволюция форм жизни на Земле от анаэробных к аэробным. Возникновение и эволюция (филогенез) основных таксонов живых организмов (Ч. Дарвин); понятие о микро- и макроэволюции. Популяция как эволюционное единство и надорганизменный уровень организации живой природы. Биологический и этологический аспекты существования популяций. Формирование биоценоза и биогеоценоза.

Заключение. На пути к целостной культуре

Естествознание как феномен общечеловеческой культуры. Необходимость преодоления самодостаточности гуманитарной и естественно-научной форм культуры. Триада «целостность природы – целостность культуры – целостность человеческой личности» как перспектива духовного совершенствования человечества.

Тематический план дисциплины

Дисциплину «Концепции современного естествознания» целесообразно изучать по разделам (модулям), охватывающим крупные направления естественно-научной картины мира. Трудозатраты на изучение модулей, связаны с приоритетами, которые отражают специфику ООП по направлению подготовки и отражены в таблице 1.

Таблица 1

*Тематический план (аудиторная нагрузка)**

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	В том числе		Формы контроля
			лек- ции	практич. занятия	
1	Фундаментальные концепции описания природы	4(4)	2(2)	2(2)	Тестирование, контрольная работа, зачет
2	Концепции биологического уровня организации материи	4(3)	2(1)	2(2)	
3	Концепции самоорганизации	4(1)	2(1)	2	
	Итого	12(8)	6(4)	6(4)	

* Направления подготовки 080100.62 «Экономика», для остальных направлений – цифры в скобках.

Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Трудоемкость модулей и модульных единиц (МЕ) дисциплины, в том числе самостоятельной работы студентов (СРС), приведена в таблице 2. Для остальных направлений подготовки бакалавров, где количество аудиторных часов еще меньше, снижение трудоемкости пропорционально аудиторным часам на лекции или практические занятия.

Таблица 2

Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины для направления подготовки бакалавров 080100.62 «Экономика»

Наименование модулей и модульных единиц (МЕ) дисциплины	Всего часов на модуль	Аудиторная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		лек-ции	практич. занятия	
1	2	3	4	5
Модуль 1. Фундаментальные концепции описания Природы	62	2	2	58
МЕ 1. Тема 1. Естественно-научная и гуманитарная культуры	13	1		12
МЕ 2. Тема 2. Научные революции в концептуальных основаниях физики. Космологические концепции	32		1	31

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
МЕ 3. Тема 3. Химические концепции. Концептуальное содержание наук о Земле	17	1	1	15
Модуль 2. Концепции биологического уровня организации материи	62	2	2	58
МЕ 1. Тема 1. Биологические концепции	31	1	1	29
МЕ 2. Тема 2. Эволюция жизни на Земле	31	1	1	29
Модуль 3. Концепции самоорганизации. Синергетика – общая теория самоорганизации систем различной природы	20	2	2	16
МЕ 1. Тема 1. Понятие синергетики. Самоорганизация как основа и источник эволюции	20	2	2	16
ИТОГО	144	6	6	132

Содержание модулей дисциплины

В таблице 3 приведено содержание модулей дисциплины, отражающих общекультурные и профессиональные компетенции, которые необходимо сформировать выпускнику.

Таблица 3

Содержание лекционного курса

Но-мер модуля	Но-мер МЕ	Тема лекции	Вид контроля	Кол-во часов
Модуль 1	1	Естественно-научная и гуманитарная культуры	Тести-рование, контроль-ная работа, зачет	2
	2	Научные революции в концептуальных основах физики. Космологические концепции		
	3	Химические концепции. Концептуальное содержание наук о Земле		
Модуль 2	1	Биологические концепции. Антропологические концепции		2
	2	Эволюция жизни на Земле		
Модуль 3	1	Понятие синергетики. Самоорганизация как основа и источник эволюции		ИТОГО
			6	

Практические (семинарские) занятия

К необходимым элементам курса КСЕ помимо изучения теоретического материала при любой форме получения образования (очной, дистантной и т.д.) относятся семинарские занятия. Их целью является не только активизация материала, но и стимулирование самостоятельных размышлений о происходящем в природе. Тематику семинарских занятий не следует сводить к повторению названий разделов и пунктов программы. Она также может учитывать специфику будущей профессиональной деятельности студентов, поэтому целесообразно, чтобы ее формировал лектор с учетом всех конкретных обстоятельств.

Практические занятия, предусмотренные учебным планом ООП, занимают важное место в подготовке бакалавров, так как позволяют применить на практике полученные теоретические сведения, способствуют формированию ряда важных общекультурных и профессиональных компетенций, таких как умение анализировать, обобщать, обрабатывать и систематизировать полученную информацию. Семинарские занятия призваны расширить и дополнить базовые знания, которые студенты получили на лекциях. В качестве контроля оценивается качество подготовленных докладов, успешность тестирования, активность аудитории при проведении викторин и дискуссий по темам семинаров.

Примерные темы семинарских занятий

Физическая картина мира

1. Фундаментальные идеи современной физики.
2. Концепции материи, движения, пространства и времени (классическая концепция Ньютона; электромагнитная концепция).
3. Порядок и беспорядок в природе (хаос; структурные уровни организации материи).
4. Микро-, макро- и мегамиры.
5. Пространство, время, принципы относительности.
6. Принципы симметрии, законы сохранения.
7. Взаимодействие, близкодействие, дальноедействие.
8. Состояние, принципы суперпозиции, неопределенности.
9. Динамические и статистические закономерности в природе.
10. Законы сохранения энергии в макроскопических процессах.

Космологические модели Вселенной. Эволюция Вселенной

1. Происхождение Вселенной. Модель расширяющейся Вселенной.
2. Появление во Вселенной структурных образований разных уровней.
3. Образование Солнечной системы.
4. Строение и эволюция Земли.

Происхождение и сущность жизни. Эволюция органического мира

1. Проблема происхождения и сущности жизни. Отличия живого от неживого.
2. Концепции возникновения жизни.
3. Начало жизни на Земле. Эволюция форм жизни.
4. Уровни организации живых систем.

Химические теории

1. Достижения современной химии.
2. Химические процессы, методы управления химическими реакциями.
3. Реакционная способность веществ; катализаторы в химических процессах.

Геологические теории

1. Внутреннее строение и история геологического развития Земли.
2. Современные концепции развития современных оболочек.
3. Литосфера – абиотическая основа жизни, экологические функции литосферы.
4. Ресурсная, геодинамическая, географическая оболочка Земли.

Биологические теории

1. Биология сегодня: успехи и поиски.
2. Особенности биологического уровня организации материи.
3. Принципы эволюции, воспроизводства и развития живых систем.
4. Многообразие живых организмов – основа организации и устойчивости биосферы.
5. Генетика и эволюция.

Человек как предмет естественно-научного познания

1. Человек – феномен природы. Сходство и отличия человека от животных.
2. Телесный фактор в жизни человека. Проблема сохранения здоровья.
3. Роль социализации. Физиология, здоровье, эмоции.
4. Творчество, работоспособность.
5. Влияние космоса на биосферные процессы и человеческую жизнь.
6. Человечество, биосфера, ноосфера и космические циклы.

Актуальные проблемы современной науки

1. Естественно-научная и гуманитарная культуры. Методология современного научного познания. Логика и закономерности развития науки.
2. Наука как социальный институт и форма познания мира. Научный метод.
3. История естествознания (естественно-научные представления в античности; естествознание эпохи Нового Времени и Просвещения; революция естествознания в начале XX века).
4. Панорама современного естествознания.
5. Тенденции развития.
6. Самоорганизация в живой и неживой природе.
7. Принципы универсального эволюционизма.
8. Естествознание и экология.

Рекомендуемая литература

1. Аженов, Г.П. О причине времени / Г.П. Аженов // Вопр. философии. – 1996. – № 1.
2. Амосов, Н.М. Раздумья о здоровье / Н.М. Амосов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 64 с.
3. Астрономическая картина мира: метод. указ. [Электрон. ресурс] / А.В. Захарова-Соловьева, Н.И. Кобзева. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2008. – Режим доступа: <http://www.astro.alfaspace.net>.
4. Баранцев, Р.Г. Синергетика в современном естествознании / Р.Г. Баранцев. – 2-е изд. – М.: URSS, 2009. – 160 с.

5. Барг, О.А. Живое в едином мировом процессе / О.А. Барг. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1993. – 225 с.
6. Белов, В.И. Энциклопедия здоровья / В.И. Белов. – М., 1993. – 400 с.
7. Бочаров, В.А. Основы логики: учебник / В.А. Бочаров, В.И. Маркин. – М.: ИНФРА-М, 1997. – 296 с.
8. Вернадский, В.И. Живое вещество / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1978. – 358 с.
9. Вернадский, В.И. Научная мысль как планетарное явление / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1991. – 57 с.
10. Гейзенберг, В. Картина природы в современной физике / В. Гейзенберг // Природа. – 1987. – № 6.
11. Генетика: учеб. пособие для вузов / А.А. Жученко [и др.]. – М.: КолосС, 2006. – 480 с.
12. Гинзбург, В.Л. Астрофизика и космология: важнейшие достижения за последние три года / В.Л. Гинзбург // Земля и Вселенная. – 2002. – № 4.
13. Горохов, А.А. Курс лекций по общей химии: учеб. пособие / А.А. Горохов. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2000. – 93 с.
14. Гумилев, Л.Н. Этногенез и биосфера Земли / Л.Н. Гумилев. – М.: Танаис ДИ-ДИК, 1994.
15. Дубнищева, Т.Я. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для студ. вузов / Т.Я. Дубнищева. – 8-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 608 с.
16. Захарова-Соловьева, А.В. Концепции современного естествознания. Химические системы: метод. указания / А.В. Захарова-Соловьева. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2006. – 45 с.
17. Захарова-Соловьева, А.В. Концепции современного естествознания. Человек как предмет естествознания: метод. указ. [Электрон. ресурс] / А.В. Захарова-Соловьева. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2010. – 54 с. – Режим доступа: <http://www.orenport.ru/images/img/1366/zaharova-soloveva.pdf>.
18. Ильин, В.А. История физики: учеб. пособие / В.А. Ильин. – М.: Academia, 2003. – 269 с.
19. Капица, П.Л. Эксперимент. Теория. Практика: статьи, выступления / П.Л. Капица. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Наука, 1977. – 352 с.

20. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для студентов / В.А. Любичанковский [и др.]. – 4-е изд., доп. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2000. – 166 с.

21. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / В.Н. Лавриненко, В.П. Ратников, Г.В. Барабанов [и др.]. – 2-е изд. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003.

22. Кун, Т.С. Структура научных революций / Т.С. Кун; пер. с англ. И.З. Налетова. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.

23. Лебедев, С.А. Философия науки: учеб. пособие для магистров / С.А. Лебедев. – М.: URSS, 2011. – 288 с.

24. Левитан, Е.П. Эволюционирующая Вселенная / Е.П. Левитан. – М.: Просвещение, 1993.

25. Лоскутов, А.Ю. Введение в синергетику: учеб. руководство / А.Ю. Лоскутов. – М.: НАУКА, 1990. – 272 с.

26. Любичанковский, В.А. Концепции современного естествознания: метод. указания для заочников по изучению темы «Научный способ освоения человеком действительности и специфика его проявления в современном естествознании» / В.А. Любичанковский. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2007. – 38 с.

27. Мамонтов, С.Г. Биология: учебник для высш. учеб. заведений / С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров, Т.А. Козлов. – М.: Академия, 2006. – 576 с.

28. Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века. В 2 т.: учеб. пособие. Т. 1 / И.Я. Миттова, А.М. Самойлов. – Долгопрудный: Интеллект, 2009. – 411 с.

29. Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века: учеб. пособие для вузов. Т. 2 / И.Я. Миттова, А.М. Самойлов. – Долгопрудный: Интеллект, 2012. – 360 с.

30. Найдыш, В.М. Концепции современного естествознания: учебник / В.М. Найдыш. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альфа-М, 2006. – 622 с.

31. Петухов, В.В. Природа и культура / В.В. Петухов. – М.: Тривола, 1996. – 160 с.

32. Райхенбах, Г. Философия пространства и времени / Г. Райхенбах. – М.: Наука, 1985.

33. Розин, В.М. Специфика и формирование естественных, технических и гуманитарных наук / В.М. Розин. – Красноярск, 1989.
34. Семенов, Ю.И. На заре человеческой истории / Ю.И. Семенов. – М.: Мысль, 1989.
35. Семихатов, А. Суперструны: на пути к теории всего / А. Семихатов // Наука и жизнь. – 1997. – № 2.
36. Стеклова, И.В. Научная рациональность: грани исследования / И.В. Стеклова // Философские науки. – 2003. – № 3. – С. 145–149.
37. Степин, В.С. Философия науки и техники: учеб. пособие для вузов / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А. Розов. – М.: Гардарика, 1996. – 400 с.
38. Сухотин, А. Парадоксы науки / А. Сухотин. – М., 1978.
39. Тейяр де Шарден, П. Феномен человека: пер. с фр. / П. Шарден де Тейяр. – М.: Наука, 1987.
40. Философия и методология науки. – М.: Аспект Пресс, 1996.
41. Философия природы в античности и средних веках. – М.: Прогресс, 2000.
42. Хакен, Г. Информация и самоорганизация: макроскопический подход к сложным системам: пер. с англ. / Г. Хакен. – М.: Мир, 1991. – 240 с.
43. Чумаков, Б.Н. Валеология: учеб. пособие / Б.Н. Чумаков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Педагогическое общество России, 1999. – 407 с.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Самостоятельная работа студента – это требование ФГОС ВПО по направлению подготовки бакалавров. Особенно это актуально для студентов, обучающихся по заочной форме обучения, так как объем аудиторных занятий составляет всего 15 % от трудоемкости дисциплины, поэтому самостоятельная работа студентов (СРС) является обязательным элементом учебного процесса для данной категории студентов.

Цель СРС – развитие у студентов творческого мышления, интереса к фундаментальным знаниям, выработка потребности к мировоззренческому оцениванию, пониманию и объяснению фактов, сущности и явлений действительности. СРС способствует более глубокому и детальному изучению дисциплины, развивает мышление, способности к анализу и синтезу информации, приучает к дисциплинированности и ответственности, способствует формированию общекультурных и профессиональных компетенций будущего специалиста.

Самостоятельная работа студентов по курсу – это органический компонент единого процесса обучения и воспитания студентов. Объем, сложность, интенсивность научно-технической информации непрерывно возрастают, повышается культурно-воспитательная, методологическая функции курса. Все это предъявляет более высокие требования к специалисту с высшим образованием. Студент обязан четко понимать структуру и логику раскрытия каждой темы по предмету «Концепции современного естествознания». Осознанным ориентиром могут служить планы лекций и практических (семинарских) занятий, контрольных работ, предлагаемых преподавателем.

К числу основных проблем, характерных для СРС, относятся следующие:

- установление причинно-следственных связей событий и явлений в возникновении тех или иных идей, концепций, гипотез, теорий;
- определение преемственности между научными фактами, явлениями, идеями, парадигмами;
- установление общих и частных закономерностей в развитии той или иной науки, соотношения факта и закономерности, эпохи и др.

В процессе самостоятельной работы с учебниками и другой литературой студент должен:

- выделить основные теоретические положения, факты, понятия;
- определить соотношения и последовательность фактов и теорий;
- сформулировать в каждой части главную мысль.

Формы самостоятельной работы разнообразны: работа с учебниками, первоисточниками, внимательное изучение текста лекций, подготовка докладов, контрольных работ по конкретным темам, подбор литературы, составление аннотаций к ним, составление раз-

вернутых планов выступлений, конспектирование дополнительной литературы по конкретной теме, составление схем, графиков по раскрытию содержания узловых понятий, философских категорий, ответы на вопросы для проверки усвоенного раздела (темы), которые часто приводятся в конце главы, выполнение тестовых заданий и др.

Конспектирование

Одним из важнейших средств, содействующих закреплению знаний, является краткая запись прочитанного. Конспект – это краткое связное изложение содержания произведения или его части без подробностей и второстепенных деталей. По своей структуре и последовательности конспект должен соответствовать плану произведения, если он не преследует иных целей, кроме получения знаний по изучаемой теме. Требования для написания конспекта – это краткость, сжатость, целесообразность каждого записываемого слова. Конспектирование ведется не с целью иметь определенные записи, а для более полного овладения содержанием изучаемой книги. В записях отмечается и выделяется все новое, интересное и нужное, что особенно привлекло внимание. После того, как сделана запись содержания параграфа, главы, следует перечитать ее, затем вновь обратиться к тексту и проверить себя, правильно ли изложено основное его содержание.

Ориентировка в содержании и структуре текста, составление плана, четкая формулировка понятий и вопросов – основные требования при составлении конспекта изученной темы. Конспект должен быть содержательным, отражать главное в тексте и небольшим по объему. Записать текст кратко значит изложить его сущность своими словами (за исключением определений, законов). Разбор структуры текста конкретной темы – это средство понимания данной темы. Составление плана раскрытия темы показывает, каковы основные вопросы и в какой логической последовательности формулируется та или иная научная концепция, основная идея темы.

Конспектирование лекций. Устное изложение учебного материала или какого-либо вопроса на занятиях должно конспектироваться. Слушая лекцию, надо уметь: поддерживать свое внимание, понять и запомнить услышанное, улавливать паузы. В процессе изложения преподавателем лекции учащийся должен выяснить все непонятные вопросы. Записывать содержание лекции надо обязательно. Записи помогают поддерживать внимание, способствуют пониманию и запоминанию услышанного, систематизируют знание, служат опорой для перехода к более глубокому самостоятельному изучению предмета.

Необходимо научиться слушать, думать и записывать одновременно. Запись ведется очень быстро, четко, по возможности короткими выражениями. Не прекращая слушать преподавателя, нужно записывать то, что необходимо усвоить. Нельзя записывать сразу же высказываемую мысль преподавателем, следует ее понять и после этого кратко записать своими словами или словами преподавателя. Важно, чтобы в ней не был потерян основной смысл сказанного. При записи необходимо сокращать слова и предложения, как общеупотребительно, так и по-своему. Даты, имена, названия, выводы, определения записываются точно.

Работа с книгой. Общественные книжные фонды, которыми может пользоваться студент, находятся в библиотеке университета, в государственных массовых библиотеках, ведомственных библиотеках промышленных предприятий. Можно заказать и получить нужную литературу через сеть библиотек с помощью поисковых серверов Интернета.

Поиск нужной книги осуществляется по каталогу (алфавитный, систематический, предметный). Если известен автор книги, лучше пользоваться алфавитным каталогом. К систематическому каталогу нужно обратиться, если необходимо найти литературу по определенной теме, отрасли знания, или установить автора и название книги, если точно известно ее тематическое содержание.

Просмотр книги начинается с титульного листа, аннотации, в которой указываются предпосылки для издания книги, какие вопросы освещаются в ней и на какой круг читателя она рассчитана, и оглавления. Первоначально необходимо бегло ознакомиться с материалами, содержащимися в книге, выделяя для себя наиболее важное и существенное. После этого следует читать учебник вдумчиво, внимательно, не торопясь, стараясь понять каждую фразу, одновременно раз-

бирая примеры, схемы, таблицы, чертежи, приведенные в учебнике, особенно тех разделов, которые представляются наиболее важными.

Самостоятельная работа по темам курса «Концепции современного естествознания» поможет будущим специалистам расширить кругозор, научное мировосприятие и познакомиться с конкретными естественно-научными проблемами, тесно связанными с экономическими, социальными, экологическими и другими проблемами современного человечества, от решения которых зависит качество жизни каждого человека. Только человек, обладающий хотя бы общими естественно-научными знаниями, знаниями о природе, научной картине мира, может дать оценку характера и значения открытий, основополагающих идей в науке для практики и будет действовать так, чтобы польза как результат его действия всегда сочеталась с бережным отношением к природе.

Цель семинарских и практических занятий по дисциплине «Концепции современного естествознания» – углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а также совершенствование навыков применения естественно-научных знаний при изучении правовых дисциплин. Успеху проведения семинарских и практических занятий способствует тщательная предварительная подготовка к ним студентов.

Необходимо ознакомиться:

- с вопросами к занятию;
- основной и дополнительной литературой, рекомендованной для подготовки к занятию.

Порядок ответов на занятиях может быть различным: сначала вывод, затем аргументы, либо сначала дается развернутая аргументация ответа, за которой следует вывод.

На семинарских и практических занятиях студенты могут выступать в пределах 8–10 минут с фиксированными сообщениями по вопросам, предложенным преподавателем или выбранным самостоятельно. Как за устные, так и письменные ответы студентам выставляются оценки по пятибалльной системе.

Обсуждение каждого вопроса заканчивается кратким резюме преподавателя. По окончании занятия преподаватель подводит итоги дискуссии и высказывает свою точку зрения, отмечает как положительные, так и отрицательные моменты, проявившиеся в ходе занятия. Одновременно преподаватель дает студентам задание к следующему семинарскому или практическому занятию.

Контрольная работа

Одно из средств формирования самостоятельной работы – это работа над контрольной работой, что требует не только понимания задания (темы), но и обобщения, умения делать выводы, кратко излагать содержание прочитанной литературы, из справочников, словарей, из средств массовой информации.

Для студентов, обучающихся по заочной форме, предусмотрено выполнение контрольной работы по дисциплине «Концепции современного естествознания» и ее защита. Контрольная работа является формой самостоятельной работы студентов, направленной на активизацию творческого мышления, формирование действенной системы умений и навыков работы с естественно-научными, научными и философскими источниками, учебной и научной литературой, а также на освоение основ методики учебно-исследовательской деятельности.

Написание контрольной работы по дисциплине «Концепции современного естествознания» – дело относительно трудное, требующее соответствующих методологических знаний, определенного времени и последовательности действий. Тема контрольной работы может выбираться самим студентом, но чаще всего она предлагается преподавателем. Предлагаемые вопросы тем не носят абсолютный характер, что определяет возможность корректировки отдельных вопросов и постановки новых.

На первом этапе следует внимательно ознакомиться с содержанием учебной программы по соответствующей теме и составить план контрольной работы. Второй этап можно начинать с изучения соответствующих разделов учебников и учебных пособий по курсу «Концепции современного естествознания» и прочитать конспект прослушанной лекции по данной теме.

В последние годы издано достаточное количество разнообразной учебной литературы для изучения данной дисциплины. Наиболее важные из них приведены в настоящем учебно-методическом комплексе дисциплины. Как правило, они являются общими для изучения курса в целом и написания контрольной работы по всем предлагаемым темам. Затем следует ознакомиться с рекомендованной специальной литературой по теме. Ее не следует воспринимать как догму, она носит примерный характер. Не следует ограничиваться изучением только рекомендованной литературы. Необходимо самостоятельно продолжить поиск дополнительной литературы в вузовской и

других библиотеках. Достаточно большой объем информации по дисциплине можно найти в Интернете.

Книги целесообразно читать по выборочной схеме, извлекая тот материал, который необходим для раскрытия вопросов вашей темы. Конструктивная наработка материала требует конспектирования основных положений, выписки нужных цитат, фиксирования собственных рассуждений и своего личного мнения. Помните, что самая лучшая память – это своевременно и удачно сделанная запись.

На третьем этапе нужно распределить материал относительно вопросов темы. При необходимости можно скорректировать вопрос (вопросы) плана контрольной работы. Излагая материал в тексте работы, старайтесь максимально выдержать логическую последовательность, диктуемую темой и планом работы. Стремитесь к точности и конкретности изложения, применяя профессиональную научную терминологию, но не используйте терминов, понятий, категорий, значение которых вам неизвестно или непонятно. Для уточнения смыслового содержания терминов, понятий, категорий рекомендуется использовать соответствующие словари и энциклопедии.

Не старайтесь обильно цитировать в тексте контрольной работы специальную и учебную литературу. Сам жанр контрольной работы предполагает изложение содержания темы по плану, поэтому обилие цитат будет затруднять оценку вашей творческой деятельности. Использование цитат в контрольной работе уместно только для подтверждения тезисов, выдвигаемых вами или автором цитируемой работы. Цитаты используются для того, чтобы без искажений передать мысль автора.

Четвертый этап включает написание заключения, а также возврат к вводной части работы «Введение» для окончательной формулировки исходных положений.

На пятом заключительном этапе составляется список использованной литературы, куда включаются те источники, которые вы действительно использовали при подготовке и написании контрольной работы. Список использованной литературы составляется в строгом соответствии с общепринятыми правилами и требованиями библиографического описания (ГОСТ Р 7.0.5-2008).

Обратите должное внимание на правильное оформление контрольной работы. Используйте титульный лист, разработанный специалистами учебно-методического отдела филиала. Примерный объем контрольной работы – 15–18 листов машинописного текста полу-

торного интервала на одной стороне стандартного листа А4. Шрифт Times New Roman 14. Отступы сверху, снизу и справа – 2 см, слева – 3 см. Страницы должны быть пронумерованы. Текст контрольной работы должен быть чистым, без пометок, без произвольных (за исключением общепринятых) сокращений слов. Контрольная работа должна быть представлена на рецензирование преподавателю до начала учебной сессии или в ее первые дни. Студенты, проживающие в отдаленной местности, могут послать работу на сайт филиала www.agrolink.ru с указанием своей фамилии, наименования дисциплины и группы. Защита контрольной работы проводится в период учебной сессии согласно расписанию занятий. Перечень тем для подготовки контрольных работ представлен в таблице 4.

Таблица 4

Перечень контрольных работ

Тема контрольной работы	Реком. лит-ра (см. библиографический список)
1	2
Астрономическая картина мира	1, 5
Биология как наука. Основные направления развития биологии	2, 4, 17
Биосфера и ноосфера	1, 7
Биотехнология: классификация, применение в отраслях народного хозяйства	1–2
Биохимическая эволюция	1–3
Вещество и поле. Концепции дальнего действия и ближнего действия	2, 14
Возникновение жизни на Земле: основные этапы	1–2, 4
Вселенная и ее эволюция. Концепция Большого взрыва	1–2, 5, 10
Всеобщие, общенаучные и конкретно-научные методы познания	1–3
Гравитационные и электромагнитные взаимодействия в природе	1–2
Дискретность и непрерывность материи. Корпускулярно-волновой дуализм	1, 13
Естествознание как отрасль научного познания. Уровни естественно-научного познания	2, 14
Идеи и концепции химии	1–3
Исторические этапы развития естествознания	1, 14
Кибернетика и синергетика	1–2
Концепции самоорганизации в современной науке	1, 10
Концепции эволюционной биологии	2, 4, 7, 16
Концепция антропогенеза	2, 4

1	2
Концепция атомизма	1–3
Концепция глобального эволюционизма	1–2
Концепция химической эволюции и биогенезис	1–2
Мир элементарных частиц	2, 12
Многообразие живых организмов – основа устойчивости биосферы	4, 7, 15
Наука и ее характерные черты	1–2
Научный метод. Уровни, формы и методы научного познания	1–2, 16
Основные концепции происхождения жизни	1–2, 4, 7, 16
Основные принципы генетики	2
Основные проблемы синтетической теории эволюции	1
Основные проблемы экологии	15
Основные уровни организации живого	1, 15
Особенности синтетической теории эволюции	1–2
Особенности эволюционно-синергетической парадигмы науки	1, 14
Первое и второе начала термодинамики. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Проблема тепловой смерти Вселенной	1–2
Принцип инвариантности. Симметрия. Однородность пространства	1–2, 5, 10
Пути разрешения современного экологического кризиса	7, 15
Принципы научного познания действительности	1–2, 14
Принципы синтетической теории эволюции	1–2
Проблема самоорганизации систем живой и неживой природы	1–2
Происхождение и развитие галактик и звезд	1–2, 5, 10
Происхождение химических элементов	2, 11
Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений	1–2
Развитие органического мира (основные пути эволюции растений и животных)	1, 4
Современные представления о происхождении и эволюция человека	1–2, 4, 17
Современные представления о пространстве и времени	1–2, 11
Современные проблемы астрофизики	5, 10
Современные проблемы квантовой механики	1–2, 5, 10
Солнечная активность и ее влияние на происходящие на Земле процессы	7
Строение атомов и молекул. Понятие химической связи и ее типы	1–2
Структурные уровни организации биологической материи	1–2
Теории элементарных частиц	1–2
Теория относительности Эйнштейна	1–2
Теория электромагнитного поля Дж. К. Максвелла. Вещество и поле	1–2
Уровни и методы научного познания	2, 14, 16–17
Формирование биологической картины мира	2, 4
Формирование релятивистской космологии; ее основные понятия и принципы	1–2, 5, 10

1	2
Фундаментальные законы естествознания: закон сохранения и превращения материи, массы и энергии	1–2
Химическая эволюция	1–2
Эволюция Солнечной системы и Земли	1–2
Экология и глобальные проблемы современности	7, 15
Экология и здоровье человека	7, 15–17

Самостоятельная работа студентов регламентируется графиком самостоятельной работы студентов-бакалавров по направлениям подготовки. По дисциплине учебным планом предусмотрено от 64 до 132 часов на самостоятельную работу. В результате проведения самостоятельной работы студент дополнительно закрепляет лекционный курс. Вопросы, выносимые на самостоятельную работу, входят в вопросы к экзамену и контролируются при его сдаче. Профессиональная подготовка бакалавров по данной дисциплине предполагает реализацию, разработку и применение современных образовательных технологий, выбор оптимальной стратегии преподавания и целей обучения, создание творческой атмосферы образовательного процесса; выявление взаимосвязей научно-исследовательского и учебного процессов в высшей школе, формирование профессионального мышления, воспитание гражданственности, развитие системы ценностей, смысловой и мотивационной сфер личности.

В круге наук естествознание занимает особое место. Возрастающее влияние естествознания на все сферы жизни человека, общества определяет непреходящую актуальность изучения концепций современного естествознания. В процессе самостоятельной работы студенты должны вырабатывать адекватное отношение к окружающей среде, творческое диалектическое мышление, осознать естественно-научные основы современных технологий, энергетики, экологии, глобальных проблем.

Порядок, последовательность изучения дисциплины, в том числе при самостоятельном изучении материала, изложены в методических рекомендациях [Матвеев, 2006; Тихонов, Петров, 2007].

При изучении дисциплины необходимо использовать:

- рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- методические указания и пособия;
- периодические и энциклопедические издания;
- тестовые задания для закрепления теоретического материала

по изученным темам.

Рекомендации по использованию информационных технологий

В педагогической и методической литературе отмечено несколько направлений применения информационных компьютерных технологий (ИКТ) в образовании, среди них востребованы в учебной практике высшей школы четыре основных: 1) компьютер как средство контроля знаний; 2) лабораторный практикум с применением компьютерного моделирования; 3) мультимедийные технологии как иллюстративное средство при объяснении нового материала; 4) персональный компьютер как средство самообразования.

В отличие от обычных технических средств обучения, ИКТ позволяют не только насытить обучающегося большим количеством готовых, строго отобранных, соответствующим образом организованных знаний, но и развивать интеллектуальные, творческие способности учащихся, их умение самостоятельно приобретать новые знания, работать с различными источниками информации. Электронные учебники помогают решить следующие дидактические задачи: усвоить базовые знания по дисциплине, систематизировать усвоенные знания, психологически настроить на атмосферу экзамена, натренировать отвечать на наиболее каверзные вопросы, сформировать навыки самостоятельной работы с учебным материалом, сформировать навыки самоконтроля, оказать учебно-методическую помощь учащимся в самостоятельной работе над учебным материалом, обеспечить удобную образовательную среду и возможности самостоятельного выбора в поиске и использовании источников информации, то есть подготовить студента к экзамену в кратчайшие сроки, попутно сформировав у него массу полезных общеучебных навыков.

Перед началом реализации содержания учебной дисциплины преподавателю необходимо внимательно изучить размещенные в Интернете сайты, которые в той или иной мере освещают вопросы изучаемой дисциплины. Особенно актуален поиск материалов, касающихся практических приложений изучаемой дисциплины. Продукцию, содержащую справочную информацию преимущественно в текстовом виде, можно использовать на аудиторных занятиях, для подготовки семинарских занятий.

Одно из направлений в работы с компьютерными технологиями – использование Интернет-ресурсов для разработки учебно-методических материалов. Интернет позволяет подготовить иллюстратив-

ный материал по многим разделам дисциплины. Помощь в поиске материалов призвано оказать преподавателям сетевое объединение методистов, созданное Федерацией Интернет-образования. На сайте center.fio.ru/metod можно найти сведения об учебниках, дополнительной литературе; биографии ученых; новости науки; методические разработки; ссылки на информационные ресурсы Интернета и много другой информации. За последние пять лет появились сотни сайтов, содержащих электронные библиотеки по основным отраслям знаний, значительно увеличилось число информационных ресурсов по всем учебным дисциплинам.

Для подготовки к зачету студентам, обучающимся по направлениям подготовки бакалавриата 080100.62 «Экономика», 081100.62 «Государственное и муниципальное управление», 110900.62 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 111100.62 «Зоотехния», рекомендуется пройти Интернет-тестирование на сайтах www.fero.ru или www.agrolink.ru, либо в настоящем пособии.

Преподаватель и студенты могут найти интересующие их материалы посредством справочных серверов или поисковых систем. Хорошо зарекомендовали себя такие способы представления материала, как презентации, учебные фильмы по различным разделам дисциплины.

Вопросы для самоконтроля

1. Раскройте принципиальные отличия науки от других способов постижения окружающего мира.
2. Охарактеризуйте научный метод познания.
3. Что такое концепция? Назовите известные Вам современные естественно-научные концепции и по возможности охарактеризуйте их.
4. Что такое парадигма? Опишите механизм смены научных парадигм.
5. Что такое научная революция? Приведите примеры.
6. Что такое естественно-научная картина мира?
7. Охарактеризуйте фундаментальные естественно-научные понятия: материя, движение, пространство, время, отражение, вещество, поле, взаимодействие, энергия, сила.
8. Охарактеризуйте основополагающие принципы естествознания, отражающие фундаментальные законы природы.
9. Что такое энтропия, как она ведет себя в открытых и закрытых системах?

10. Охарактеризуйте понятия доклассическая, классическая, неклассическая, постнеклассическая наука.
11. Охарактеризуйте основные концепции классической и неклассической науки.
12. Охарактеризуйте основные концепции постнеклассической науки.
13. В чем заключается системный подход к описанию мира?
14. Что такое система?
15. В чем принципиальное отличие живых, неживых и социальных систем?
16. Какими свойствами обладают открытые системы?
17. Охарактеризуйте термины «самоорганизация» и «эволюция».
18. Опишите процесс самоорганизации открытых систем, далеких от равновесия.
19. В чем заключается смысл термина «универсальный эволюционизм»?
20. Что такое информация? Какие виды информации Вы знаете? Назовите известные Вам способы ее передачи.
21. Как связаны между собой энтропия, вероятность и информация?
22. Что такое контур с обратной связью? Как он работает и какие функции выполняет в организации систем?
23. В чем заключается гипотеза Большого взрыва?
24. Расскажите об особенностях «жизни» разных типов звезд.
25. Расскажите об эволюции Солнечной системы.
26. Охарактеризуйте планеты земной группы.
27. Охарактеризуйте планеты-гиганты.
28. Перечислите и охарактеризуйте важнейшие факторы, которые влияли на эволюцию геосферы Земли.
29. Раскройте концепцию А. Опарина и ее роль в решении проблемы происхождения живого вещества.
30. Что такое биосфера? Как связаны между собой ее компоненты?
31. Раскройте основные гипотезы о происхождении человечества.
32. Перечислите основные этапы антропосоциогенеза.
33. В чем суть теории Л.Н. Гумилева об этногенезе?
34. Перечислите глобальные проблемы современного человечества в порядке их важности.
35. Раскройте учение о ноосфере.

ТЕКУЩИЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

Оценка качества освоения ООП базируется на ФГОС ВПО третьего поколения по направлению подготовки бакалавров и включает: разработку объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников; регулярное проведение самообследования по согласованным критериям для оценки качества усвоения дисциплины или посредством Интернет-тестирования.

Оценка качества освоения ООП бакалавриата включает текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся и итоговую аттестацию студентов (экзамен). Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений требованиям ООП (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация) создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

При изучении дисциплины «Концепции современного естествознания» предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль осуществляется в течение изучения отдельного раздела по всем видам занятий и при проверке тестовых заданий по вопросам изучаемого курса.

Текущая аттестация (контроль) работы студентов осуществляется в процессе учебной деятельности. В течение изучения отдельного раздела на каждом виде занятий (лекция, практическое занятие, самостоятельная работа) студентам выставляются отметки (баллы). Если по каким-либо уважительным причинам студент не присутствовал на обязательных видах занятий, ему предлагаются другие виды работы (контрольные работы, реферат, тестирование), которые также оцениваются преподавателем (табл. 5).

Таблица 5

Критерии оценок самостоятельной работы (контрольной работы)

Оценка	Параметр оценки	Критерии оценки
1	2	3
Отлично (5 баллов)	Содержание	Содержание в целом соответствует теме задания. В работе отражены все дидактические единицы, предусмотренные заданием. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют фактические ошибки
	Понимание	Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики
	Структура и логика	Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы–аргументация–выводы. Объем ответа укладывается в заданные рамки при сохранении смысла
	Исполнение	Высокая степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала: стилистических оборотах, манере изложения, по словарному запасу. Отсутствуют стилистические и орфографические ошибки в тексте. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений
Хорошо (4 балла)	Содержание	Содержание в целом соответствует теме задания. В работе отражено 75–80 % дидактических единиц, предусмотренных заданием. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки
	Понимание	Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения. Изложение отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики

1	2	3
	Структура и логика	Работа в достаточной степени структурирована и выстроена в заданной логике без нарушений общего смысла. Части конспекта логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы–аргументация–выводы. Объем конспекта незначительно (на 10–15 %) превышает заданные рамки при сохранении смысла
	Исполнение	Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала. Встречаются мелкие и не искажающие смысла ошибки в стилистике, стилистические штампы. Есть 1–2 орфографические ошибки. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений
Удовлетворительно (3 балла)	Содержание	Содержание в целом соответствует теме задания. В работе отражено 60–70 % дидактических единиц, предусмотренных заданием. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25–30 %)
	Понимание	Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур. Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Нет собственной точки зрения, либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в ответе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам
	Структура и логика	Работа плохо структурирована, нарушена заданная логика. Части ответа разорваны логически, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем конспекта в существенной степени (на 25–30 %) отклоняется от заданных рамок
	Исполнение	Текст конспекта примерно наполовину представляет собой стандартные обороты и фразы из учебника/лекций. Обилие ошибок в стилистике, много стилистических штампов. Есть 3–5 орфографических ошибок. Работа выполнена не очень аккуратно, встречаются помарки и исправления
Неудовлетворительно (2 балла)	Содержание	Содержание не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. В работе отражено менее 10 % дидактических единиц, предусмотренных заданием. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок – практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны

1	2	3
	Пони- мание	Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины. Отсутствует аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции. Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны
	Структура и логика	Работа представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части конспекта не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы – аргументация – выводы. Объем конспекта более чем в два раза меньше или превышает заданный
	Исполнение	Текст конспекта представляет полную кальку текста учебника (лекций). Стилистические ошибки приводят к существенному искажению смысла. Большое число орфографических ошибок в тексте (более 10 на страницу). Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений

Промежуточный контроль

После того как заканчивается изучение разделов дисциплины, студенты, выполнившие все требования, предъявляемые к дисциплине (сдача контрольной работы и ее положительная оценка, ликвидация задолженностей по лекционным и практическим занятиям), допускаются к сдаче зачета.

На последнем практическом занятии студентам предлагается выполнить итоговое тестовое задание, включающее все разделы дисциплины. Тест может состоять из разных форм заданий:

1. Закрытая форма нескольких видов. Студент должен выбрать из предложенного списка ответов правильные. Количество правильных ответов может варьироваться.

2. Открытая форма. Студент должен вписать ответ на месте прочерка.

3. Задание на соответствие. Студент должен установить соответствие элементов одного множества с элементами другого.

4. Задание на установление правильной последовательности. Студент должен установить последовательность элементов множества.

Тестовый контроль знаний и умений может проводиться с помощью персонального компьютера или бланков с заданиями.

Критерии оценки тестовых заданий. В основу критериев оценки знаний положена балльная система. За каждый правильный ответ – 1 балл, неправильный – 0 баллов. Перевод результата осуществляется по следующей схеме: «удовлетворительно» – 60 % правильных ответов, «хорошо» – 80 % правильных ответов, «отлично» – не менее 90 % правильных ответов. Необходимо учитывать, что каждое задание рассматривается как единое целое. Если допущена хотя бы одна ошибка (указаны не все правильные ответы, не все соответствия и последовательности установлены верно), студент получает 0 баллов как не знающий материал в целом.

Успешное выполнение итогового тестирования означает готовность студента к зачету, который проводится в форме устного ответа на три теоретических вопроса, по одному из каждого модуля.

Перечень вопросов к зачету (дифференцированный)

1. Антропосоциогенез и цивилизационные разломы.
2. Биокатализаторы. Принципы действия ферментов и катализаторов.
3. Биология как наука. Основные направления развития биологии.
4. Биосоциальная природа человека.
5. Биосфера и ноосфера.
6. Биотехнология: классификации, практическое применение.
7. Биохимическая эволюция.
8. Вещество и поле. Концепции дальнего действия и ближнего действия.
9. Внеземные цивилизации. Поиски и проблемы.
10. Возникновение жизни на Земле: основные этапы.
11. Возобновимые и невозобновимые ресурсы планеты. Стратегии использования.
12. Вселенная и ее эволюция. Концепция Большого взрыва.
13. Генетический код и сохранность видов.
14. Генная инженерия. Проблемы, возникающие в связи с ее достижениями и проектами (евгеника, клонирование, генетически модифицированные продукты и др.).
15. Геологические эпохи и развитие жизни.
16. Гипотезы о происхождении Вселенной.
17. Гипотезы о происхождении живого вещества.
18. Дискретность и непрерывность материи. Корпускулярно-волновой дуализм.

19. Дифференциация наук.
20. Естествознание как система наук о природе.
21. Живой организм как электромагнитная автоколебательная система.
22. Закон минимума энергии и устойчивость систем.
23. Идеи и концепции химии.
24. Иерархия структурных уровней живого.
25. Искусство как метод формирования картины мира.
26. Исторические этапы развития естествознания.
27. Кварки: определение, типы.
28. Кибернетика и синергетика.
29. Концепции эволюционной биологии.
30. Концепция атомизма.
31. Концепция глобального эволюционизма.
32. Концепция самоорганизации. Работы И. Пригожина.
33. Метагалактика. Ячеистая структура.
34. Методы естественно-научного познания.
35. Мир элементарных частиц. Классификация элементарных частиц.
36. Мировоззрение и культура.
37. Многообразие живых организмов – основа устойчивости биосферы.
38. Модели строения Земли.
39. Наука как способ объективного познания окружающего мира и человека.
40. Научная революция. Примеры научных революций в истории развития естествознания.
41. Неклассическая наука и ее концептуальные основы.
42. Неравновесная термодинамика. Флуктуация. Точка бифуркации.
43. Новые модели развития цивилизации.
44. Основные концепции происхождения жизни.
45. Основные проблемы синтетической теории эволюции.
46. Основные типы адаптации живых организмов.
47. основополагающие концепции современного естествознания.
48. Особенности эволюционно-синергетической парадигмы науки.
49. Первое и второе начала термодинамики. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Проблема тепловой смерти Вселенной.
50. Периодические и аperiodические процессы в природе.
51. Принцип инвариантности. Симметрия. Однородность пространства.

52. Принципы совершенствования физической, психической и нравственной природы человека.
53. Проблема самоорганизации систем живой и неживой природы.
54. Происхождение и развитие галактик и звезд.
55. Пути разрешения современного экологического кризиса.
56. Пути решения наркологической проблемы.
57. Радиоактивность. Типы радиоактивных превращений.
58. Развитие психики человека и вторая сигнальная система.
59. Самоорганизация и эволюция биологических систем
60. Самоорганизация и эволюция Вселенной.
61. Самоорганизация и эволюция Земли.
62. Самоорганизация и эволюция Солнечной системы.
63. Самоорганизация и эволюция социальных систем.
64. Симметрия пространства-времени и законы сохранения.
65. Системный подход к описанию окружающего мира.
66. Современные глобальные проблемы человечества.
67. Современные представления о происхождении и эволюции человека.
68. Современные представления о пространстве и времени.
69. Современные проблемы астрофизики.
70. Современные проблемы квантовой механики.
71. Солнечная активность и ее влияние на происходящее на Земле.
72. Стохастические и динамические закономерности.
73. Стресс и дистресс. Пути решения проблемы.
74. Строение атомов и молекул. Понятие химической связи и ее типы.
75. Сходство механизмов самоорганизации систем разного уровня и универсальный эволюционизм.
76. Теория относительности Эйнштейна.
77. Теория электромагнитного поля Дж. К. Максвелла. Вещество и поле.
78. Теория этногенеза Л.Н. Гумилева.
79. Типы личности и роль общества в формировании асоциальных типов.
80. Формирование релятивистской космологии; ее основные понятия и принципы.
81. Фундаментальные взаимодействия в природе.
82. Фундаментальные законы естествознания: закон сохранения и превращения материи, массы и энергии.

83. Функциональная асимметрия головного мозга и типы познавательной деятельности.

84. Эволюционная теория Ч. Дарвина в свете современных достижений генетики.

85. Эволюция головного мозга и развитие психики.

86. Экология и глобальные проблемы современности.

87. Экология и здоровье человека.

88. Элементы теории организации (управления).

89. Энергоинформационный обмен в природе.

90. Ядерные реакции, термоядерный синтез.

КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В конце XX в. в обществе произошли радикальные преобразования. Применение электроники, глобальных компьютерных сетей привело к настоящему информационному буму. Это повлекло за собой всесторонние изменения не только в науке и технике, но в экономической и социальной жизни. Поэтому логичным шагом стало введение на гуманитарных специальностях дисциплины «Концепции современного естествознания». Рассматриваемая дисциплина – это междисциплинарный синтез физики, химии и биологии на основе историко-философского и эволюционно-синергетического подходов к современному естествознанию.

Цель данного курса состоит в том, чтобы научить специалиста выделять в огромном потоке информации фундаментальные закономерности и универсальные принципы, управляющие окружающим миром, сформировать представление об интегральной картине мироздания, исходя из целостности и многообразия природы. Естественно-научная подготовка не только закладывает основы научных знаний и эрудиции, но и формирует новый тип рационального научного мышления, творческий метод познания природных и социальных явлений в их взаимосвязи.

Знание концепций современного естествознания поможет будущим экономистам и юристам расширить кругозор и овладеть конкретными естественно-научными проблемами, которые связаны с социально-экономическими проблемами, от решения которых зависит благополучие каждого человека. Специалист, владеющий вопросами естественных наук вместе с теоретическими знаниями экономики, без труда составит экономически обоснованный бизнес-план и решит любую сложную экономическую задачу. Наряду с правовыми знаниями знакомство с последними достижениями современных технологий в области естествознания, несомненно, поможет экономисту объективно оценить степень нарушений экономических законов и пути их коррекции в сложившейся ситуации.

Практически все руководители в различных отраслях экономики и науки прямо или косвенно участвуют в распределении финансовых ресурсов. Понятно, что только при правильном, рациональном их распределении можно ожидать наибольшего экономического, социального или другого положительного эффекта. Такое оптимальное распределение финансовых ресурсов способны осуществить только специалисты высокой квалификации, профессиональный уровень которых зависит не только от их гуманитарных, но и естественно-научных знаний. В этом случае можно считать, что основная цель высококвалифицированной подготовки и образования достигнута.

1. ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ И ГУМАНИТАРНАЯ КУЛЬТУРА

1.1. Проблема двух культур

Культура – сфера духовной жизни людей. Понятие «культура» употребляется для характеристики специфических сфер деятельности: культура труда, культура быта, художественная культура, естественно научная культура, гуманитарная культура. Естественно-научная культура изучает то, что существует независимо от человека – природу. Гуманитарная культура исследует знания о человеке, явления духовной жизни общества. Различия между двумя культурами обусловлены самой спецификой объектов изучения естественных и гуманитарных наук.

Истоки проблем двух культур следует искать в античности, когда возникло два подхода к познанию мира. С одной стороны, это научный подход Евклида и Архимеда, основа которого – числовые закономерности, аксиомы и законы бытия. У древних греков очень высокий статус имела математика, так как, по их мнению, она наиболее причастна к постижению высшего бытия. Платон ставил арифметику на первое место как самую совершенную и логически обоснованную науку. «Бог показал нам число, счету нас научило Небо через смену дней и ночей, то есть через астрономию, поэтому арифметика связана с самым прекрасным». С другой стороны, это творчество философов и художников, которое средствами художественных образов отражает реальность.

В то время как в природе действуют стихийные и независимые от человека процессы, в обществе ничего не совершается без сознательных целей, интересов и мотиваций. На этом основании естественно-научную культуру нередко противопоставляют культуре гуманитарной. Поскольку методы исследования в естествознании сформировались раньше, чем в гуманитарных науках, то в истории познания делались неоднократные попытки перенести их целиком и полностью в гуманитарные науки. Такие попытки подверглись резкой критике со стороны специалистов, изучавших явления социальной жизни духовной культуры. Английский писатель Ч. Сноу сформулировал альтернативу «двух культур», по его мнению, разделенных настолько в современном мире, что представители каждой из них не понимают друг друга. Именно это привело к современному экологическому состоянию планеты, опасности термоядерной войны, но самое главное – к резкому снижению этических и эстетических показателей культуры, все возрастающему влиянию технократической психологии.

С течением времени расхождение двух интеллектуальных систем, естественно-научной и гуманитарной, углубилось. В конце концов их стали рассматривать как антагонистические, взаимоисключающие. В нашей печати в 60-х годах велись интенсивные дискуссии между «физиками» и «лириками». Они показали как несостоятельность неумеренных притязаний тех и других на монопольное обладание истиной, так и необходимость взаимодействия естественных и гуманитарных наук, более целостного развития культуры как таковой.

В последнее время под влиянием возникновения новых общенаучных и междисциплинарных направлений исследования происходит сближение двух культур. С одной стороны, это постоянное проникновение математических методов (математическое моделирование в экономике), физических моделей, технического оснащения (компьютеризация, например, «1С: бухгалтерия», разнообразное оборудование психологических лабораторий, использование радиоизотопных методов определения возраста археологических находок и др.) в гуманитарные науки. Например, художник XX века П. Филонов отстаивал принцип «аналитического искусства», основанный на разложении натуры на бесконечно дробящиеся

первоэлементы, а К. Малевич использовал комбинирование на плоскости простейших геометрических фигур в соответствии с разработанной им системой «абстрактного искусства». Специалисты-гуманитарии (экономисты, социологи, юристы и др.) начинают применять в своих исследованиях системный подход, идеи и методы кибернетики и теории информации. Тем самым устанавливаются связи гуманитарных наук с естественными науками, которые тоже заинтересованы в этом.

С другой стороны, результаты логических и лингвистических исследований используются в разработках информационных средств естествознания. Развитие кибернетики, появление в ней принципиально новых технологий обусловило тенденцию к очеловечиванию естественно-научных знаний. Теперь ЭВМ освободила ученого от логических трудностей, оставив ему лишь чисто творческую деятельность. Компьютеры получают широкое применение в качестве инструмента практически во всех сферах гуманитарной деятельности. Все большее значение приобретают совместные разработки естествовников, гуманитариев, обществоведов и философов в сфере этических и правовых проблем науки. Актуализируются экономические и юридические вопросы организации науки, возрастает роль науковедческих разработок.

Указанные формы культуры имеют определенные различия, но не настолько сильные и резкие, чтобы противопоставлять их друг другу. В своей общечеловеческой сути и основе культура одинакова при всем многообразии ее разновидностей. Одни и те же творцы достигли высот и в науке, и в искусстве – Леонардо да Винчи, М.В. Ломоносов, А.П. Бородин (химик и композитор), Д.И. Менделеев (химик и экономист), И.А. Ефремов (палеонтолог и писатель), А.Л. Чижевский (биолог и историк). В.Ф. Ноздрев (физик и поэт) считает органической и плодотворной связью между наукой и искусством: «Работа в области поэзии дает сильное развитие фантазии и образности мышления, что является необходимыми факторами успешной работы ученого в науке. С другой стороны, творческая работа в науке является философским фундаментом для поэзии, значительно повышает общую культуру личности. Поэтому противоестественно отрывать их друг от друга».

1.2. Научный метод

На протяжении всей своей истории люди выработали несколько способов познания окружающего их мира. Одним из таких важнейших способов является наука. Наука – это часть культуры, создающая мир знаний, состоящий только из экспериментально доказанных данных об этом мире.

Структура науки

1. Фактологические знания – набор систематизированных фактов объективной действительности.

2. Теоретические знания – теории, объясняющие факты.

3. Техничко-прикладные знания – технический эффект, достигаемый в результате практического применения фактологических и теоретических знаний.

4. Практические знания – экономический эффект, который можно получить в случае применения вышеназванных групп знаний.

Научное познание осуществляется методично.

Метод – совокупность приемов и операций практического и теоретического познания действительности. Метод – инструмент достижения цели. Философ XVII века Ф. Бэкон сравнивал метод познания с фонарем, освещающим дорогу путнику, идущему в темноте.

Научный метод – способ научного познания окружающего мира. Важнейшими формами (сторонами) научного познания являются эмпирическая и теоретическая.

Эмпирическая сторона предполагает необходимость сбора фактов и информации (наблюдение и эксперимент), а также их описание.

Наблюдение – целенаправленный строгий процесс восприятия предметов действительности, которые не должны быть изменены.

Эксперимент – метод познания, при помощи которого явления действительности исследуются в контролируемых и управляемых условиях.

Теоретическая сторона связана с объяснением, обобщением, созданием новых теорий, выдвижением гипотез, открытием новых законов.

Гипотеза – предположение о взаимной связи явлений, выдвигаемое на основе накопленного экспериментального материала. По-

этому гипотеза есть не достоверное знание, а вероятное. Она требует проверки и доказательств.

Некоторые гипотезы оказываются ошибочными и отбрасываются при дальнейшем развитии науки, как, например, гипотеза флогистона. Другие выдерживают проверку опытом и, правильно предсказывая новые, ранее неизвестные явления, входят в науку в качестве теорий, например, квантовая гипотеза М. Планка привела к созданию квантовой теории.

Теория – форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Хорошая теория должна удовлетворять следующим требованиям: быть достаточно общей, исходить из небольшого числа фундаментальных положений, быть точной, допускать возможные усовершенствования. Научная теория и эксперимент (наука и практика) – вот два кита, на которых держится ветвистое древо познания. Леонардо да Винчи писал: «Влюбленные в практику без науки словно кормчий, ступающий на корабль без руля или компаса, они никогда не уверены, куда плывут. Наука – полководец, а практика – солдат».

В прошлом было широко распространено мнение, что развитие науки происходит путем постепенного, непрерывного накопления все новых и новых научных истин. Такой взгляд назван кумулятивным, в лучшем случае он может относиться к отдельным периодам развития науки, но не отражает целостной картины ее развития, так как на протяжении более длительных периодов наблюдается пересмотр прежних представлений и концепций.

Теория до тех пор остается принятой сообществом, пока не подвергается сомнению основная парадигма (парадигма – научная теория, выражающая существенные черты действительности и господствующая в течение определенного исторического периода в научном сообществе).

Американский ученый Томас Кун представил динамику науки следующим образом:

Старая парадигма → *Эволюционная стадия развития науки* →
Революция в науке → *Новая парадигма*

В эволюционный период наука развивается спокойно, по отработанным привычным принципам и методам исследования. Задача

науки на этом этапе – проводить все более и более точные расчеты частных закономерностей, шлифовать основные положения, придавая им более совершенный, логически стройный вид. Но проходит время, и период эволюционного развития науки заканчивается, начинается период революции. Происходит крушение старых принципов, устанавливаются новые взгляды, новые представления, новые теории. Старые теории далеко не сразу, не без борьбы уступают место новым теориям.

В истории развития естествознания можно выделить три научных революции. Первая революция (аристотелевская) произошла в VI–IV вв. до н.э. в познании мира, в результате которой и появилась на свет наука. Важнейшим фрагментом античной научной картины мира стало последовательное геоцентрическое учение о модели мира. В центре конечной Вселенной находится неподвижная Земля, а Солнце, Луна, другие планеты и звезды обращаются вокруг нее по круговым орбитам, расположенным на восьми сферах. Что лежит за последней сферой, не объяснялось.

Вторая глобальная научная революция (ньютоновская) пришла на XVI–XVIII вв. Ее исходным пунктом считается переход от геоцентрической модели мира к гелиоцентрической. В центре бесконечной Вселенной находится Солнце, а Луна, планеты и звезды обращаются вокруг него. Основным смыслом второй научной революции – становление классического естествознания. Итог – механистическая научная картина мира, завершенная И. Ньютоном.

Третья научная революция (эйнштейновская) произошла на рубеже XIX–XX вв. Ее исходным пунктом в модели мира считается переход к полицентризму. Общий мировоззренческий итог – переход к новой квантово-релятивистской физической картине мира.

Но вот революция закончилась, возникает новая парадигма, и вновь наступает эволюционный период развития науки. Новая теория не всегда отрицает старую, но чаще всего включает ее в себя как часть, т.е. становится более широкой и всеохватывающей. Развитие науки идет по непрерывно восходящей спирали. И этот путь бесконечен.

В основе методов естествознания лежит единство эмпирической и теоретической сторон. Они взаимосвязаны и обуславливают друг друга. Их разрыв или хотя бы преимущество развития одной за счет другой закрывает путь к правильному назначению природы: теория становится беспредметной, опыт – слепым.

Рекомендуемая литература

1. Батулин, В.К. Философия науки: учеб. пособие для вузов / В.К. Батулин. – М.: ЮНИТИ, 2012. – 303 с.
2. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук: учебник / В.В. Миронов [и др.]. – М.: Гардарики, 2006. – 639 с.
3. Степин, В.С. Философия науки. Общие проблемы: учебник / В.С. Степин. – М.: Гардарики, 2007. – 383 с.

2. ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

2.1. Предмет и цели естествознания

Выяснив основные особенности современной науки, можно дать определение естествознанию.

Естествознание – это система наук о природе.

Природа (в широком смысле) – весь мир в многообразии его форм, употребляется в одном ряду с понятиями «материя», «Вселенная». Природа рассматривается не абстрактно, вне деятельности человека, а конкретно, как находящаяся под воздействием человека.

Предмет естествознания – факты и явления природы, которые воспринимаются нашими органами чувств непосредственно или опосредованно, через различные технические приспособления. Основной принцип естествознания гласит: знания о природе должны допускать эмпирическую проверку. Факты и явления, выявляющие определенные законы природы, остаются неизменными. В разные периоды развития науки один и тот же факт может быть объяснен по-разному, но это не меняет сущности самого факта, как, скажем, закон всемирного тяготения был скорректирован после создания теории относительности.

Цели естествознания: находить (открывать) законы природы; использовать на практике познанные законы. Можно сказать: ближайшая цель естествознания – познание истины (законов природы), а конечная цель – содействие их практическому использованию.

2.2. Структура естествознания

Современное естествознание включает многие естественно-научные отрасли: физику, химию, биологию, а также смежные отрасли, такие как физическая химия, биофизика, биохимия, химическая фи-

зика, биогеофизика и т.п. Иерархия основных естественных наук имеет циклически замкнутый характер, ее можно изобразить с помощью схемы (рис. 1).

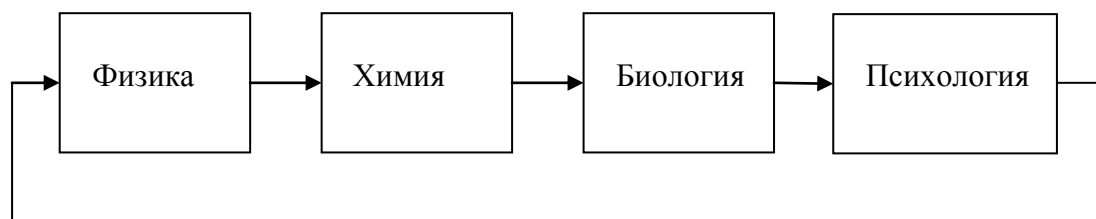


Рис. 1. Структура естествознания

Из этой схемы видно, что химия имеет своим основанием физику, при этом сама является основанием для биологии и психологии. Психология занимает высшее место, но вместе с тем циклически замыкается с исходной наукой всей цепи – физикой. Цикличность – это свойство, присущее самой природе. Всем известен круговорот веществ в природе. Каждые сутки ночь сменяется днем, и каждый год наступает весна. Растения, умирая, оставляют на Земле семена, из которых затем появляется новая жизнь. И все повторяется сначала. Поэтому нет ничего удивительного в том, что все естественные науки, имеющие общий объект исследования – природу, тоже обладают цикличностью.

2.3. Закономерности развития естествознания

1. Обусловленность практикой.
2. Преемственность в развитии идей естествознания, методов и приемов исследования, неразрывность всего познания природы.
3. Постепенность развития естествознания при чередовании периодов относительно спокойного развития и резкой революционной ломки всей естественно-научной картины мира.
4. Взаимодействие наук (когда один предмет изучается одновременно многими науками, их методами, а метод одной науки применяется в изучении предметов другой науки).
5. Противоречивость развития естествознания – на смену борющимся между собой односторонним концепциям в порядке разрешения их конфликта приходит принципиально новая концепция, охватывающая предмет в целом.

Попытки не считаться с закономерностями развития естествознания влекут за собой серьезные недостатки в деятельности отдельных ученых и целых научных направлений:

- отрыв от запросов техники порождает уход в схоластику (оторванное от жизни, бесплодное умствование);
- непонимание преемственности в развитии естествознания ведет к утрате способности находить исторические корни современных воззрений;
- игнорирование взаимодействия отраслей естествознания порождает либо отрицание применимости методов одних наук для других, либо, наоборот, отрицание специфики предмета одной науки на том основании, что он может изучаться методами других наук.

Наконец, всякое администрирование в области естествознания, подмена научных аргументов декретами, попытки сковать свободу критики, навязывание науке одной точки зрения как якобы правильной ведет к застою естествознания.

2.4. Место естествознания в обществе

Естествознание находится между техническими и гуманитарными дисциплинами, поэтому его место в обществе можно представить следующей схемой:

*Идеология ← Философия ← Естествознание →
Техника → Производство*

Естествознание изучает для техники неизвестные ранее вещества и силы природы. С другой стороны, техника с ее потребностями остается движущей силой развития естествознания, она определяет направление научных исследований. От уровня техники зависит уровень производства.

С другой стороны, естествознание тесно связано и с философией, из недр которой оно вышло. Естественно-научные открытия служат реальной почвой для философского обобщения. Но и философия необходима естествознанию, так как ученые без философского мышления не смогут выработать научную теорию (гипотезу). От уровня мировоззрения зависит идеология в государстве, регионе, на предприятии.

2.5. Периоды в истории естествознания

1. *Натурфилософский период*

Самый первый этап развития естествознания называется натурфилософией (от лат. *natura* – природа). Большое развитие натурфилософия получила в Древней Греции. В целом техника была еще слабо развита, хотя имелись уже отдельные выдающиеся технические достижения. Начали складываться в самостоятельные отрасли знания астрономия и обслуживающая ее математика. В их развитие немалый для своей эпохи вклад внес Пифагор (582–500 гг. до н.э.). Помимо всем известной теоремы Пифагора на счету ученого ряд других открытий: Пифагор ввел понятие иррациональности, придерживался мнения о шарообразности Земли, ввел учение о числе. «Самое мудрое в мире – число», – учил он.

Позднее стала выделяться химия (в форме алхимии). Анатомия, медицина, физика находились в зачаточном состоянии. Все естественно-научные знания входили в одну науку – философию.

По мере роста производительных сил древнегреческого общества возрастало и значение товарооборота. Появилось и получило развитие денежное обращение. Деньги начали функционировать как всеобщий эквивалент при обмене товаров. Было понятно, что различные по качеству товары можно, сопоставляя друг с другом, привести к общему денежному знаменателю. Эта чисто экономическая идея была затем распространена на природу.

Самой стройной по тем временам была идея атомистического строения материи, впервые высказанная Левкиппом (500–400 гг. до н.э.) и развитая его учеником Демокритом (460–370 гг. до н.э.). Они считали, что мир состоит из атомов и пустоты. Атомы представляют собой мельчайшие и неделимые частицы, различающиеся по форме и величине. Но все они настолько малы, что недоступны для восприятия органами чувств человека. Учение Демокрита об атомном строении тел, о бесконечности Вселенной настолько опережало время, что впоследствии многие поколения ученых разрабатывали его идеи.

По мере накопления знаний о мире задача их систематизации становилась все более актуальной. Эта задача была выполнена одним из величайших мыслителей древности – Аристотелем. Он впервые попытался дать классификацию наук и создал последовательное учение о геоцентрической системе мира. Космология (учение о Вселенной) Аристотеля включала представление о пространственной конечности

Вселенной, в центре которой неподвижно пребывает Земля, имеющая форму шара, а Солнце, Луна, планеты и звезды обращаются вокруг нее по круговым орбитам. Геоцентрическое учение Аристотеля, впоследствии математически оформленное и обоснованное Птолемеем, заняло господствующее положение в космологии вплоть до XVI в.

Первые естественно-научные теории появились именно в Древней Греции. Автором одной из них был крупнейший ученый-математик Евклид, живший в III в. до н.э. В своем объемном труде «Начала» он привел в единую логическую систему все математические достижения того времени. Созданный Евклидом метод аксиом позволил ему построить здание геометрии, носящей по сей день его имя.

Другим выдающимся ученым древнего мира является Архимед (287–212 гг. до н.э.). Это был первый представитель математической физики, стремящийся воплотить законы механики (закон рычага, учение о центре тяжести, о плавании тел и др.) в действующие конструкции машин. Он решил ряд задач по вычислению площадей поверхностей и объемов, определил значение числа π (отношение длины окружности к своему диаметру). Архимед положил начало гидростатике, которая нашла широкое применение при проверке изделий из драгоценных металлов и определении грузоподъемности кораблей. Общеизвестным в настоящее время является закон Архимеда: «На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная весу жидкости, вытесненной телом».

2. Подготовительный период

Эпоха Средних веков характеризовалась в Европе закатом классической греческой культуры и резким усилением влияния церкви на всю духовную жизнь общества. Наука стала придатком теологии и находилась в полной зависимости от богословия и схоластики. Вместо естественных наук развивались астрология, алхимия, магия, кабалистика чисел и другие проявления оккультизма, тайного знания. Но, тем не менее, медленно и постепенно шло накопление новых фактов.

Историю алхимии обычно начинают с IV в. н.э. В течение примерно тысячелетия алхимики пытались с помощью химических реакций, протекающих в сопровождении специфических заклинаний, получить философский камень, способствующий превращению любого вещества в золото, приготовить эликсир долголетия, создать универсальный растворитель. В качестве побочных продуктов их деятельности появились многие научные открытия, решения практически важ-

ных задач, были созданы технологии получения красок, стекол, лекарств, сплавов, разнообразных химических веществ и т.д. Алхимические исследования, несостоятельные теоретически, весьма способствовали развитию экспериментального естествознания. Алхимия продолжила практическую химию и практическую металлургию древних египтян, придав им мистический характер и установив связь практики с астрологией и магией. Алхимики установили связь между священным числом 7 и тем, что известных металлов тоже 7 (а также цветов спектра – 7, нот – 7 и некоторые другие соответствия).

Пока европейская христианская наука переживала длительный период упадка (вплоть до XIII в.), на Востоке, наоборот, наблюдался прогресс науки. Труды античных мыслителей, особенно Аристотеля, сохранились в монастырских библиотеках. Их проникновение в страны исламской культуры произошло после захвата арабами Александрии, а турками позже – Византии.

Особую роль в развитии естествознания в Средние века сыграли мыслители арабско-мусульманского мира. Аль-Хорезми Мухаммед бен Муса (787–ок. 850) написал труды по астрономии и географии. Его основополагающие трактаты по арифметике и алгебре оказали большое влияние на развитие математики в Западной Европе.

Ученый-энциклопедист Бируни (973–ок. 1050) написал на арабском языке труды по истории Индии, математике, астрономии, географии, физике, медицине, геологии и др., впервые на Среднем Востоке высказал мысль о движении Земли вокруг Солнца, предложил тригонометрический метод определения географических широт, определил удельный вес многих минералов, рассчитал длину окружности Земли.

Авиценна (Ибн Сина) (ок. 980–1037) – ученый, философ, врач. В философии продолжал традиции восточного аристотелизма, отчасти неоплатонизма. Основные философские сочинения – «Книга исцеления», «Книга указаний и наставлений» – содержат также естественнонаучные воззрения. Его книга «Канон врачебной науки», переведенная на многие языки, оказала большое влияние на развитие медицины в Европе.

Персидский и таджикский поэт, математик и философ Омар Хайям (ок. 1048–ок. 1123) в математических трудах дал изложение решения уравнений до 3-й степени включительно, в 1079 г. провел реформу календаря, которая стала возможной благодаря его астрономическим наблюдениям. Всемирно известны его философские четве-

ростишия – рубаи. Они проникнуты пафосом свободы личности, полны глубокого философского смысла.

Улугбек Мухаммед Тарагай (1394–1449) – государственный деятель, ученый, просветитель – построил обсерваторию. Главный труд, выполненный на ней, «Новые астрономические таблицы», содержит изложение теоретических основ астрономии и каталог положений 1018 звезд, определенных с большой точностью при помощи тригонометрии.

Арабские мыслители в большей мере сохранили связь с античной философией и наукой, в первую очередь с учением Аристотеля.

3. Механический период (XVI–XVIII вв.)

Промышленность превращалась из ремесла в мануфактуру, энергетической базой которой служило механическое движение, отсюда встала задача изучать механическое движение. Естествознание этого периода революционно по своим тенденциям. Мореплавание нуждалось в небесной механике, военное дело – в разработке баллистики.

Переход к Новому времени ознаменовался радикальным изменением миропонимания благодаря появлению гелиоцентрического учения Н. Коперника, согласно которому Земля наравне с другими планетами движется вокруг Солнца. Идеи Коперника полностью поддерживал Г. Галилей. Он представлял не только астрономические, но и механические доводы в пользу учения Коперника. Галилей сформулировал принцип инерции: любое тело сохраняет состояние покоя или равномерного или прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не выведет его из этого состояния. Он положил конец многовековому заблуждению, идущему от Аристотеля, о том, что для поддержания равномерного движения необходима постоянная сила. Галилей был одним из основоположников опытного естествознания. Ему принадлежит экспериментальное обнаружение весомости воздуха, открытие законов колебания маятника, немалый вклад в разработку учения о сопротивлении материалов.

Формирование классической механики и основанной на ней механистической картины мира происходило по двум направлениям:

1. Обобщение полученных ранее результатов и, прежде всего, законов движения свободно падающих тел и принципа относительности, открытых Галилеем, а также законов движения планет Кеплера.

2. Создание методов для количественного анализа механического движения в целом. Ньютон разработал математический анализ. Он

создал свой вариант дифференциального и интегрального исчисления, благодаря этому ему удалось точно сформулировать законы динамики и закон всемирного тяготения, согласно которому все тела, независимо от их свойств и от свойств среды, в которой они находятся, испытывают взаимное притяжение, прямо пропорциональное их массам и обратно пропорциональное квадрату расстояния между ними. Закон всемирного тяготения носит универсальный характер, так как ему подчиняется все – малое и большое, земное и небесное. Он открыл широкие возможности для развития научного подхода к исследованию Вселенной и ее составных частей на основе лишь немногих фундаментальных законов и взаимодействий, имеющих одинаковую силу на Земле, в научной лаборатории и в космосе.

Именно Ньютон впервые создал единую механику всех земных и небесных тел, с общими для них законами инерции, динамики, действия и противодействия, а также взаимного тяготения. Механистическая картина мира напоминала часы: любое событие однозначно определяется начальными условиями, задаваемыми абсолютно точно. В таком мире нет места случайности. В нем возможен демон Лапласа – существо, способное охватить всю совокупность данных о состоянии Вселенной в любой момент времени, могло бы не только предсказать будущее, но и до мельчайших подробностей восстановить прошлое. Представление о Вселенной как о гигантской заводной игрушке, часовщиком в которой был Бог, преобладало в XVII–XVIII вв. Механистическая картина мира основывалась на следующих принципах: связь теории с практикой; использование математики; эксперимент реальный и мысленный; критический анализ и проверка данных; главный вопрос – как, а не почему; детерминированность и обратимость траекторий. Механика Ньютона и по сей день не потеряла своего значения, только стало ясно, что существуют границы ее применимости.

Великий русский ученый М.В. Ломоносов (1711–1765) удачно совмещал теоретические и экспериментальные исследования. Он открыл закон сохранения вещества, высказав при этом идею закона сохранения движения. Он разрабатывал механическую теорию теплоты, объясняя ее вращательным движением корпускул (молекул), кинетическую теорию газа, волновую теорию света, исследовал грозные электрические явления, природу северного сияния, доказал наличие атмосферы у Венеры. Изучая земные слои, он обосновывал оригинальные эволюционные идеи об образовании гор, руд, каменного угля, торфа, нефти, почв, янтаря.

В середине XVII в. трудами Р. Декарта и П. Ферма были заложены основы аналитической геометрии, что позволило переводить геометрические задачи на язык алгебры с помощью метода координат. В конце XVII в. произошла революция в математике. И. Ньютон и Г. Лейбниц независимо друг от друга разработали принципы интегрального и дифференциального исчисления. Дифференциальное исчисление дало возможность математически описывать не только устойчивые состояния тел, но и текущие процессы, не только покой, но и движение. Эти исследования стали основой математического анализа и математической базой всего современного естествознания.

4. Стихийно-диалектический период

Промышленность вступает в фазу крупного машинного производства. Энергетической базой промышленности становится паровой двигатель, и преимущественное развитие механики перестает удовлетворять потребности производства. На первый план выдвигаются физика и химия, изучающие взаимопревращения форм энергии и видов вещества. Трудом большой группы ученых (Н. Карно, Г. Гельмгольц, Р. Клаузиус и др.) были установлены основные законы термодинамики.

В 1820 г. А. Ампер разработал теорию связи электричества и магнетизма. Он ввел понятия электрического тока и напряжения, электрической цепи, открыл закон, носящий его имя, заложил основы новой науки – электродинамики.

В 1831 г. М. Фарадей открыл явление электромагнитной индукции, законы электролиза, изобрел электродвигатель.

Дж. Джоуль экспериментировал с электрическим током и измерял количество выделенной теплоты. Он показал, что теплота – не вещество, она состоит из движения частичек тела.

Дж. К. Максвелл в 1873 г. создал электромагнитную теорию света. Он показал, что колебания световых волн совершаются под воздействием напряженности электрического и магнитного полей. Значение Максвелла в том, что он открыл законы, управляющие поведением электрических и магнитных полей и их взаимодействием с зарядами и магнитами. Теория электромагнитного поля Максвелла ознаменовала собой начало нового этапа в физике и естествознании. Мир постепенно стал представляться электродинамической системой, построенной из электрически заряженных частиц, взаимодействующих посредством электромагнитного поля.

В XIX в. большие открытия были сделаны и в химии, главное из них – периодизация элементов. В 1869 г. Д.И. Менделеев пришел к выводу, что существует зависимость между свойствами каждого элемента и атомными весами. Основываясь на этом, он и создал свою периодическую таблицу элементов. В результате были предсказаны свойства еще не открытых элементов. Через несколько лет эти элементы были открыты.

А.М. Бутлеров создал теорию химического строения органических соединений. Она стала для химиков руководством в их практической деятельности и привела к созданию новой области науки – органического синтеза, благодаря которому были синтезированы красители, взрывчатые вещества, многие лекарства.

Большие события в этот период происходили и в биологии. Еще в 1809 г. Ж. Ламарк выдвинул идею эволюции, основав ее на понятиях наследственности и управления частей организма. В 1839 г. Ч. Дарвин сформулировал теорию эволюции путем естественного отбора.

Наряду с фундаментальными работами, раскрывающими процесс эволюции, развития природы, появились новые естественнонаучные открытия, подтверждавшие наличие всеобщих связей в природе. К числу этих открытий относится клеточная теория, созданная в 1838 г. М.Я. Шлейденом и Т. Шванном. Шванн следующим образом сформулировал сделанное открытие: «Весь класс клеточных растений состоит только из клеток. Все многообразные формы животных возникают также только из клеток, причем аналогичных клеткам растений». Открытие клеточного строения растений и животных доказало связь и единство всего органического мира.

Развивалась и наука о строении человеческого организма – физиология. Основателем сравнительной физиологии считается немецкий врач И. Мюллер. Его ученик Р. Вирхов доказал, что клетки образуются путем деления других клеток. Вместе с Э. Геккелем он также доказал, что хранение и передача наследственных признаков осуществляется с помощью клеточного ядра.

Л. Пастер выделил активную часть микроорганизмов – бактерии. Он показал, что бактерии очень жизнеспособны, и уничтожить их можно только путем стерилизации. Пастер внес огромный вклад и в медицинскую науку, изучив иммунитет человека и создав прививки против сибирской язвы, холеры, бешенства.

Основополагающие открытия в физиологии высшей нервной деятельности совершил И.М. Сеченов. Он доказал, что в основе пси-

хических явлений лежат физиологические процессы; что раздражение определенных центров в головном мозгу тормозит деятельность центров спинного мозга. Благодаря И.М. Сеченову головной мозг стал предметом экспериментального исследования, а психические явления начали получать материалистическое объяснение в конкретной научной форме. И.М. Сеченов высказал идею, что рефлекторный характер произвольных движений управляется головным мозгом. Продолжением этой идеи явилось открытие И.П. Павловым условных рефлексов.

Эти открытия раскрыли полнее диалектику природы и нанесли окончательный удар по механистической картине мира.

Рекомендуемая литература

1. Гришунин, С.И. Философия науки: основные концепции и проблемы / С.И. Гришунин. – 2-е изд. – М., 2009. – 224 с.
2. Идеи и наш мир: великие концепции прошлого и настоящего / под ред. Р. Стюарта. – М.: ББМ АО, ТЕРРА, 1998. – 224 с.
3. Карнап, Р. Философские основания физики: пер. с англ. / Р. Карнап. – 4-е изд. – М.: URSS, 2008. – 360 с.
4. Кефели, И.Ф. История науки и техники / И.Ф. Кефели. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 1995. – 170 с.
5. Фолта, Я. История естествознания в датах / Я. Фолта, Л. Новы. – М.: Прогресс, 1987. – 494 с.

3. ПАНОРАМА СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

3.1. Развитие естествознания в XX веке

Современная наука – феномен весьма сложный и неоднозначный. Ее уже невозможно охарактеризовать одним словом, как это было с предшествующими этапами развития науки (античная наука – натурфилософская, средневековая – схоластическая, классическая – метафизическая). Современная наука – это широкая ассоциация математических, естественно-научных, гуманитарных и технических отраслей, дисциплинарных и междисциплинарных исследований, фундаментальных и прикладных, прочих знаний.

Стимулирующее воздействие на естествознание новых потребностей техники привело к тому, что в начале XX в. началась новей-

шая революция в естествознании, прежде всего в физике, где был сделан целый ряд ошеломляющих открытий, разрушивших всю ньютоновскую космологию. Сюда относятся открытия радиоактивного распада Э. Резерфордом, светового давления П.Н. Лебедевым, создание теории относительности А. Эйнштейном, изобретение радио А.С. Поповым, введение идеи кванта М. Планком. Они разрушили прежние представления о материи и ее строении, свойствах, формах движения и типах закономерностей, о пространстве и времени. Трехмерное пространство и одномерное время превратились в относительные проявления четырехмерного пространственно-временного континуума. Время течет по-разному для тех, кто движется с разной скоростью. Вблизи тяжелых предметов время замедляется, а при определенных обстоятельствах оно может и совсем остановиться. Микрочастицы обнаруживают себя и как частицы, и как волны, демонстрируя свою двойственную природу.

Физика как ведущая отрасль всего естествознания играет роль стимулятора по отношению к другим отраслям естествознания. Например, изобретение электронного микроскопа и введение метода меченых атомов вызвало переворот во всей биологии, физиологии, биохимии.

В середине века наряду с физикой лидируют науки, смежные с естествознанием: космонавтика, кибернетика, а также химия. Главной задачей химии становится получение веществ с заданными свойствами (материалы для электроники), синтез полимеров (каучук, пластмассы, искусственное волокно), получение синтетического топлива, легких сплавов и заменителей металла для авиации и космонавтики.

В конце XX в. на место лидера выдвигается биология. Именно в ее рамках при переходе от клеточного уровня исследования к молекулярному были сделаны наиболее революционные открытия:

1. Выявлена генетическая роль нуклеиновых кислот. Именно молекула ДНК отвечает за передачу наследственной информации от одной клетки к другой.

2. Открытие молекулярных механизмов генетической репродукции и биосинтеза белка. Ф. Крик и Дж. Уотсон расшифровали молекулярную структуру ДНК. Было выяснено, что основной функцией генов является кодирование синтеза белка.

3. Открытие молекулярно-генетических механизмов изменчивости – классическая рекомбинация генов, мутация генов, неклассическая (нереципрокная) рекомбинация генов.

В результате были заложены научные основы новой отрасли науки – генной инженерии, целью которой стало создание новых форм организмов, наделенных свойствами, ранее у них отсутствовавшими.

3.2. Тенденции развития естествознания

В развитии современного естествознания проявляются три тенденции.

В естествознании органически переплетаются два противоположных процесса: непрерывной дифференциации естествознания на все более узкие области науки и интеграции этих обособленных наук.

Дифференциация научного знания служит необходимым этапом в развитии науки. Она направлена на более тщательное и глубокое изучение отдельных явлений и процессов определенной области действия.

В результате такого исследования появляются отдельные научные дисциплины со своим предметом и специфическими методами познания. Как известно, в ранней античной Греции не существовало строгого разграничения между конкретными областями исследования и отдельными научными дисциплинами как таковыми. Все известные знания, предположения и приемы изучения явлений природы рассматривались в рамках философии как нерасчлененной области знания. Впервые отдельные естественно-научные дисциплины возникают в эпоху Возрождения, когда появляется экспериментальное естествознание.

Изучение природы должно было начаться с установления законов такой простейшей формы движения материи, какой являются механические процессы. Занявшись экспериментальным исследованием свободно падающих тел, выдающийся итальянский ученый Галилео Галилей (1562–1642) сформулировал управляющие ими законы и заложил основы механики, которую превратил в научную дисциплину знаменитый английский ученый Исаак Ньютон (1643–1727). Вслед за этим постепенно формируются физика, химия, биология и другие фундаментальные науки о природе. По мере дальнейшего научного прогресса происходит ускоренный процесс появления все новых и новых научных дисциплин и их ответвлений. Хотя при этом значительно возрастают точность и глубина наших знаний о явлениях природы, одновременно ослабевают связи между отдельными научными дисциплинами и взаимопонимание между учеными. В наше время

дело доходит до того, что специалисты разных отраслей одной и той же науки нередко не понимают ни теории, ни методов исследования других отраслей, ни ее конечных результатов. Таким образом, дисциплинарный подход грозит превратить единую науку в совокупность обособленных, изолированных, узких областей исследования, в силу чего ученые перестают видеть место и значение своей работы для познания единого, целостного объективного мира.

Дифференциация имеет свои положительные стороны, поскольку дает возможность изучать более тщательно и глубоко отдельные явления и процессы, но при этом упускаются из виду связи между отдельными явлениями, а в природе, как известно, «все связано со всем».

К счастью, сама наука выработала средства и методы для преодоления ограниченности чисто дисциплинарного подхода к изучению мира. Новый подход принято называть интегративным, или междисциплинарным, хотя последний термин менее точен. По мере развития научного познания становилось все более очевидным, что такой подход способствует открытию более глубоких общих закономерностей, которые управляют подобными явлениями. С помощью таких законов и раскрываются единство природы, взаимосвязь и взаимодействие составляющих ее объектов и процессов. Именно поэтому фундаментальные интегративные законы отображают единство и целостность природы.

Интеграция научного знания осуществляется в различных формах, начиная от применения понятий, теорий и методов одной науки в другой и кончая возникшим в нашем столетии системным методом.

Когда биология начала использовать физические методы в своих исследованиях, она достигла впечатляющих результатов, которые завершились возникновением на стыке биологии и физики новой науки – биофизики. Аналогичным образом возникли биохимия, геофизика, геохимия и другие науки.

Природа едина по своей сути и деление знаний о ней на отдельные естественные дисциплины, например, химию или физику, часто бывает достаточно условным. Физические идеи находят свое отражение в объяснении химических процессов, а изучение химических превращений веществ друг в друга приводит физиков к открытию новых физических закономерностей и явлений, например, открытию высокотемпературной сверхпроводимости. Это обусловлено прежде всего существованием общего объекта исследования – вещества или

природного явления. Каждая из естественных наук склонна применять свои специальные методы и подходы для создания собственного научного представления о предмете. Но каждая из них может «поставлять» лишь часть специальных знаний об изучаемом сложном явлении. Истинное же знание об изучаемом предмете как едином целом может быть получено при объединении этих специальных представлений, поиске точек пересечения разных наук, установлении взаимосвязи между отдельными открытиями и поиске первоначальных причин явления.

Интегрирующую, синтезирующую функцию выполняют междисциплинарные науки – электрохимия, биохимия, биофизика, биогеофизика, химическая физика, психофизика и т.п., а также такие общие науки, как термодинамика, кибернетика и синергетика. Такие науки вырабатывают весьма общие знания, применимые во многих областях действительности и познания. Возникновение кибернетики в середине XX в. связано с новыми методами получения, переработки и передачи информации, с развитием вычислительной техники, с распространением системных методов исследования.

Управление, особенно самоуправление – необходимый способ существования сложных систем (биологических, социальных, технических), заключающийся в упорядочении и сохранении целостности системы. Управлять без знания, информации в широком смысле невозможно. Кибернетика изучает информацию как таковую, абстрагируясь от конкретной материальной природы ее носителей. Поэтому информационное моделирование применимо в любой области и может осуществляться на миниатюрных быстродействующих элементах с опережением моделируемых процессов. Широкое внедрение кибернетических методов открывает новую информационную ступень развития общества, эпоху компьютерной революции и цивилизации.

Современное учение о химических процессах – наглядный пример глубокого взаимопроникновения разных отраслей естествознания: физики, химии, биологии. В основе данного учения лежат химическая термодинамика и кинетика, которая традиционно относится к физической химии. Что же касается связи с биологией, то известно, что одни и те же физические и химические законы управляют как абиогенными процессами, так и процессами жизнедеятельности. Ученые стремятся создать промышленные аналоги химических процессов, происходящих в живой природе:

- металлокомплексный катализ с ориентацией на соответствующие объекты живой природы;
- моделирование биокатализаторов;
- создание иммобилизованных ферментов (ферментов, выделенных из живого организма и прикрепленных к твердой поверхности путем адсорбции);
- изучение и освоение всего каталитического опыта живой природы и применение принципов биокатализа в химии и химической технологии.

Усиливается связь науки с материальным производством. Срастание науки с техникой в единую систему называется научно-технической революцией (НТР). На стадии НТР наука становится непосредственной производительной силой, ее взаимодействие с техникой и производством резко усиливается, качественно ускоряется внедрение новых научных идей в производство. Достижения НТР впечатляющи. Она вывела человека в космос, дала ему новый источник энергии – атомную энергию, принципиально новые вещества (полимеры) и технические средства (лазер), новые средства массовой коммуникации (Интернет) и информации (оптоволокно) и т.п. Возникли комплексные отрасли научно-технической деятельности, в которых наука и производство слиты нераздельно: системотехника, эргономика, дизайн, биотехнология.

Вместе с тем усиливается воздействие науки на общество и природу, что становится причиной ряда трудно решаемых глобальных проблем. Самые разные сторонники рыночной экономики согласятся, что свободный рынок не может защитить, например, исторические памятники от кислотных дождей. Только правительство способно установить законы, стимулирующие обеспечение рынка всем тем, что нужно человеку, без разрушения среды его обитания. Но правительство не в силах проводить подобную политику, если ему не помогут специалисты, владеющие современным естествознанием.

Рекомендуемая литература

1. История фундаментальных понятий физики: учеб. пособие для вузов. Ч. 6. Основы квантовой физики / М.Л. Золотарев [и др.]. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2006. – 375 с.

2. Современное естествознание в системе науки и практики / М.К. Булова, Т.А. Горолевич, В.С. Готт [и др.]. – Минск, 1990. – 216 с.

3. Хорошавина, С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / С.Г. Хорошавина. – 4-е изд. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 480 с.

4. Черепашук, А.М. Вселенная, жизнь, черные дыры / А.М. Черепашук, А.Д. Чернин. – Фрязино: Век 2, 2007. – 320 с.

4. СТРУКТУРНЫЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

4.1. Микро-, макро- и мегамиры

Структурность и системная организация материи относятся к числу ее важнейших атрибутов. Они выражают упорядоченность существования материи и те конкретные формы, в которых она проявляется. В материальном мире существует целая иерархия структур различного масштаба:

I. Мегамир (от греч. *megas* – великий, грандиозный).

II. Макромир (от греч. *makros* – большой, крупный).

III. Микромир (от греч. *mikros* – малый).

Их выстраивают в определенном порядке и называют «структурно-масштабной лестницей». В таблице кроме названия структуры (ступеньки лестницы) приводится интервал характерных размеров R в метрах (указан десятичный логарифм R) и тип фундаментального взаимодействия, ответственный за целостность данной структуры.

Таблица 6

Структурно-масштабная лестница

№ п/п	Объект (структура)	$\lg R$, м	Тип взаимодействия
1	2	3	4
1	Метагалактика	26	Гравитационное
2	Ячеистая структура (сверхскопления галактик)	24	Гравитационное
3	Скопления и группы галактик	23...22	Гравитационное
4	Галактика, квазары, ядра галактик	21...20	Гравитационное
5	Звездные скопления в галактиках	19...17	Гравитационное

1	2	3	4
6	Звезды, планетные системы	13...8	Гравитационное
7	Космические тела (планеты, кометы, астероиды)	8...4	Гравитационное
8	Макроскопические тела	2...-4	Электромагнитное
9	Микроскопические тела (ген)	-4...-10	Электромагнитное
10	Молекулы	-4...-10	Электромагнитное
11	Атомы	-4...-10	Электромагнитное
12	Ядра и элементарные частицы	-14...-15	Сильное, эл.-слабое
13	Кварки, лептоны	-15...-16	Сильное, эл.-слабое
14	Физический вакуум		

Прокомментируем отдельные позиции таблицы 6.

1. Метагалактика – доступная наблюдениям часть Вселенной. Вселенную изучает наука космология. Ее цель – выявление и изучение законов, функционирующих во Вселенной. Введем понятие космологического горизонта – это граница метагалактики, он находится на расстоянии, которое свет прошел за время, равное возрасту Вселенной. Если Вселенная возникла 15 млрд лет назад, то космологический горизонт находится на расстоянии 15 млрд световых лет.

2. Ячеистая структура. Во Вселенной находятся миллионы галактик. В пространстве они образуют ячейки типа пчелиных сот. Вдоль стенок этих ячеек расположены галактики, а внутри – пустоты (так называемые «воиды» – от англ. *void* – пустота).

Больше всего таких галактик можно насчитать в узлах – в тех местах, где пересекаются стенки. Их называют сверхскоплениями галактик, они насчитывают до десятка тысяч отдельных галактик. В очень большом масштабе (больше масштаба ячеек) распределение вещества оказывается совершенно равномерным. Если взять в разных местах Вселенной два гигантских куба с ребрами в 100 млн световых лет и количество содержащегося в каждом из них вещества, то результат будет одинаковым, в каких бы местах Метагалактики мы ни помещали эти кубы. Средняя плотность вещества во Вселенной $\rho = 3 \cdot 10^{-27}$ кг/м³.

3. Скопления галактик имеют почти сферическую форму, в них насчитывают сотни и тысячи галактик. Ближайшее к нам скопление галактик находится в созвездии Девы, в него входят 3000 галактик. Характерные размеры скопления галактик от 1 до 3 Мпк (1 пк = 3,263 светового года = $3,086 \cdot 10^{16}$ м). Известны также малочисленные

группы галактик, например, Местная группа галактик. В нее входят 38 галактик: две большие спиральные галактики – наша Галактика и туманность Андромеды, а также ряд галактик меньших размеров.

4. Галактика – гигантское скопление звезд и звездных систем. Они разнообразны по форме и размерам. Размеры галактик (их видимой части) изменяются в пределах от 1 до 100 Кпк. Большинство галактик выглядят как гигантские спирали (туманность Андромеды, туманность Треугольника, наша Галактика – Млечный Путь). Примерно у четверти всех известных галактик круглая или эллиптическая форма. Третий тип галактик – неправильные. Они имеют неправильную асимметрическую форму. Масса галактик изменяется в пределах от 10^9 до 10^{12} МС (массы Солнца). У многих галактик в центре ядро, которое состоит из звезд.

В 1963 г. были обнаружены объекты, подобные активным ядрам галактик. Эти квазизвездные объекты (т.е. похожие на звезды) – квазары. Квазары – самые далекие объекты, наблюдаемые во Вселенной. Некоторые из них находятся на расстояниях, когда обычные галактики уже нельзя обнаружить. Предполагают, что это ядра далеких галактик, находящиеся в состоянии очень высокой активности. Сейчас известно порядка 14 тыс. квазаров.

5. Скопления звезд бывают двух типов: шаровые (размер около 100 пк) и рассеянные. В нашей Галактике около 500 шаровых скоплений и примерно 20 тысяч рассеянных. Шаровые скопления – это массивные объекты правильной сферической формы, содержащие сотни тысяч и даже миллионы звезд. Рассеянные звездные скопления можно найти в любой части неба, но больше всего их около Млечного Пути. Они содержат десятки, сотни, а наиболее крупные – тысячи звезд. Например, в скоплении Плеяды насчитывается несколько сотен звезд, хотя невооруженному глазу доступны 6–7 звезд. Звездные скопления существуют в Галактике, потому что звезды рождаются не поодиночке, а группами (скоплениями) из массивных газопылевых облаков.

6. Звезда – это основная структурная единица мегамира. Звезды – шары из газа в состоянии плазмы, это природные термоядерные реакторы, в которых происходит химическая эволюция вещества, переработка его на ядерном уровне. В центре звезды температура примерно 15 млн градусов. Звезды производят химические элементы, дают свет и жизнь (Солнце). Звезды по сложным орбитам движутся вокруг центра Галактики. Могут быть звезды, у которых меняются

блеск и спектр, – переменные звезды (Тау Кита) и нестационарные (молодые) звезды, а также звездные ассоциации, возраст которых не превышает 10 млн лет. Возможно, из них образуются сверхновые звезды, при вспышках которых происходит выделение огромного количества энергии нетеплового происхождения и образование туманностей (скопление газов). Самые крупные звезды называются красными гигантами и сверхгигантами. Когда звезда исстрачивает свое водородное горючее, она сжимается до бесконечной плотности, при этом масса остается прежней. Тогда звезда превращается в пульсар, а затем в «белого карлика».

«Белый карлик» – это электронная постзвезда, образующаяся в том случае, когда звезда на последней стадии своей эволюции имеет массу, меньшую 1,2 солнечной массы. Превращение происходит путем медленного сжатия звезды, которая продолжает светить уже не за счет ядерных реакций, а в результате освобождающейся в процессе сжатия гравитационной энергии. Диаметр «белого карлика» равен диаметру нашей Земли, температура достигает около миллиарда градусов, а плотность – 10 т/см^3 – в сотни тысяч раз больше земной плотности. Такую плотность можно получить, утрамбовав грузовой автомобиль в объем наперстка. В течение 1 млрд лет «белый карлик» медленно остывает, превращаясь в «черного карлика» – ничего не излучающий холодный «труп» звезды.

В нашей Галактике происходит в год примерно 100 вспышек новых звезд. Новые звезды – двойные системы. При этом вспыхивает звезда с меньшей массой. Вспышка говорит о гибели звезды. Наиболее мощные вспышки называют сверхновыми звездами. При вспышках сверхновых звезд, как конечная стадия эволюции массивных звезд, могут образоваться нейтронные звезды. В этом случае на предконечном этапе происходит очень быстрое сжатие звезды, в ходе которого в наружных ее слоях начинается бурный процесс ядерных реакций, в которые вступают остатки ядерного вещества звезды. При этом выделяется так много энергии, что происходит взрыв с разбросом наружного слоя звезды. Внутренние же ее области стремительно сжимаются. Остаток звезды уменьшается до размеров в 20–30 км, а средняя ее плотность возрастает до 100 млн т/см^3 , что, используя прежнее сравнение, равнозначно утрамбовке в наперсток миллиона грузовых автомобилей. Нейтронная звезда состоит из протонов и нейтронов, силы гравитации разрушили в ней сложные ядра, и вещество снова стало состоять из отдельных элементарных частиц. От-

крытые в 1967 г. пульсары как раз и являются намагниченными вращающимися нейтронными звездами.

Пульсары – космические источники пульсирующего, периодически изменяющегося импульсного радио-, оптического, рентгеновского и гамма-излучения. У радиопульсаров (быстро вращающихся нейтронных звезд) периоды импульсов – 0,03–4 с, у рентгеновских пульсаров (двойных звезд, где к нейтронной звезде перетекает вещество второй, обычной звезды) периоды составляют несколько секунд и более.

Если при вспышке сверхновой сжатие ядра звезды не остановимо, начинается гравитационный коллапс (сжатие). Тогда звезда превращается в «черную дыру», которую невозможно увидеть, но которая хранит 9/10 массы Вселенной. Что представляют собой «черные дыры»? Если некоторая масса вещества оказывается в сравнительно небольшом объеме, критическом для данной массы, то под действием собственного тяготения такое вещество начинает неудержимо сжиматься. В результате сжатия растет концентрация массы и наступает момент, когда сила тяготения на поверхности становится столь велика, что для ее преодоления надо развить скорость большую, чем скорость света. Поэтому «черная дыра» ничего не выпускает наружу и не отражает, и, стало быть, ее невозможно обнаружить. В «черной дыре» пространство искривляется, а время замедляется. Пространство «черной дыры» как бы «вырвано» из пространства Метагалактики. Если вырезать в листе бумаги дыру, то это даст наглядную двумерную аналогию «черной дыры» в трехмерном пространстве. Если сжатие продолжается дальше, тогда на каком-то его этапе начинаются незагасающие ядерные реакции. Сжатие прекращается, а затем происходит антиколлапсионный взрыв, и «черная дыра» превращается в «белую дыру». Предполагают, что «черные дыры» находятся в ядрах галактик, являясь сверхмощным источником энергии. Процесс эволюции звезд представлен на схеме:

Обычные звезды → «Белый карлик»

↑

Звездные ассоциации → Переменные звезды → Нестационарные звезды → Нейтронные звезды → Новые и сверхновые звезды → Газовые туманности

↓

Красные гиганты → «Черная дыра» → «Белая дыра»

В настоящее время определено известно только одна планетная система – наша Солнечная система, хотя есть весомые косвенные свидетельства в пользу существования других планетных систем.

7. Космические тела не испускают энергию. В Солнечную систему входит 9 планет, их спутники, свыше 100 тыс. астероидов, множество комет и метеоритных тел. Максимальный размер определяется размерами планет-гигантов (Юпитер, Сатурн, Нептун), а минимальный – размерами малых планет и кометных ядер.

Ядро кометы имеет размер в несколько километров и представляет собой ледянистое тело – конгломерат газов и частиц пыли. С приближением к Солнцу из ядра кометы выделяются газы, образующие обширную голову кометы. Воздействие солнечного излучения и солнечного ветра обуславливает образование хвоста, иногда достигающего несколько миллионов километров в длину. Выделяемые газы уходят в космическое пространство, вследствие чего при каждом приближении к Солнцу комета теряет значительную часть своей массы. В связи с этим кометы живут относительно недолго (тысячелетия и столетия). Кометы обычно самые дальние объекты Солнечной системы. Некоторые из них удаляются от Солнца на 10 000 млрд км – на расстояние одного светового года.

Астероиды (малые планеты) – тела Солнечной системы с диаметром от 1 до 1 000 км. Самый крупный астероид – планета Церера. Орбиты большинства малых планет находятся между орбитами Марса и Юпитера (так называемый пояс астероидов). Сталкиваясь друг с другом, астероиды дробятся на метеориты.

8. Макроскопические тела – все тела, которые окружают человека: дом, стол, капля воды и т.д. Состоят из большого числа молекул, объединенных в определенную макроскопическую структуру. Находятся в трех агрегатных состояниях: твердом, жидком, газообразном.

9. Микроскопическими телами обычно называют объединения молекул в микроскопические структуры. Например, клетка живого организма и ее составные части (ядро, ген, рибосома и т.п.) или элементы (ячейки) кристаллической решетки, магнитные домены в кристаллах.

10. Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химической связью. Размеры и массы молекул изменяются в очень широком диапазоне – от простейших двухатом-

ных молекул (H_2 , O_2 , $NaCl$ и т.д.) до сложных полимерных макромолекул (РНК, ДНК, полиэтилен, полипропилен).

11. Атом (от греч. *atomos* – неделимый) – мельчайшая частица химического элемента, сохраняющая его свойства. Атом состоит из компактного положительно заряженного ядра, вокруг которого движутся отрицательно заряженные электроны, образующие электронные облака. Ядро состоит из протонов и нейтронов. Атом в целом нейтрален, так как число электронов равно числу протонов.

12. Элементарные частицы (в буквальном значении этого термина) – это первичные, неделимые частицы, из которых состоит вся материя. По последним данным, элементарных частиц более 300 наименований. По характеру взаимодействия они делятся на три класса:

а) фотон – это квант электромагнитного поля, участвует только в электромагнитном взаимодействии;

б) адроны – элементарные частицы, принимающие участие в сильных взаимодействиях. Класс адронов делится на два семейства: барионы и мезоны. Барионы – это такие адроны, которые в реакциях между элементарными частицами могут превращаться в протоны или получаться из них. К ним относятся протон и нейтрон (p , n), которые часто объединяют одним названием – нуклоны;

в) лептоны – участвуют в слабых и электромагнитных взаимодействиях. Среди лептонов стабильными являются электроны и нейтрино.

У каждой элементарной частицы есть античастица. Их массы покоя, спин, время жизни одинаковы. Электрический заряд и магнитный момент равны по модулю, но противоположны по знаку. Когда частица и античастица взаимодействуют, происходит их уничтожение (аннигиляция). При этом выделяется энергия.

13. В 1964 г. американские физики Гелл-Манн и Цвейг предложили так называемую кварковую модель строения вещества. В соответствии с этой моделью любой адрон может быть представлен в виде набора из двух или трех кварков.

Кварки – фундаментальные частицы, имеющие дробный электрический заряд, в свободном виде экспериментально не обнаружены, об их существовании свидетельствует множество косвенных доказательств. Теория кварков и сильных взаимодействий получила название квантовая хромодинамика. С ее помощью были объяснены некоторые эксперименты и даже были открыты новые предсказанные ею частицы. Класс кварков содержит шесть частиц и столько же античастиц. Физики назвали каждый тип кварков ароматом (рис. 2).

Кварк каждого аромата может иметь еще один из трех цветов: красный, зеленый, синий. «Аромат» и «цвет» не имеют ничего общего с общепринятым смыслом этих слов. Это просто обозначения квантового числа, приписываемые частицам данного типа.

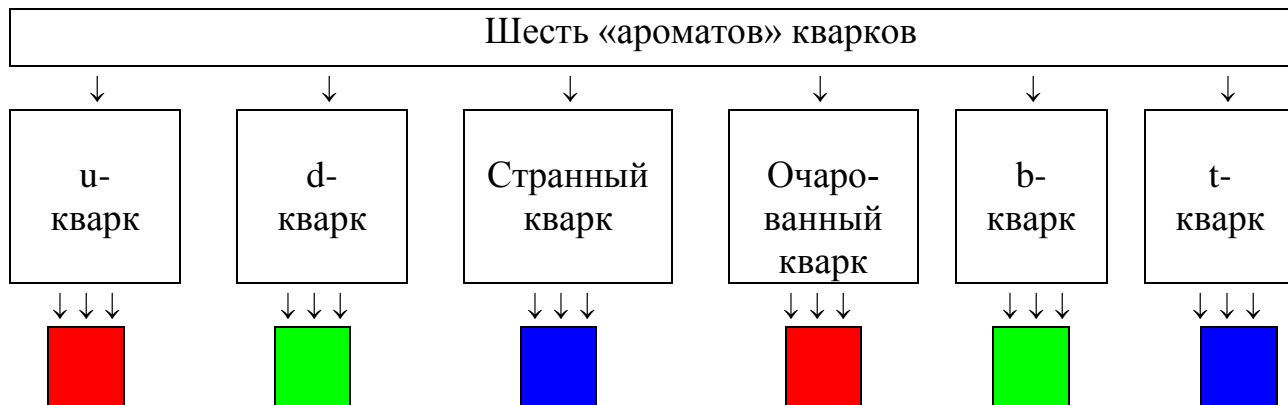


Рис. 2. Классификация кварков

Ароматы обозначаются первыми буквами английских слов, принятых в качестве их названия: *u*-кварк (*upper* – верхний), *d*-кварк (*down* – нижний), *s*-кварк (*strange* – странный), *c*-кварк (*charmed* – очарованный), *b*-кварк (*beauty* – красивый), *t*-кварк (*truth* – правдивый). «Рецепт» изготовления адронов из кварков оказался удивительно прост: барионы состоят из трех кварков, мезоны – из кварка и антикварка. Например, протон представляется набором $p=(uud)$, а нейтрон – $n=(udd)$. *U*-кварк обладает зарядом $+2/3$, а *d*-кварк – зарядом $-1/3$. Тогда не трудно рассчитать заряды протона и нейтрона. Они равны соответственно: $p = +2/3+2/3-1/3 = +1$, $n = +2/3-1/3-1/3 = 0$. Кварки существуют только в таких составных частицах, вне их, в современных условиях они существовать не могут, и это принципиальное свойство вещества на данном микроуровне.

14. Физический вакуум – своеобразный физический объект, в котором непрерывно происходят процессы рождения и уничтожения частиц. Он как бы «кипит». Частицы существуют очень короткое время и называются виртуальными.

4.2. Эволюция Галактики

Вначале Галактика представляла собой медленно вращающееся газовое облако, размеры которого в десятки раз больше современных. Под действием собственной гравитации облако сжималось (или кол-

лапсировало), так что центробежная сила и газовое давление не могли противостоять этому. В ходе коллапса рождались первые звезды, унаследовавшие радиальное движение газа к центру системы, поэтому их орбиты сильно вытянулись, и эксцентриситет (смещение относительно центра) их орбит сразу был велик. Старые звезды почти равномерно занимают сферический объем с увеличивающейся концентрацией к центру.

Из-за сохранения углового момента при сжатии облака скорость вращения возрастала. Возросшие центробежные силы прекратили сжатие поперек оси вращения, но вдоль оси оно продолжалось. Так сформировался тонкий газовый диск, а родившиеся в нем более молодые звезды образовали вращающуюся дисковую подсистему.

Эти две подсистемы движутся с разными скоростями и имеют разный химический состав. Массивные звезды, превышающие массу Солнца в 10 раз, эволюционируют очень быстро – за сотни тысяч и миллионы лет. В конце своей жизни они могут взорваться как сверхновые, тогда в среде появляются тяжелые элементы, синтезированные в недрах бывшей массивной звезды. Молодые звезды захватывают эти элементы, их состав и отражает состав среды, из которой они образовались. Старые звезды отражают состав Галактики в начале ее эволюции, а молодые звезды, более богатые металлами, – картину химической эволюции Вселенной.

4.3. Образование Солнечной системы и Земли

Солнечная система образовалась примерно 5 млрд лет назад, причем Солнце – звезда второго поколения. Так что Солнечная система возникла на продуктах жизнедеятельности звезд предыдущих поколений, скапливающихся в газопылевых облаках. Нет общепризнанной версии происхождения Солнечной системы. Но современная наука решительно отвергает допущение о случайном и исключительном характере образования планетных систем.

Согласно современным представлениям, образование Солнечной системы – это закономерный процесс, протекающий в общем потоке структурной самоорганизации Вселенной. Локальные структуры формируются при участии двух противоположных, но взаимосвязанных механизмов: фракционирования крупных неорганизованных образований (газопылевые облака) и аккреции (слипания) мелких частиц вещества с образованием более организованных крупных объек-

тов, развивающихся затем как цельное естественное тело. Но у локальных ее элементов, таких как планеты, сохраняется определенная автономия, индивидуальность развития. В основе ее лежат исходные условия образования каждой планеты – ее местоположение относительно центрального тела, размеры, физико-химические особенности, динамические характеристики.

Из гипотез происхождения Солнечной системы наиболее известна электромагнитная гипотеза шведского астрофизика Х. Альвена. Основная масса вещества Солнечной системы поступила из одного газопылевого облака, и из него образовалось Солнце. Его мощное гравитационное воздействие притягивает поток газовых и пылевых частиц, из которых формируются планеты. Солнечная система состоит из девяти планет. Все они движутся в одном направлении, в единой плоскости (за исключением Плутона) по почти круговым орбитам. От центра до окраины Солнечной системы (до Плутона) 5,5 световых часов.

В Солнечной системе планета Земля в определенном плане выделена самой природой: только на ней существуют развитые формы жизни. Только на Земле существует мощная гидросфера и атмосфера, сформировавшиеся одновременно с планетой. Образование Земли шло в русле единого процесса. Вначале из зерен тяжелых нелетучих веществ оформилось протоядро Земли, затем оно очень быстро присоединило вещество, ставшее впоследствии мантией. А когда Земля достигла примерно размеров Марса, начался период ее бомбардировки космическими телами из газопылевого облака. Удары сопровождались сильным локальным разогревом и плавлением земных пород и космических тел. При этом выделялись газы и пары воды, содержащиеся в породах. Они положили начало воздушной оболочке и океанам.

4.4. Место человечества во Вселенной

Вероятность жизни на планете, тем более разумной, связана с фундаментальными проблемами естествознания. Вероятность существования внеземных цивилизаций И.С. Шкловский оценил по формуле Дрейка

$$N = n \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot (t / T),$$

где N – количество внеземных цивилизаций в нашей Галактике; n – полное число звезд в нашей Галактике, $n = 2,1011$; $P_{1,2,3,4}$ – вероятность существования планеты, на которой есть жизнь, разум и дос-

тигнут определенный уровень технологии; t – средняя продолжительность технологической эры; T – возраст Галактики, $T = 15 \cdot 10^9$ лет.

В этой формуле определенными являются только два параметра, в отношении остальных высказываются весьма противоречивые предположения и гипотезы. Наука отвергает уникальность жизни на Земле. Молчаливо принимается правота слов Джордано Бруно о множественности обитаемых миров.

В 1958 г. Г.М. Иддисом был сформулирован *антропоцентристский принцип* – Вселенная такова, какой мы ее видим, поскольку мы существуем в ней. К 1982 г. он был связан с мировыми фундаментальными константами (e^- – заряд электрона, h – постоянная Планка, c – скорость света, G – постоянная закона тяготения Ньютона, m_p – масса протона). Оказалось, что существует только одна область изменения величин e^2/hc и Gm_p/hc , в которой возможно существование живых систем. Из этого принципа вытекают два следствия:

1) доказательство существования внеземных цивилизаций связано с достоверностью полученных на Земле основных законов физики. Границы сферы применимости этих законов для понимания процессов во Вселенной пока недостаточно определены;

2) предполагается только углеводородная жизнь.

Оценку вероятности наличия у звезды обитаемой планеты можно вывести из следующих рассуждений. Максимум величины можно получить исходя из числа звезд типа Солнца («желтых карликов»), имеющих по одной обитаемой планете, и их положения в Галактике. Наша Галактика имеет спиральную структуру (рис. 3) и вращается с угловой скоростью, убывающей с ростом расстояния от центра вращения.

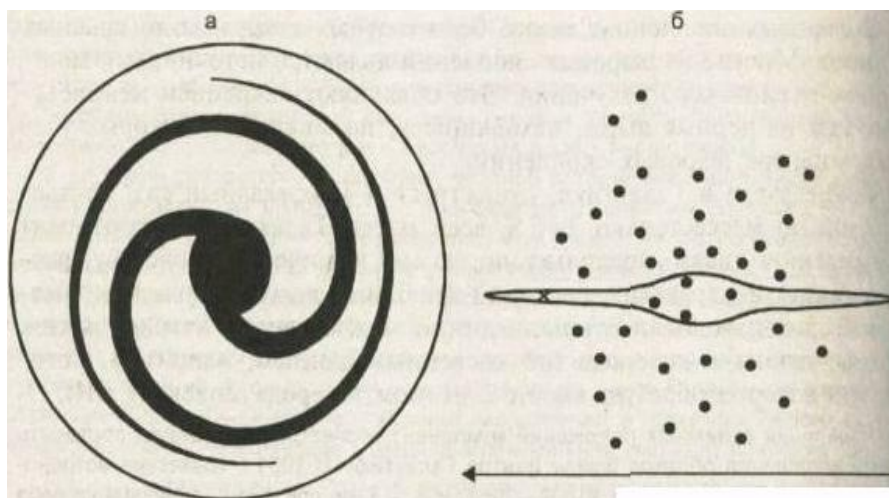


Рис. 3. Схема Галактики Млечный Путь:
а – вид сверху; б – вид сбоку (● – шаровые скопления)

Поскольку спиральные ветви галактик – это волны плотности, распространяющиеся по галактическому диску, их угловая скорость постоянна. Это значит, что на каком-то расстоянии от центра и сама Галактика, и ее рукава вращаются синхронно. Эта область получила название *коротационного круга*.

Условия образования звезд разные в зоне коротации и вне ее. Звезды формируются из межзвездного газа, который вращается вместе с галактическим диском и втекает в спиральные рукава. Вне зоны коротации межзвездный газ в поле гравитации спиральных рукавов ускоряется, и возникает галактическая ударная волна – на внутренней кромке рукавов образуется спиралевидная полоса сжатого межзвездного газа, в которой рождаются звезды. В зоне коротации рукава вращаются синхронно с межзвездным газом, относительные движения отсутствуют, ударные волны не образуются. Поэтому и рождение звезд в этой области происходит иначе, и «жизнь» звезд протекает более стабильно. Ширина зоны коротации, где «живет» и наше Солнце, порядка 250 пк, что позволяет предположить, что в этом узком кольце и формы жизни будут близки земным.

Применяя формулу Дрейка для зоны коротации, где звезд типа Солнца около 70 миллионов, t – время жизни Солнечной системы ($4,6 \cdot 10^9$ лет), T – время прохождения Солнца между спиральными рукавами ($7,8 \cdot 10^9$ лет), получим для верхнего предела (когда все вероятности равны единице, что соответствует духу антропоцентризма) значение 40 млн. Это много, хотя и выбрано по максимуму величин! Нижний предел равен единице, т.е. мы одиноки во Вселенной. Коротационную зону называют «поясом жизни» в Галактике.

Рекомендуемая литература

1. Голдсмит, Д. Поиски жизни во Вселенной / Д. Голдсмит, Т. Оуэн. – М.: Мир, 1983. – 130 с.
2. Грин, Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории / Б. Грин. – М.: Эдиториал УРСС, 2005. – 288 с.
3. Ильин, В.А. История физики / В.А. Ильин. – М.: Академия, 2003. – 272 с.
4. Киппенхан, Р. 100 миллиардов солнц: рождение, жизнь и смерть звезд / Р. Киппенхан. – М.: Мир, 1990. – 293 с.

5. Климишин, И.А. Открытие Вселенной / И.А. Климишин. – М.: Наука, 1987. – 320 с.

6. Мостепаненко А.М. Проблема существования в физике и космологии / А.М. Мостепаненко. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. – 152 с.

7. Новиков, И.Д. Эволюция Вселенной / И.Д. Новиков. – М.: Знание, 1990. – 189 с.

8. Рубеков, В.А. Физика частиц и космология: состояние и надежды / В.А. Рубеков // Успехи физических наук. – 1999. – Т. 169. – Вып. 12. – С. 1299–1310.

9. Рузавин, Г.И. Концепции современного естествознания: учеб. пособие / Г.И. Рузавин. – М.: Юрист, 2009. – 303 с.

5. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ОПИСАНИЯ ПРИРОДЫ

5.1. Фундаментальные взаимодействия

Многие основополагающие концепции современного естествознания прямо или косвенно связаны с описанием фундаментальных взаимодействий. Взаимодействие обуславливает объединение различных материальных объектов в системы. Свойства материальных объектов являются результатом структурных связей между собой и взаимодействий с внешней средой. В повседневной жизни мы встречаемся с разнообразными силами. Чтобы открыть дверь, надо приложить мускульную силу и преодолеть силу трения в дверных петлях и упругую силу дверной пружины. Мы наблюдаем силы, с которыми атмосфера давит на барометр и Земля действует на Луну.

Электрическая сила запускает двигатель вашего автомобиля, гидравлическая сила работает в его тормозах, а если вы наехали на фонарный столб, то своей остановкой вы обязаны механической силе. Радиоактивность, синтез новых элементов происходят за счет ядерных и слабых сил.

Однако, несмотря на разнообразные названия, которые мы даем полезным и вредным силам, существует лишь четыре вида основных сил (или взаимодействий):

- гравитационное;
- электромагнитное;
- сильное (ядерное);
- слабое.

Все перечисленные выше силы – лишь разные проявления этих четырех фундаментальных взаимодействий, на которых базируется взаимосвязь всех материальных объектов микро-, макро- и мегамира. От радиуса действия сил зависит масштаб явлений, в которых те или иные силы играют основную роль. И ни одно из них не является излишним. Все они в равной мере необходимы для «нормального функционирования» Вселенной. Для количественного анализа перечисленных взаимодействий используют две характеристики: безразмерную константу взаимодействия, которая определяет величину взаимодействия, и радиус действия (табл. 7).

Таблица 7

Количественная характеристика видов взаимодействия сил природы

Вид взаимодействия	Константа взаимодействия	Радиус действия
Гравитационное	$6 \cdot 10^{-39}$	Бесконечность
Электромагнитное	$7 \cdot 10^{-3}$	Бесконечность
Сильное	1	$(0,1-1) \cdot 10^{-15}$
Слабое	10^{-14}	$<0,1 \cdot 10^{-15}$ м

Гравитационное взаимодействие

Гравитационное взаимодействие характерно для всех материальных объектов вне зависимости от их природы. Всякая частица находится под действием гравитационной силы, величина которой зависит от массы и энергии частицы. Это очень слабая сила, которую мы вообще не заметили бы, если бы не два ее специфических свойства: гравитационные силы действуют на больших расстояниях и всегда являются силами притяжения. Гравитационное взаимодействие в классическом представлении в процессах микромира существенной роли не играет. Однако в макропроцессах ему принадлежит определяющая роль.

Гравитационное взаимодействие заключается во взаимном притяжении тел и определяется *законом всемирного тяготения*: между двумя точечными телами действует сила притяжения, прямо пропорциональная произведению их масс m и обратно пропорциональная квадрату расстояния r между ними.

$$F = G m_1 m_2 / r^2,$$

где G – гравитационная постоянная, $G = 6,673 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг².

Для очень больших тел или же не имеющих определенной формы это выражение принимает более сложный вид. Гравитационным взаимодействием определяется падение тел в поле сил тяготения Земли. Законом всемирного тяготения описывается движение планет солнечной системы, нашей Галактики – Млечного Пути, а также других макрообъектов.

Предполагается, что гравитационное взаимодействие обуславливается некими элементарными частицами. Такие гипотетические частицы называют гравитонами. Гравитон не обладает собственной массой и поэтому переносимая им сила является дальнедействующей. Гравитационное взаимодействие между Солнцем и Землей объясняется тем, что частицы, из которых состоят Земля и Солнце, обмениваются гравитонами. Несмотря на то, что в обмене участвуют лишь гипотетические частицы, создаваемый ими эффект, безусловно, поддается измерению, потому что этот эффект – вращение Земли вокруг Солнца. Реальные гравитоны распространяются в виде волн, но они очень слабые и их трудно зарегистрировать, поэтому существование их к настоящему времени экспериментально не подтверждено.

Электромагнитное взаимодействие

Электромагнитное взаимодействие связано с электрическими и магнитными полями. Электрические поля возникают при наличии электрических зарядов, а магнитные – при их движении. В природе существуют положительные и отрицательные заряды, это и определяет характер электромагнитного взаимодействия: оно действует между электрически заряженными частицами. В отличие от гравитационных сил, которые являются силами притяжения, одинаковые по знаку заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются.

Различные агрегатные состояния веществ, явление трения, упругие и другие свойства вещества определяются преимущественно силами межмолекулярного взаимодействия, которые по своей природе являются электромагнитными.

Электромагнитное взаимодействие описывается законом Ш. Кулона (1785 г.). Сила взаимодействия двух точечных неподвижных заряженных тел прямо пропорциональна произведению абсолютных

значений зарядов q_1 и q_2 и обратно пропорциональна квадрату расстояния r между телами.

$$F = kq_1 q_2 / r^2,$$

где k – коэффициент пропорциональности, $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м / Кл².

Наиболее общее описание электромагнитного взаимодействия дает электромагнитная теория Максвелла, основанная на фундаментальных уравнениях, связывающих электрическое и магнитное поля. В мегамире электромагнитное взаимодействие звезд пренебрежимо мало по сравнению с гравитационным, так как звезды электронейтральны, а расстояние между ними очень большое.

Ядерное (сильное) взаимодействие

Сильные взаимодействия отвечают за устойчивость ядер атомов и распространяются только в пределах размеров ядра. Ядра атомов заряжены положительно. Между протонами p действует кулоновская сила отталкивания. Ядра атомов устойчивы, значит, в ядре должны действовать исключительно мощные силы притяжения, способные преодолеть кулоновскую силу отталкивания, стремящуюся развести протоны в ядре подальше друг от друга. Вот это сильное взаимодействие удерживает кварки внутри нуклонов (общее название протонов и нейтронов), а нуклонов – внутри атомного ядра. Переносчиком сильного взаимодействия считается частица глюон. Глюоны взаимодействуют только с кварками и с другими глюонами. У сильного взаимодействия есть одно необычное свойство – оно обладает конфинментом (от англ. confinement – ограничение, удержание). Конфинмент состоит в том, что частицы всегда удерживаются в бесцветных комбинациях. Один кварк не может существовать сам по себе, потому что тогда он должен иметь цвет. Следствием конфинмента является то, что мы не можем наблюдать отдельный кварк или глюон. Зависимость нуклонной силы от расстояния между нуклонами можно показать на рисунке 4.

Чем сильнее взаимодействуют нуклоны в ядре, тем оно устойчивее, тем больше его энергия связи $E_{св}$.

Энергия связи – работа, которую необходимо совершить, чтобы разделить нуклоны и удалить их друг от друга на такие расстояния, при которых взаимодействие становится равным нулю.

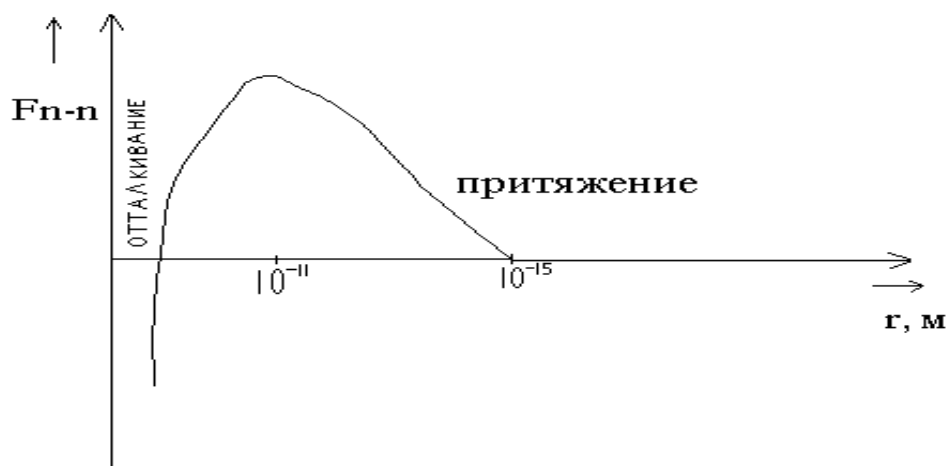


Рис. 4. Нуклон-нуклонное взаимодействие

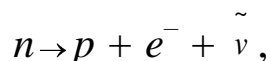
Нуклон-нуклонное взаимодействие обуславливает сильное притяжение, но только на очень малых расстояниях: от 10^{-16} до 10^{-15} м. На расстоянии больше 10^{-15} м взаимодействия практически нет. С увеличением размера ядра энергия связи уменьшается. Ядра элементов, находящихся в таблице Менделеева после № 109, неустойчивы, и молекулы могут распасться самопроизвольно.

По формам проявления ядерные силы поистине неисчерпаемы, так как выражают всевозможные процессы изменения состояний и превращения адронов (p , n) при высоких энергиях взаимодействия в течение интервалов времени $T=10^{-21}-10^{-23}$ с. Теория этих процессов интенсивно разрабатывается за последние годы в рамках кварковой теории, которая выдвигает все более сложные кварковые модели адронов. В теории образования Метагалактики в результате Большого взрыва допускается, что на первых стадиях ее расширения, возможно, существовали в больших количествах первичные кварки и актикварки, которые большей частью аннигилировали с переходом в элементарные частицы. Но небольшое количество кварков, примерно одна миллионная часть от первоначального числа, сохранилось во Вселенной, и может быть, даже из них возникли кварковые звезды.

Слабое взаимодействие

Кроме сильных в ядре действуют еще и слабые силы, через которые легкие частицы (нейтрино и антинейтрино) взаимодействуют с нуклонами. Слабое взаимодействие короткодействующее и характеризует все виды β -распада. β -распад – самопроизвольное превращение атомного ядра путем испускания электронов. В основе этого яв-

ления лежит способность протонов p и нейтронов n к взаимным превращениям:



где $\tilde{\nu}$ – антинейтрино.



Подобно тому, как между p и n существует сильное взаимодействие, между электроном e^{-} и антинейтрино существует слабое взаимодействие. Это взаимодействие и ответственно за процесс β -распада ядер.

Слабое взаимодействие менее универсально, чем гравитационное или электромагнитное. Оно присуще всем адронам и лептонам, но не свойственно фотонам. Переносчиками слабого взаимодействия являются бозоны.

В 1967–1968 гг. С. Вайнберг и А. Салам создали единую теорию электромагнитного и слабого взаимодействия, она явилась крупным шагом в познании материального единства микропроцессов.

Слабые взаимодействия ответственны за многие микропроцессы, являются необходимой стороной термоядерных реакций в звездах. Возникающие при этом нейтрино уносят значительную часть энергии излучения звезд (до 7 %). Нейтрино обладают огромной проникающей способностью, они слабо поглощаются веществом, постоянно накапливаются в космосе и через создаваемые ими поля тяготения оказывают весьма существенное влияние на пространственно-временные отношения в гигантских масштабах. Но предстоит еще выяснить, как излученные нейтрино вновь возвращаются в циклические процессы развития материи во Вселенной. С появлением больших ускорителей сегодня широкое развитие получили работы по изучению нейтрино и слабых взаимодействий, так как мы пока еще очень плохо понимаем природу слабых взаимодействий.

Фундаментальные взаимодействия лежат в основе всех других известных естественных форм движения материи, в том числе возникающих на высших ступенях развития. При разложении любых сложных форм движения на структурные составляющие обнаруживаются сложные модификации указанных фундаментальных взаимодействий. Например:

– в микромире движение существует в виде процессов в вакуумных состояниях полей и представляет собой модификации фундаментальных взаимодействий;

– в макромире фундаментальные взаимодействия лежат в основе физических форм движения: теплоты, звука, ядерной реакции, расширения метagalактики, все химические процессы основаны на электромагнитных взаимодействиях в атомах и молекулах и т.д.;

– в мегамире все фундаментальные формы взаимодействия взаимопревращаются с выделением огромного количества теплоты. Образованию «черных дыр» предшествует гравитационный коллапс больших масс вещества, при которых под действием сил тяготения вещество неупруго сжимается.

5.2. Фундаментальные законы

Фундаментальные законы справедливы для всего естествознания: замкнутых и незамкнутых систем, макроскопических и микроскопических, классических и квантовых явлений. Они выделяются среди всех законов своей всеобщностью. Эти законы были установлены опытным путем, в результате обобщения огромного количества экспериментального материала. Гораздо позже пришло понимание глубокой взаимосвязи этих законов. Это позволило осмыслить их всеобщность и предсказать, в каких условиях тот или иной закон может видоизменять свою форму.

Закон сохранения и превращения материи

Все виды материи, которые встречаются в природе, могут превращаться друг в друга различными способами. Например, из водорода и кислорода образуется вода, протон и нейтрон превращаются в ядро атома, ядро с электроном образуют атом и т.д. В результате количество одного вида материи может увеличиваться или уменьшаться, но это всегда связано с соответствующим увеличением или уменьшением количества материи другого вида. При этом общее количество материи не изменяется. Экспериментально установлено, что в изолированной системе общее количество материи постоянно, при этом она из одной формы материи может переходить в другую.

Материя из ничего не создается и ни во что не превращается. Первоначально закон сохранения и превращения материи был экспе-

риментально доказан для частного случая закона *сохранения массы* при химических превращениях М. Ломоносовым в 1756 г. (свинец с воздухом в запаянном сосуде) и Лавуазье в 1774 г. Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции.

Независимо закон сохранения и превращения энергии был открыт М.В. Ломоносовым в 1760 г. и подтвержден экспериментально Ю. Майером в 1842 г.

Энергия замкнутых систем остается постоянной при всех происходящих в ней процессах и превращениях.

$$T + \Pi = \text{const},$$

где T – кинетическая энергия системы; Π – потенциальная.

Под энергией понимают общую количественную меру различных форм движения материальных объектов. В соответствии с различными формами физического движения выделяют различные виды энергии: механическую, тепловую, химическую, электромагнитную, гравитационную, ядерную и т.д.

До начала XX в. законы сохранения массы и энергии рассматривались независимо друг от друга. Предполагалось, что между веществом и энергией существует различие: вещество обладает массой, а энергия нет.

В 1905 г. А. Эйнштейн показал, что энергия также обладает массой. Он установил закон эквивалентности массы и энергии.

Полная энергия системы равна произведению массы на квадрат скорости света в вакууме:

$$E = m \cdot c^2,$$

где c – скорость света в вакууме; $c = 299,8 \cdot 10^3$ км/с.

Закон эквивалентности массы и энергии блестяще подтвержден экспериментом о выделении энергии при протекании ядерных реакций. В ядерной реакции энергетические эффекты в миллионы раз больше, чем в обычных химических реакциях. Они подчиняются более общему закону эквивалентности массы и энергии. Он широко используется для расчета энергетических эффектов при ядерных реакциях и превращениях элементарных частиц.

Таким образом, каждое химическое уравнение символизирует собой законы сохранения массы и энергии, которые можно объеди-

нить в уточненной формулировке. Суммарные масса и энергия объектов, вступивших в реакцию, всегда равны суммарной массе и энергии продуктов реакции.

Закон сохранения импульса (количества движения)

В замкнутой системе геометрическая сумма импульсов тел остается постоянной при любых взаимодействиях тел.

$$P = \sum_{i=1}^N m_i v_i = \text{const},$$

где P – импульс тела, физическая величина, равная произведению массы тела на скорость его движения; m – масса тела; v – скорость движения тела.

Необходимым условием применимости закона сохранения импульса к системе взаимодействующих тел является использование инерциальной системы отсчета. В качестве примера рассмотрим действие реактивного двигателя. До начала работы двигателей импульс ракеты и горючего был равен нулю (так как ее скорость равна нулю):

$$M \cdot V = 0,$$

где M – масса ракеты; V – скорость ракеты.

После включения двигателей топливо сгорает, и газы, нагретые до высокой температуры, выбрасываются из сопла ракеты со скоростью v . Ракета и выбрасываемые ее двигателем газы взаимодействуют между собой. По закону сохранения импульса до и после включения двигателей сумма векторов импульса ракеты и импульсов истекающих газов равна нулю:

$$M \cdot V + m \cdot v = 0,$$

где m – масса выброшенных газов; v – скорость истечения газов.

Отсюда получаем

$$M \cdot V = -m \cdot v.$$

Эта формула применима для вычисления модуля скорости V ракеты при условии небольшого изменения массы ракеты M в результате работы ее двигателей.

Закон сохранения момента импульса: *для изолированной системы момент импульса остается постоянным.* Момент импульса \vec{L} – это векторная мера механического движения тела или системы

тел относительно какого-нибудь центра. Этот закон хорошо обоснован: неизвестно никаких исключений из него или фактов, противоречащих ему.

Закон сохранения электрического заряда

В замкнутой системе, в которую не входят извне электрические заряды, при любых взаимодействиях тел алгебраическая сумма электрических зарядов всех тел остается постоянной:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.}$$

Нигде и никогда в природе не возникает и не исчезает электрический заряд одного знака. Появление положительного электрического заряда $+q$ всегда сопровождается появлением равного по абсолютному значению отрицательного электрического заряда $-q$. Ни положительный, ни отрицательный заряд не могут исчезнуть в отдельности один от другого, они могут лишь взаимно нейтрализовать друг друга, если равны по абсолютному значению.

5.3. Принципы симметрии физических законов

Симметрия – неизменность структуры материального объекта относительно его преобразований. В широком смысле симметрия означает инвариантность как неизменность свойств системы при некотором изменении ее параметров. Наглядным примером симметрий являются кристаллы, орнамент. Снежинка обладает удивительнейшей гексагональной симметрией, многие архитектурные сооружения (арки, соборы) обладают зеркальной симметрией. Для понимания физических законов природы весьма важными являются принципы симметрии.

Принцип изотропности пространства – поворот системы отсчета пространственных координат оставляет физические законы неизменными. Изотропность пространства означает, что свойства пространства одинаковы в любом направлении, проведенном из произвольно выбранной точки. *Из принципа изотропности пространства следует фундаментальный закон природы – закон сохранения момента импульса.*

Принцип инвариантности – смещение во времени и пространстве не влияет на протекание физических процессов. Инвариантность

непосредственно связана с симметрией, представляющей собой неизменность структуры материального объекта относительно его преобразований. Наглядным примером пространственных симметрий физических систем является кристаллическая структура твердых тел. Симметрия кристаллов – закономерность атомного строения, внешней формы и физических свойств кристаллов. Она заключается в том, что кристалл может быть совмещен с самим собой путем поворотов, отражений, параллельных переносов и других преобразований симметрии. Симметрия свойств кристалла обусловлена симметрией его строения. Из этого принципа следует симметрия пространства и времени, называемая однородностью пространства и времени.

Однородность пространства означает, что законы движения тел не зависят от выбора положения начала координат инерциальной системы отсчета. Из симметрии пространства – его однородности – вытекает *закон сохранения импульса*.

Однородность времени означает, что законы движения тел не зависят от выбора начала отсчета времени, то есть все моменты времени объективно равноправны и можно взять любой за начало отсчета времени. Например, при свободном падении тела в поле силы тяжести его скорость и пройденный путь зависят лишь от начальной скорости и продолжительности свободного падения тела и не зависят от момента начала падения тела. Из однородности времени следует *закон сохранения энергии*.

Принцип относительности – физические процессы не зависят от равномерного и прямолинейного движения системы отсчета. Впервые он был сформулирован Г. Галилеем для механического движения: во всех инерциальных системах отсчета законы классической динамики имеют одинаковую форму. Инерциальной системой отсчета называется такая система, которая либо покоится, либо движется прямолинейно и равномерно относительно какой-то другой неподвижной или движущейся прямолинейно и с постоянной скоростью системы. Принцип относительности Галилея означает, что уравнения динамики при переходе от одной инерциальной системы к другой не изменяются, т.е. инвариантны по отношению к преобразованию координат. Соответственно физические законы не изменяются при преобразованиях Лоренца, связывающих значения координат и времени в различных инерциальных системах отсчета. Из этого принципа вытекает *сохранение скорости движения центра масс изолированной системы*.

Рекомендуемая литература

1. Аминова, Т.П. Фундаментальные взаимодействия и космические лучи / Т.П. Аминова, Л.И. Сарычева. – М.: Банки и биржи, 1998. – 445 с.
2. Бунге, М. Философия физики: пер. с англ. / М. Бунге. – 3-е изд. – М.: URSS, 2010. – 320 с.
3. Саган, К. Космос: Эволюция Вселенной, жизни и цивилизации / К. Саган; пер. с англ. А. Сергеева. – СПб.: Амфора, 2006. – 259 с.
4. Трефил, Дж. 200 законов мироздания / Дж. Трефил; пер. с англ. Г. Агафонова. – М.: Гелеос, 2007. – 415 с.

6. КОНЦЕПЦИИ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

6.1. Эволюция представлений о пространстве и времени

Пространство – форма сосуществования материальных объектов.

Время – порядок последовательной смены явлений и состояний материи.

Естественно-научные представления о пространстве и времени прошли длинный путь становления и развития. Самые первые из них возникли из очевидного существования в природе твердых физических тел, занимающих определенный объем. Здесь основными были представления о пространстве и времени как о субстанции – нечто относительно устойчивое, то, что существует само по себе, не зависит ни от чего другого (Аристотель, Демокрит). Первая законченная теория пространства – геометрия Евклида. Она была создана примерно 2 тысячи лет назад и до сих пор считается образцом научной теории. Геометрия Евклида оперирует идеальными математическими объектами, которые существуют как бы вне времени, и в этом смысле пространство в этой геометрии – идеальное математическое пространство. Такой взгляд позволил Ньютону сформулировать *концепцию абсолютного пространства и времени*. Абсолютное пространство существует независимо от времени и независимо от наполняющей его материи, остается всегда одинаковым и неподвижным. Пространство – лишь сцена, на которой разворачиваются события, немой и безучастный свидетель того, что происходит с материей. Абсолютное время при этом течет равномерно, не зависит ни от чего и иначе называется длительностью. Течение абсолютного времени изменяться не может. Длительность или продолжительность существования вещей

одна и та же, быстры ли движения (по которым измеряется время), медленны ли или их совсем нет.

Лейбниц рассматривал пространство как порядок сосуществования тел, а время – как порядок отношения и последовательность событий. Это понимание составило сущность реляционной концепции пространства и времени, которая противостояла их пониманию как абсолютных. Есть концепции (Беркли, Мах и др.), которые ставят пространство и время в зависимость от человеческого сознания, выводя их из способности человека переживать и упорядочивать события, располагать их одно подле другого. Современное понимание пространства и времени было сформулировано А. Эйнштейном в специальной теории относительности (СТО), по-новому интерпретировавшей концепции пространства и времени и давшей им естественно-научное обоснование.

6.2. Теория относительности

В 1905 г. А. Эйнштейн изложил специальную теорию относительности. Она основывалась на двух постулатах:

1. Принцип относительности – в любых инерциальных системах все физические процессы (механические, электромагнитные, тепловые, оптические и т.д.) протекают одинаково. Относительность в теории относительности означает, что все системы отсчета одинаковы и нет какой-либо одной, имеющей преимущества перед другими. Принцип относительности устранил различия в проявлении законов механики и электродинамики при переходе в другие инерциальные системы отсчета с помощью преобразований Лоренца.

2. Скорость света является постоянной во всех инерциальных системах отсчета, не зависит от движения источника света или наблюдателя и является предельной скоростью распространения какого-либо сигнала (300 000 км/с).

Из теории Эйнштейна вытекают замечательные (любопытные) следствия.

Сокращение длины. В движущихся системах происходит изменение длины тела вдоль направления движения. Если космический корабль проносится с большой скоростью мимо находящегося в неподвижном состоянии наблюдателя, то этому наблюдателю длина корабля l_2 покажется короче действительной l_1 , на величину, зависящую от скорости корабля v :

$$l_2 = l_1 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} .$$

Чем ближе скорость корабля к скорости света, тем более заметным становится этот эффект. Если бы корабль мог двигаться со скоростью света, то его наблюдаемая длина была бы равна нулю. Классические представления об абсолютном пространстве оказались несостоятельными: в зависимости от скорости меняется размер тела.

Замедление времени. В быстро движущемся космическом корабле время течет медленнее, чем в лаборатории неподвижного наблюдателя в

$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ раз, где v – скорость движения космического корабля;

c – скорость света.

Если бы наблюдатель, находящийся на Земле, мог следить за часами в летящей на большой скорости ракете, то он пришел бы к выводу, что они идут медленнее его собственных. Если бы ракету можно было разогнать до скорости света, то для «покоящегося» наблюдателя время внутри нее остановилось бы. Эффект замедления времени на борту ракеты касается буквально всего, включая процессы и даже биологические ритмы экипажа. Другими словами, с точки зрения земного наблюдателя члены космического корабля стареют медленнее, чем их земные двойники. Если один из двух близнецов совершит длительное космическое путешествие со скоростью, близкой к скорости света, то по возвращении на Землю он обнаружит, что оставшийся дома его брат стал гораздо старше его самого (так называемый парадокс близнецов). Эффект замедления времени подтвержден многими экспериментами с космическими лучами, таким образом, время потеряло свой абсолютный характер, не зависящий от системы отсчета.

Увеличение массы. Масса движущегося тела m с точки зрения неподвижного наблюдателя оказывается больше массы покоя m_0 того же тела:

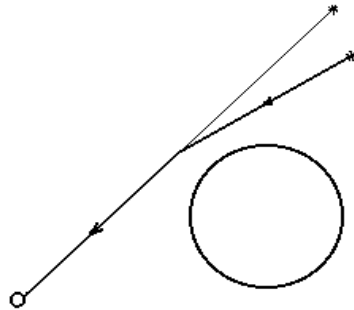
$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} .$$

Чем ближе скорость тела к скорости света, тем больше становится его масса. Если бы тело могло двигаться со скоростью света, то его масса выросла бы до бесконечности. Из этого следует, что никакое тело с массой, отличной от нуля, нельзя разогнать до скорости света, так как для этого потребовалась бы бесконечная энергия.

Четырехмерное пространство

В 1908 г. немецкий физик и математик Герман Минковский углубил понимание неразрывности пространства и времени, показав, что в своем единстве они абсолютны, независимы от системы отсчета. Он ввел понятие четырехмерного мира, в котором три измерения пространственные, а четвертое измерение – время. То есть наша Вселенная, по-видимому, четырехмерна. Пространство и время нельзя рассматривать как независимые физические сущности. Они образуют некий сплав – четырехмерное пространство-время, и все события во Вселенной должны происходить в нем. Экспериментально подтверждено, что частица (например, нуклон) может проявлять себя по отношению к медленно движущейся относительно нее частице как сферическая, а по отношению к налетающей на нее с очень большой скоростью частице – как сплюснутый в направлении движения диск. Соответственно время жизни медленно движущегося заряженного пи-мезона составляет примерно 10^{-8} с, а быстро движущегося (с околосветовой скоростью) – во много раз больше. Итак, пространство и время – общие формы координации материальных явлений, а не самостоятельно существующие независимо от материи начала бытия. По общей теории относительности, массы, создающие поле тяготения, искривляют пространство и меняют течение времени. Чем сильнее поле, тем медленнее течет время по сравнению с течением времени вне поля. Следовательно, можно экспериментально сравнить ход одинаковых часов, удаленных на различное расстояние от Земли и Солнца. Такие сравнения проводились неоднократно с помощью искусственных спутников Земли и космических станций. Результаты измерений прекрасно согласуются с предсказанием общей теории относительности (ОТО). Во-вторых, лучи света распространяются в искривленном пространстве по искривленной траектории. Лучи от далекой звезды, проходя вблизи Солнца, отклоняются от прямой, и это отклонение можно зарегистрировать (рис. 5). Такое явление наблюдается во

время солнечных затмений. Согласие наблюдений с теорией полное. Пожалуй, наиболее впечатляющим подтверждением теории искривленного пространства являются наблюдения так называемых гравитационных линз.



*Рис. 5. Искривление световых лучей в поле тяготения Солнца.
Тонкая линия – кажущееся направление на звезду*

Это объясняется схемой на рисунке 6. Если за какой-нибудь галактикой находится квазар или другая галактика, то гравитационное поле более близкого объекта искривляет поток проходящих мимо от него лучей.

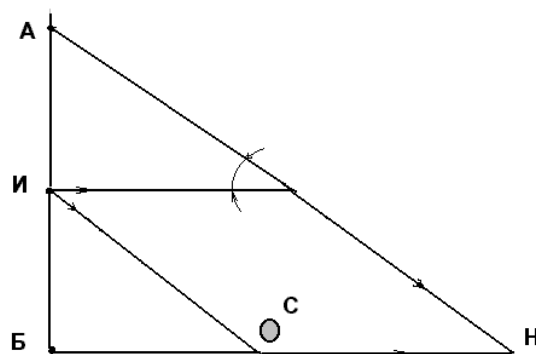


Рис. 6. Схематическое изображение гравитационной линзы. Массивное тело С, расположенное между источником излучения И и наблюдателем Н, искривляет лучи, и наблюдатель видит два изображения источника: А и Б

В результате наблюдатель видит вместо одного далекого объекта несколько его одинаковых изображений («галактический мираж»). Сейчас известно более десятка подробных конкретных примеров на небе.

Решение уравнений общей теории относительности позволяет построить математическую модель, описывающую Вселенную в целом: ее геометрию и поведение вещества. Эйнштейн пытался решить эту задачу в 1917 г. При этом он исходил из концепции стационарной (неизменной) Вселенной.

В 1922 г. российский ученый Александр Фридман (1888–1925), решая уравнение общей теории относительности (ОТО), получил неожиданный результат: согласно ОТО Вселенная не может быть стационарной. Она должна либо сжиматься, либо расширяться! Единственным допущением, которое использовал Фридман для того, чтобы решать уравнения ОТО, была гипотеза о пространственной однородности Вселенной. Какой же выбор сделала Природа из двух возможностей? Она расширяется.

При переходе к космическим масштабам геометрия пространства перестает быть евклидовой и изменяется от одной области к другой в зависимости от плотности масс в этих областях и их движения. При скоростях, приближающихся к скорости света, при сильном поле пространство приходит в сингулярное состояние, то есть сжимается в точку. Через это сжатие мегамир приходит во взаимодействие с микромиром и во многом оказывается аналогичным ему.

Фундаментальный закон причинности

Причина всегда предшествует следствию. Поэтому ключевой момент специальной теории относительности состоит в том, что никакую информацию нельзя передать быстрее скорости света, иначе был бы нарушен закон причинности. Во Вселенной тогда нарушилась бы логическая связь событий: они стали бы абсолютно случайными и непредсказуемыми. В классической механике скорость тела просто складывается со скоростью системы отсчета:

$$u = u' + v,$$

где u – скорость тела неподвижной системы отсчета; u' – скорость тела в движущейся системе отсчета; v – скорость движущейся системы отсчета.

В специальной теории относительности (СТО) скорость преобразуется по более сложному закону:

$$u = \frac{u' + v}{1 + \frac{u'v}{c^2}}.$$

Это и есть релятивистский закон сложения скоростей. Если скорость тела u' равна скорости света c , то он имеет вид

$$u = \frac{c+v}{1+\frac{cv}{c^2}} = \frac{c+v}{\frac{c+v}{c}} = c.$$

Это не что иное, как закон постоянства скорости света. Если скорость системы отсчета v равна скорости света c , то преобразование Лоренца теряет смысл, значит, никакие системы отсчета не могут иметь относительной скорости, равной скорости света. Из этого следует: никакое материальное тело не может достичь скорости света, так как ко всякому телу можно «привязать» систему отсчета.

Эйнштейн объединил пространство и время в единый четырехмерный континуум пространство-время, в котором пространственно-временные свойства тел зависят от скорости их движения. Из СТО следует, что расстояние между двумя точками (пространство) и длительность происходящих процессов (время) являются *не абсолютными, а относительными*. При приближении к скорости света все процессы в системе замедляются, пространственные размеры тел сокращаются в направлении движения, события, одновременные для одного наблюдателя, оказываются разновременными для другого, движущегося относительно него, масса тела увеличивается. Любая масса искривляет пространство и время за счет создаваемых гравитационных полей. Все это означает, что для реального мира пространство и время имеют *относительный характер* и они неотделимы от материи.

6.3. Свойства пространства и времени

Обычно выделяют всеобщие, общие и специфические свойства пространства и времени. Всеобщие свойства пространства и времени:

1. Объективность и независимость от человеческого сознания.
2. Универсальность – они проявляются на всех структурных уровнях материи.
3. Неразрывная связь друг с другом и с движущейся материей.
4. Бесконечность – невозможно найти место, где они отсутствовали бы.

Общие свойства пространства:

1. Протяженность – существование и связь различных элементов.
2. Единство прерывности и непрерывности. Непрерывность означает отсутствие каких-либо «разрывов» в пространстве. Прерывность проявляется в раздельном существовании материальных объектов (тел). Их единство – это характер перемещений тел от точки к точке.

3. Трехмерность – пространство трех измерений (длина, ширина, высота).

Общие свойства времени:

1. Длительность – последовательность смены состояний.

2. Необратимость – однонаправленное изменение от прошлого к будущему.

3. Неповторяемость – невозможность повторения прошлых событий.

4. Одномерность – линейная последовательность событий, связанных друг с другом.

Специфические свойства пространства:

1. Конкретные формы и размеры тел.

2. Наличие у них внутренней симметрии или асимметрии.

3. Изотропность и неоднородность пространства. Изотропность означает отсутствие выделенных направлений (верх, низ и др.). Неоднородность означает различные значения кривизны в зависимости от распределения тяготеющих масс.

Специфические свойства времени:

1. Конкретная длительность существования систем.

2. Скорость протекания процессов. С увеличением скорости движения тел и в мощных полях тяготения происходит относительное замедление всех процессов.

Рекомендуемая литература

1. Глейк, Д. Хаос: создание новой науки / Д. Глейк. – СПб.: Амфора, 2001. – 398 с.

2. Горелов, А.А. Концепции современного естествознания / А.А. Горелов. – М.: Высшее образование, 2010. – 335 с.

3. Грин, Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории / Б. Грин. – М.: Эдиториал УРСС, 2005. – 288 с.

4. Ильин, В.А. История физики / В.А. Ильин. – М.: Академия, 2003. – 272 с.

5. Капра, Ф. Дао физики / Ф. Капра. – М.: Гелиос, 2002. – 352 с.

6. Кононович, Э.В. Общий курс астрономии / Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 540 с.

7. ДИНАМИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

7.1. Концепция атомизма

В истории физики наиболее плодотворной и важной для понимания явлений природы была *концепция атомизма*, согласно которой материя имеет прерывистое, дискретное строение, то есть состоит из мельчайших частиц – атомов. Концепция атомизма впервые предложена древнегреческим философом Левкиппом в V в. до н.э., развита его учеником Демокритом и затем Эпикуром. Они считали, что мир состоит из атомов и пустоты. Атомы представляют собой мельчайшие и неделимые частицы, различающиеся по форме и величине. Но все они настолько малы, что недоступны для восприятия органами чувств человека. Учение Демокрита об атомном строении тел, о бесконечности Вселенной настолько опережало время, что впоследствии многие поколения ученых разрабатывали его идеи.

Вплоть до нашего столетия концепция атомизма оставалась умозрительной гипотезой, хотя и подтверждаемой косвенно некоторыми экспериментальными доказательствами (броуновское движение, закон Авогадро и др.). Концепция атомизма – концепция дискретного, квантованного строения материи – пронизывает естествознание на протяжении всей его истории: от античной натурфилософии до современных учений физики, химии, биологии и других наук. В Средние века учение об атомах, будучи материалистическим, не получило признания.

Многие ученые даже в конце XIX в. не верили в реальность существования атомов. К тому же многие экспериментальные результаты химии утверждали другое понятие для мельчайших частиц – молекулы. Только в начале XX в. было окончательно подтверждено реальное существование молекул. В современном представлении молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.

Атом – составная часть молекулы, в переводе с греческого означает «неделимый». Действительно, вплоть до конца XIX в. неделимость атома не вызывала серьезных возражений. Однако в 1897 г. Томсон открыл электрон и предложил одну из первых моделей атома. С точки зрения современного атомизма «атомы» электричества – электроны, «атомы» света – фотоны и т.д.

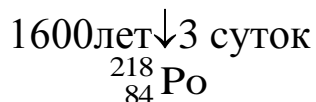
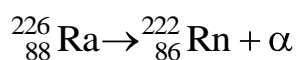
Большую роль в установлении сложной природы атома и расшифровке его структуры сыграло открытие и изучение радиоактивности. *Радиоактивность* – самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием ядерных излучений.

Радиоактивное излучение имеет сложный состав. Оно разделяется в магнитном поле на лучи трех видов:

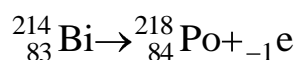
- гамма-излучение – короткие электромагнитные волны с длиной волны $\lambda = 10^{-3} - 1 \text{ \AA}$ (жесткое рентгеновское излучение);
- β -излучение – поток электронов e^- (β -частиц);
- α -излучение – поток α -частиц (положительно заряженные ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$).

Это весьма распространенное явление. Радиоактивными являются все элементы, расположенные в периодической таблице после висмута (порядковый номер 83). Известно несколько типов *радиоактивных превращений*:

1. Альфа-распад. При альфа-распаде ядро атома испускает α -частицу (ядро атома гелия) и превращается в атом другого элемента.



2. Бета-распад. При бета-распаде ядро атома испускает β -частицу (электрон или позитрон) и превращается в атом другого элемента.



20 минут

3. Спонтанное деление атомных ядер – самопроизвольный распад ядер тяжелых элементов на несколько ядер элементов середины периодической системы. Этот процесс может происходить под действием нейтронов и носит характер цепной реакции.



На этой реакции основано действие атомной бомбы.

7.2. Физическое поле

В классическом представлении различают два вида материи: вещество и поле. К первому из них относятся атомы, молекулы и все построенные из них тела.

Физическое поле – особая форма материи, которая характеризуется и проявляется прежде всего энергией, а не массой, хотя и обладает последней. Главная особенность поля заключается в плавном изменении величины поля от одной точки пространства к другой.

Типы полей:

- электромагнитное;
- гравитационное;
- поле ядерных сил;
- волновые (квантовые) поля.

Источниками физических полей являются частицы. Например:

- для гравитационного поля – гравитоны (экспериментально не обнаружены);
- электромагнитного поля – заряженные частицы;
- волнового поля – кванты;
- поля ядерных сил ведутся исследования в области поисков частиц, которые обуславливают ядерное взаимодействие.

Создаваемые частицами физические поля переносят (с конечной скоростью) взаимодействие между частицами от точки к точке. Так, всемирное тяготение осуществляется гравитационным полем; в квантовой теории взаимодействие обусловлено обменом квантами поля между частицами.

7.3. Динамические и статистические законы

Одной из наиболее актуальных проблем современного естествознания остается вопрос о природе причинности и причинных отношениях в мире. В решении этой проблемы возникли два философских направления – детерминизм и индетерминизм, занимающие прямопротивоположные позиции.

Детерминизм – учение о причинной материальной обусловленности природных, социальных и психических явлений. Сущностью детерминизма является идея о том, что все существующее в мире возникает и уничтожается закономерно, в результате действия определенных причин.

Индетерминизм – учение, отрицающее объективную причинную обусловленность явлений природы, общества и человеческой психики.

В современной физике идея детерминизма выражается в признании существования объективных физических закономерностей и находит свое более полное и общее отражение в фундаментальных физических теориях.

Фундаментальные физические теории (законы) представляют собой совокупность наиболее существенных знаний о физических закономерностях. Эти знания не являются исчерпывающими, но на сегодняшний день они наиболее полно отражают физические процессы в природе. В свою очередь, на основе тех или иных фундаментальных теорий формулируются частные физические законы типа закона Архимеда, закона Ома, закона электромагнитной индукции и т.д. Ученые-научковеды едины во мнении, что основу любой физической теории составляют три главных элемента:

- 1) совокупность физических величин, с помощью которых описываются объекты данной теории (например, в механике Ньютона – координаты, импульсы, энергия, силы);
- 2) понятие состояния;
- 3) уравнения движения, то есть уравнения, описывающие эволюцию состояния рассматриваемой системы.

Кроме того, для решения проблемы причинности важное значение имеет подразделение физических законов и теорий на динамические и статистические (вероятностные).

Динамический закон – это физический закон, отображающий объективную закономерность в форме однозначной связи физических величин, выражаемых количественно. Динамической теорией является физическая теория, представляющая совокупность динамических законов. Исторически первой и наиболее простой теорией такого рода явилась классическая механика Ньютона. Она претендовала на описание механического движения, то есть перемещения в пространстве с течением времени любых тел или частей тел относительно друг друга с любой точностью.

Непосредственно законы механики, сформулированные Ньютоном, относятся к физическому телу, размерами которого можно пренебречь, материальной точке. Но любое тело макроскопических размеров всегда можно рассматривать как совокупность материальных точек и, следовательно, достаточно точно описать его движения. По-

этому в современной физике под классической механикой понимают механику материальной точки или системы материальных точек и механику абсолютно твердого тела.

Для расчета движения должна быть известна зависимость взаимодействия между частицами от их координат и от скоростей. Тогда по заданным значениям координат и импульсов всех частиц системы в начальный момент времени второй закон Ньютона позволяет однозначно определить координаты и импульсы в любой последующий момент времени. Это позволяет утверждать, что координаты и импульсы частиц системы полностью определяют ее состояние в механике. Любая механическая величина, представляющая для нас интерес (энергия, момент импульса и т.д.), выражается через координаты и импульс. Таким образом, определяются все три элемента фундаментальной теории, какой является классическая механика.

Другим примером фундаментальной физической теории динамического характера может служить электродинамика Максвелла. Здесь объектом исследования является электромагнитное поле. Тогда уравнения Максвелла представляют собой уравнения движения для электромагнитной формы материи. При этом структура электродинамики в самых общих чертах повторяет структуру механики Ньютона. Уравнения Максвелла позволяют по заданным начальным значениям электрического и магнитного полей внутри некоторого объема однозначно определить электромагнитное поле в любой последующий момент времени.

Другие фундаментальные теории динамического характера имеют ту же структуру, что и механика Ньютона, и электродинамика Максвелла. К их числу относятся: механика сплошных сред, термодинамика и общая теория относительности (теория гравитации).

Метафизическая философия считала, что все объективные физические закономерности (и не только физические) имеют точно такой же характер, что и динамические законы. Иначе говоря, не признавались никакие другие виды объективных закономерностей, кроме динамических закономерностей, выражающих однозначные связи физических объектов и описывающих их абсолютно точно посредством определенных физических величин. Отсутствие такого полного описания трактовалось как недостаток наших познавательных способностей.

Абсолютизация динамических закономерностей и, следовательно, механического детерминизма обычно связывается с П. Лапласом. Ему принадлежит знаменитое высказывание о том, что если бы на-

шелся достаточно обширный ум, которому были бы известны для любого данного момента все силы, действующие на все тела Вселенной (от самых больших ее тел до мельчайших атомов), а также их местоположение, если бы он смог проанализировать эти данные в единой формуле движения, то не осталось бы ничего, что было бы недостоверным, и ему было бы открыто как прошлое, так и будущее Вселенной.

Согласно провозглашенному Лапласом принципу, все явления в природе predetermined с «железной» необходимостью. Случайному как объективной категории нет места в нарисованной Лапласом картине мира. Только ограниченность наших познавательных способностей заставляет рассматривать отдельные события в мире как случайные.

Необходимость отказа от классического детерминизма в физике стала очевидной после того, как выяснилось, что динамические законы не универсальны и не единственны и что более глубокими законами природы являются не динамические, а статистические законы, открытые во второй половине XIX в., особенно после того, как выяснился статистический характер законов микромира.

Но даже и при описании движения отдельных макроскопических тел осуществление идеального классического детерминизма практически невозможно. Это хорошо видно из описания постоянно меняющихся систем. Вообще начальные параметры любых механических систем невозможно фиксировать с абсолютной точностью, поэтому точность предсказания физических величин со временем уменьшается. Для каждой механической системы существует некоторое критическое время, начиная с которого невозможно точно предсказать ее поведение. С утверждением главенствующего значения статистических закономерностей в физике исчезает идея всеведущего сознания, для которого абсолютно точно и однозначно детерминированы судьбы мира, тот идеал, который был поставлен перед наукой концепцией абсолютного детерминизма.

Описанные выше динамические законы имеют универсальный характер, то есть они относятся ко всем без исключения изучаемым объектам. Отличительная особенность такого рода законов состоит в том, что предсказания, полученные на их основе, имеют достоверный и однозначный характер.

Наряду с ними в естествознании в середине прошлого века были сформулированы законы, предсказания которых являются не опреде-

ленными, а только вероятными. Свое название эти законы получили от характера той информации, которая была использована для их формулировки. *Вероятностными* они назывались, потому что заключения, основанные на них, не следуют логически из имеющейся информации, а потому не являются достоверными и однозначными. Поскольку сама информация при этом носит статистический характер, часто такие законы называются также *статистическими*, и это их название получило в естествознании значительно большее распространение.

Представления о закономерностях особого типа, в которых связи между величинами, входящими в теорию, неоднозначны, впервые ввел Максвелл в 1859 г. Он первым понял, что при рассмотрении систем, состоящих из огромного числа частиц, нужно ставить задачу совсем иначе, чем это делалось в механике Ньютона. Для этого Максвелл ввел в физику понятие вероятности, выработанное ранее математиками при анализе случайных явлений, в частности азартных игр.

Многочисленные физические и химические опыты показали, что в принципе невозможно не только проследить изменения импульса или положения одной молекулы на протяжении большого интервала времени, но и точно определить импульсы и координаты всех молекул газа или другого макроскопического тела в данный момент времени, ведь число молекул или атомов в макроскопическом теле имеет порядок 10^{23} . Из макроскопических условий, в которых находится газ (определенная температура, объем, давление и т.д.), не вытекают с необходимостью определенные значения импульсов и координат молекул. Их следует рассматривать как случайные величины, которые в данных макроскопических условиях могут принимать различные значения, подобно тому, как при бросании игральной кости может выпасть любое число очков от 1 до 6. Предсказать, какое число очков выпадет при данном бросании кости, нельзя. Но вероятность выпадения, например, 5, можно подсчитать. Эта вероятность имеет объективный характер, так как выражает объективные отношения реальности, и ее введение не обусловлено лишь незнанием нами деталей течения объективных процессов. Так, для кости вероятность выпадения любого числа очков от 1 до 6 равно $1/6$, что не зависит от познания этого процесса и потому есть явление объективное.

На фоне множества случайных событий обнаруживается определенная закономерность, выражаемая числом. Это число – вероятность события – позволяет определять статистические средние значения (сумма отдельных значений всех величин, деленная на их число).

Так, если бросить кость 300 раз, то среднее число выпадения пятерки будет равно $300 \times 1/6 = 50$ раз. Причем совершенно безразлично, бросать одну и ту же кость или одновременно бросить 300 одинаковых костей.

Чем чаще происходит событие, тем выше вероятность его появления при данных условиях наблюдения. Очевидно, что численное значение вероятности при таком определении зависит от количества наблюдений, т.е. от *относительной частоты* появления события. Поэтому чем больше сделано наблюдений, тем точнее будет вычислена и вероятность события. Поскольку большое количество наблюдений практически осуществить невозможно, то решили определять вероятность как отношение числа появления интересующего события к общему числу всех наблюдений, когда количество последних достаточно велико. Эта величина в каждом конкретном случае должна определяться условиями конкретной задачи, т.е. вероятность $P(A)$ равна

$$P(A) = m/n,$$

где m – число появления интересующего события; n – число всех наблюдений.

Очевидно, что при статистической интерпретации нельзя говорить о вероятности отдельного, единичного события, которое не обладает частотой. Частотная или статистическая интерпретация вероятности получила широкое применение в естественных и технических науках, а в последние десятилетия также в социальном и гуманитарном познании. Это объясняется, прежде всего, тем, что реальные процессы в основном состоят из большого количества элементов. Связи между ними имеют сложный характер и немалую роль в них играют случайные факторы, от которых нельзя отвлечься. Тем не менее и для характеристики таких процессов можно найти некоторые *регулярности*, которые дают возможность строить вероятностные прогнозы их будущего поведения.

Самое главное применение частотная интерпретация вероятности находит при открытии и анализе статистических законов. Всюду, где мы встречаемся со случайными массовыми или повторяющимися событиями, при тщательном исследовании можно обнаружить, что все они, несмотря на отклонения и разнообразие в своем поведении, обладают определенной регулярностью, а именно *устойчивой относительной частотой*. Эта закономерность была выявлена еще в ан-

тичном мире на примере относительной устойчивости количества рождающихся за год мальчиков и девочек. Впоследствии были найдены другие статистические законы в физике, биологии, демографии, страховом деле, социальной статистике и т.д.

Несомненно, что поведение газовых молекул в сосуде гораздо сложнее брошенной кости. Но и здесь можно обнаружить определенные количественные закономерности, позволяющие вычислить статистические средние значения, если только ставить задачу так же, как в теории игр, а не как в классической механике. Нужно отказаться, например, от неразрешимой задачи определения точного значения импульса молекулы в данный момент, а пытаться найти вероятность определенного значения этого импульса. Максвеллу удалось решить эту задачу. Статистический закон распределения молекул по импульсам оказался несложным. Но главная заслуга Максвелла состояла не в решении, а в самой постановке новой проблемы. Он ясно осознал, что случайное в данных макроскопических условиях поведение отдельных молекул подчинено определенному вероятностному (или статистическому) закону. После данного Максвеллом толчка молекулярно-кинетическая теория (или статистическая механика, как стали называть ее в дальнейшем) начала стремительно развиваться.

7.4. Основные положения молекулярно-кинетических представлений

В основе молекулярно-кинетических представлений о строении и свойствах макросистем лежат три положения:

1) любое тело – твердое, жидкое или газообразное – состоит из большого числа весьма малых частиц – молекул (атомы можно рассматривать как одноатомные молекулы);

2) молекулы всякого вещества находятся в беспорядочном, хаотическом, не имеющем какого-либо преимущественного направления движения;

3) интенсивность движения молекул зависит от температуры вещества.

Тепловые процессы связаны со строением вещества и его внутренней структурой. Например, нагревание кусочка парафина на несколько десятков градусов превращает его в жидкость, а такое же нагревание металлического стержня заметно не влияет на него. Такое различное действие нагревания связано с различием во внутреннем

строении этих веществ. Поэтому исследование тепловых явлений можно использовать для выяснения общей картины строения вещества. И наоборот, определенные представления о строении вещества помогают понять физическую сущность явлений, дать им глубокое наглядное истолкование.

Свойства и поведение макросистем, начиная от разреженных газов верхних слоев атмосферы и кончая твердыми телами на Земле, а также сверхтвердыми ядрами планет и звезд, определяются движением и взаимодействием друг с другом частиц, из которых состоят все тела (молекул, атомов, элементарных частиц). Непосредственным доказательством существования хаотического движения молекул служит броуновское движение, которое заключается в том, что весьма малые (видимые только в микроскоп) взвешенные в жидкости частицы всегда находятся в состоянии непрерывного беспорядочного движения, не зависящего от внешних причин, и оказывается проявлением внутреннего движения, совершаемого под влиянием беспорядочных ударов молекул.

Количественным воплощением молекулярно-кинетических представлений служат опытные газовые законы (Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро, Дальтона), уравнение Клапейрона-Менделеева (уравнение состояния), основное уравнение кинетической теории идеальных газов, закон Максвелла для распределения молекул и др. Из основного уравнения молекулярно-кинетической теории вытекает важный вывод: *средняя кинетическая энергия поступательного движения одной молекулы идеального газа прямо пропорциональна его термодинамической температуре и зависит только от нее:*

$$E = 1,5 kT,$$

где k – постоянная Больцмана; T – температура.

Из данного уравнения следует, что при $T = 0$ средняя кинетическая энергия равна нулю, т.е. при абсолютном нуле прекращается поступательное движение молекул газа, а следовательно, его давление равно нулю. Термодинамическая температура – мера кинетической энергии поступательного движения идеального газа, а приведенная формула раскрывает молекулярно-кинетическое толкование температуры.

В молекулярно-кинетической теории пользуются идеализированной моделью *идеального газа*, согласно которой собственный объем молекул газа пренебрежимо мал по сравнению с объемом сосуда; между молекулами газа отсутствуют силы взаимодействия; столкновения молекул газа между собой и со стенками сосуда абсолютно упругие.

Модель идеального газа можно использовать при изучении реальных газов, так как в условиях, близких к нормальным, а также при низких давлениях и высоких температурах они близки по своим свойствам к идеальному газу. Кроме того, внося поправки, учитывающие собственный объем молекул газа и действующие молекулярные силы, можно перейти к теории реальных газов, из которой следует уравнение Ван-дер-Ваальса, описывающее состояние реального газа.

Первое положение молекулярно-кинетических представлений – любое тело состоит из большого числа весьма малых частиц-молекул – доказано многочисленными опытами, одновременно подтвердившими реальное существование молекул и атомов. Приведем некоторые цифры, показывающие, насколько малы размеры молекул и атомов и как много их содержится в каком-либо макроскопическом теле. С помощью ионного микроскопа удалось показать, что диаметр атомов вольфрама составляет около 2 ангстрем (1 ангстрем равен 0,00000001 см). Размер молекулы водорода примерно того же порядка – примерно 2,3 ангстрема. Теперь понятно: при очень малых размерах молекул число их в любом макроскопическом теле огромно.

Статистические законы и теории имеют следующие характерные черты:

1. В статистических теориях любое состояние представляет собой вероятностную характеристику системы. Это означает, что состояние в статистических теориях определяется не значениями физических величин, а статистическими (вероятностными) распределениями этих величин. Это принципиально иная характеристика состояния, чем в динамических теориях, где состояние задается значениями самих физических величин.

2. В статистических теориях по известному начальному состоянию в качестве результата однозначно определяются не сами значения физических величин, а вероятности этих значений внутри заданных интервалов. Тем самым однозначно определяются средние значения физических величин. Эти средние значения в статистических теориях играют ту же роль, что и сами физические величины в динамических теориях. Нахождение средних значений физических величин – главная задача статистических теорий.

Вероятностные характеристики состояния в статистических теориях отличны от характеристик состояния в динамических теориях. Тем не менее динамические и статистические теории обнаруживают в самом существенном отношении замечательное единство. Эволюция состояния в статистических теориях однозначно определяется урав-

нениями движения, как и в динамических теориях. По заданному статистическому распределению (по заданной вероятности) в начальный момент времени уравнение движения однозначно определяет статистическое распределение (вероятность) в любой последующий момент времени, если известны энергия взаимодействия частиц друг с другом и с внешними телами. Однозначно определяются соответственно и средние значения всех физических величин. Здесь нет никакого отличия от динамических теорий в отношении однозначности результатов. Ведь статистические теории, как и динамические, выражают необходимые связи в природе, а они вообще не могут быть выражены иначе, чем через однозначную связь состояний.

На уровне статистических законов и закономерностей мы также сталкиваемся с причинностью. Но детерминизм в статистических закономерностях представляет более глубокую форму детерминизма в природе. В отличие от жесткого классического детерминизма он может быть назван вероятностным (или современным) детерминизмом.

Статистические законы и теории являются более совершенной формой описания физических закономерностей, любой известный на сегодняшний день процесс в природе более точно описывается статистическими законами, чем динамическими. Однозначная связь состояний в статистических теориях говорит об их общности с динамическими теориями. Различие между ними в одном – способе фиксации (описания) состояния системы.

Истинное, всеобъемлющее значение вероятностного детерминизма стало очевидным после создания квантовой механики – статистической теории, описывающей явления атомарного масштаба, то есть движение элементарных частиц и состоящих из них систем (другими статистическими теориями являются: статистическая теория неравновесных процессов, электронная теория, квантовая электродинамика). Несмотря на то, что квантовая механика значительно отличается от классических теорий, общая для фундаментальных теорий структура сохраняется и здесь. Физические величины (координаты, импульсы, энергия, момент импульса и т.д.) остаются, в общем, теми же, что и в классической механике. Основной величиной, характеризующей состояние, является комплексная волновая функция. Зная ее, можно вычислить вероятность обнаружения определенного значения не только координаты, но и любой другой физической величины, а также средние значения всех величин. Основное уравнение нерелятивистской квантовой механики – уравнение Шредингера – однозначно определяет эволюцию состояния системы во времени.

7.5. Соотношение динамических и статистических законов

Сразу же после появления в физике понятия статистического закона возникла проблема существования статистических закономерностей и их соотношения с динамическими законами. С развитием науки подход к этой проблеме и даже ее постановка менялись. Первоначально основным в проблеме соотношения был вопрос об обосновании классической статистической механики на базе динамических законов Ньютона. Исследователи пытались выяснить, как статистическая механика, существенной чертой которой является вероятностный характер предсказания значений физических величин, должна относиться к законам Ньютона с их однозначными связями между значениями всех величин.

Статистические законы как новый тип описания закономерностей были первоначально сформулированы на основе динамических уравнений классической механики. Длительное время динамические законы считались основным, первичным типом отображения физических закономерностей, а статистические законы рассматривались в значительной мере как следствие ограниченности наших способностей к познанию.

Но сегодня известно, что закономерности поведения объектов микромира и законы квантовой механики являются статистическими. Именно тогда вопрос был поставлен так: является ли статистическое описание микропроцессов единственно возможным или же существуют динамические законы, более глубоко определяющие движение элементарных частиц, но скрытые под покровом статистических законов квантовой механики?

Возникновение и развитие квантовой теории постепенно привело к пересмотру представлений о роли динамических и статистических законов в отображении закономерностей природы. Был обнаружен статистический характер поведения отдельных элементарных частиц. При этом за описывающими это поведение законами квантовой механики не было обнаружено никаких динамических законов. Поэтому крупнейшими учеными, такими как Н. Бор, В. Гейзенберг, М. Борн, П. Ланжевен и другими, был выдвинут тезис о первичности статистических законов. Правда, принятие в тот момент этого тезиса было затруднено из-за того, что некоторые из вышеназванных ученых связывали положение о первичности статистических законов с индетерминизмом. Поскольку привычная модель детерминизма в микро-

мире была недостижима, они делали вывод об отсутствии в микромире причинности вообще. Но большая часть ученых с этим выводом не согласилась и стала настаивать на необходимости отыскать динамические законы для описания микромира, воспринимая статистические законы как промежуточный этап, позволяющий описывать поведение совокупности микрообъектов, но не дающий еще возможности точно описать поведение отдельных микрообъектов.

Когда стало очевидно, что нельзя отрицать роль статистических законов в описании физических явлений (все экспериментальные данные полностью соответствовали теоретическим расчетам, основанным на подсчетах вероятностей), была выдвинута теория «равноправия» статистических и динамических законов. Те и другие законы рассматривались как законы равноправные, но относящиеся к различным явлениям, имеющие каждый свою сферу применения, не сводимые друг к другу, но взаимно дополняющие друг друга.

Эта точка зрения не учитывает того бесспорного факта, что все фундаментальные статистические теории современной физики (квантовая механика, квантовая электродинамика, статистическая термодинамика и т.д.) содержат в качестве своего приближения соответствующие динамические теории. Поэтому сегодня многие крупные ученые склонны рассматривать статистические законы как наиболее глубокую, наиболее общую форму описания всех физических закономерностей.

Нет основания делать вывод об индетерминизме в природе потому, что законы микромира являются принципиально статистическими. Поскольку детерминизм настаивает на существовании объективных закономерностей, постольку индетерминизм должен означать отсутствие таких закономерностей. Этого, безусловно, нет. Статистические закономерности ничуть не менее объективны, чем динамические, и отражают взаимосвязь явлений материального мира. Доминирующее значение статистических законов означает переход к более высокой ступени детерминизма, а не отказ от него вообще.

При рассмотрении соотношения между динамическими и статистическими законами мы встречаемся с двумя аспектами этой проблемы.

В аспекте, возникшем исторически первым, соотношение между динамическими и статистическими законами выступает в следующем плане: законы, отражающие поведение индивидуальных объектов, являются динамическими, а законы, описывающие поведение боль-

шой совокупности этих объектов, статистическими. Таково, например, соотношение между классической механикой и статистической механикой. Существенным для данного аспекта является то, что здесь динамические и статистические законы описывают разные формы движения материи, не сводимые друг к другу. Они имеют разные объекты описания, и поэтому анализ теорий не позволяет выявить существенное в их отношении друг к другу. Этот аспект не может считаться основным при анализе их соотношения.

Второй аспект проблемы изучает соотношение динамических и статистических законов, описывающих одну и ту же форму движения материи. Примером могут служить термодинамика и статистическая механика, электродинамика Максвелла и электронная теория и т.д.

До появления квантовой механики считалось, что поведение индивидуальных объектов всегда подчиняется динамическим закономерностям, а поведение совокупности объектов – статистическим; низшие, простейшие формы движения подчиняются динамическим закономерностям, а высшие, более сложные – статистическим. Но с возникновением квантовой механики было установлено, что как «низшие», так и «высшие» формы движения материи, могут описываться и динамическими, и статистическими законами. Например, квантовая механика и квантовая статистика описывают разные формы материи, но обе эти теории являются статистическими.

После создания квантовой механики можно с полным основанием утверждать, что динамические законы представляют собой первый, низший этап в познании окружающего нас мира и что статистические законы более полно отражают объективные связи в природе, являясь более высоким этапом познания. На протяжении всей истории развития науки мы видим, как первоначально возникшие динамические теории, охватывающие определенный круг явлений, сменяются по мере развития науки статистическими теориями, описывающими тот же круг вопросов с новой, более глубокой точки зрения.

Смена динамических теорий статистическими не означает, что старые динамические теории отживают свой век и забываются. Практическая их ценность в определенных границах несколько не умаляется фактом создания новых статистических теорий. Говоря о смене теорий, мы в первую очередь имеем в виду смену менее глубоких физических представлений более глубокими представлениями о сущности явлений. Одновременно со сменой физических представлений расширяется область применимости теорий. Статистические теории

распространяются на более широкий круг явлений, недоступный динамическим теориям. Статистические теории находятся в лучшем количественном согласии с экспериментом, чем динамические. Но при определенных условиях статистическая теория приводит к таким же результатам, как и более простая динамическая теория. Связь необходимого и случайного не может быть вскрыта в рамках динамических законов, так как они игнорируют случайное. В динамическом законе отображается тот средний необходимый результат, к которому приводит течение процессов, но не отражается сложный характер определения данного результата. При рассмотрении достаточно обширного круга вопросов, когда отклонения от необходимого среднего значения ничтожны, такое описание процессов вполне удовлетворительно. Но и в этом случае оно может считаться достаточным при условии, что нас не интересуют те сложные взаимоотношения, которые приводят к необходимым связям, и мы ограничиваемся лишь констатацией этих связей. Надо отчетливо представлять себе, что абсолютно точных однозначных связей физических величин, о которых говорят динамические теории, в природе просто нет. В реальных процессах всегда происходят неизбежные отклонения от необходимых средних величин – случайные флуктуации, которые только при определенных условиях не играют существенной роли и могут не учитываться.

Динамические теории не способны описывать явления, когда флуктуации значительны, и не способны предсказывать, при каких именно условиях мы уже не можем рассматривать необходимое в отрыве от случайного. В динамических законах необходимость выступает в форме, огрубляющей ее связь со случайностью. Но как раз последнее обстоятельство учитывают статистические законы. Отсюда следует, что статистические законы отображают реальные физические процессы глубже, чем динамические. Не случайно статистические законы познаются вслед за динамическими.

Возвращаясь к проблемам причинности, мы сможем сделать вывод, что на основе динамических и статистических законов возникает динамическая и вероятностная причинность. И как статистические законы глубже отражают объективные связи природы, чем динамические, так и вероятностная причинность является более общей, а динамическая – лишь ее частным случаем.

Рекомендуемая литература

1. Абаимов, С.Г. Статистическая физика сложных систем: от фракталов до скейлинг-поведения / С.Г. Абаимов. – М., 2012. – 392 с.
2. Ниворожкина, Л.И. Теория вероятностей и математическая статистика / Л.И. Ниворожкина, З.А. Морозова. – М.: Эксмо, 2008. – 434 с.

8. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАКРОСИСТЕМ

8.1. Основные начала термодинамики

Развивающаяся промышленность в начале XIX в. требовала повышения технических возможностей тепловых машин, разработки новых методов получения полезной работы с использованием теплоты. Началось формирование новой науки.

Термодинамика – наука о тепловых явлениях, в которых не учитывается молекулярное строение тел.

В основе термодинамики лежит феноменологический подход к изучению объектов и процессов («феномен» – явление), т.е. они рассматриваются как единое целое, без проникновения в их атомно-молекулярную структуру (без учета их микроскопической картины). Используемые для описания параметры могут быть определены только для макрообъектов. В термодинамике тепловые явления описываются с помощью величин, регистрируемых приборами, не реагирующими на воздействие отдельных молекул (термометр, манометр и т.д.). Все законы термодинамики относятся к телам, число молекул которых огромно. Такие тела называются макроскопическими. Они образуют макросистемы. Например: газ в баллоне, вода в стакане, песчинка, камень и т.д.

Термодинамика возникла как наука, изучающая взаимные превращения теплоты и работы в тепловых двигателях (паровых машинах). Основателем термодинамики считается французский ученый Сади Карно (1796–1832). Современная термодинамика охватывает практически все явления природы, сопровождающиеся взаимными превращениями различных форм энергии: тепловой, электрической, химической, механической и др., т.е. все, с чем человек сталкивается в своей деятельности.

Энергия от одних тел к другим передается в двух формах: в форме работы и теплоты.

Работа – перенос энергии движущейся материей.

Теплота – количество энергии, переданной от одного тела к другому в процессе теплопередачи.

В основе термодинамики лежат три основных фундаментальных закона, которые являются итогом обобщения практического опыта человечества.

1-е начало термодинамики представляет собой закон сохранения и превращения энергии применительно к макросистемам.

Количество теплоты, сообщенное системе, идет на изменение ее внутренней энергии и на совершение системой работы над внешними телами:

$$Q = U + A',$$

где A' – работа, которую совершает система над внешними телами; Q – количество теплоты; U – внутренняя энергия.

Современная жизнь человека невозможна без использования самых разнообразных машин. С помощью машин человек обрабатывает землю, добывает нефть, уголь, руду, строит дома, дороги, совершает поездки по земле, полеты в космосе и т.д. Основным общим свойством всех этих машин является их способность совершать работу. Многие изобретатели в прошлом пытались построить машину – «вечный двигатель», способную совершать полезную работу без потребления энергии извне и без каких-либо изменений внутри машины. Все эти попытки закончились неудачей. Невозможность создания «вечного двигателя» является экспериментальным доказательством 1-го начала термодинамики.

Паровую машину, «прабабушку» всех ТЭС и ГРЭС, изобрел англичанин Д. Уатт. Первые паровые машины были крайне несовершенными, их коэффициент полезного действия (КПД) составлял лишь 5–7 %. Анализируя работу тепловых двигателей, французский инженер С. Карно в 1824 г. пришел к выводу, что наивыгоднейшим круговым процессом является обратимый круговой процесс, который получил название цикл Карно.

Круговой процесс – это такой процесс, при котором система, пройдя через ряд состояний, возвращается в исходное. Если за цикл совершается положительная работа, он называется прямым (в тепло-

вом двигателе). Если за цикл совершается отрицательная работа, он называется обратным (в холодильниках).

Коэффициент полезного действия цикла Карно можно рассчитать по формуле

$$\eta = T_1 - T_2 / T_1,$$

где η – коэффициент полезного действия; T_1 – температура нагревателя; T_2 – температура холодильника.

Отсюда мы видим, что КПД цикла Карно не зависит от состава рабочего тела, определяется только предельными температурами T_1 и T_2 , между которыми действует машина. Это утверждение носит название теорема Карно:

КПД (η) обратимого цикла Карно не зависит от природы рабочего тела, а определяется только температурой нагревателя и холодильника.

Поэтому и выводы его универсальны: их можно распространить на любой тип тепловой машины – дизельного двигателя, турбины и т.д. Любой агрегат, где тепловая энергия превращается в механическую (например, возможна в движении поршня при расширении нагретых газов), должен подчиняться ограничениям Карно.

На Земле нередко мы наблюдаем две расположенные достаточно близко области с разными температурами. Ими можно воспользоваться как нагревателем, так и холодильником тепловой машины. Например, район встречи холодного и теплого океанского течения, горячий гейзер рядом с холодным воздухом. На этом основана работа геотермальных теплоэлектростанций. На Камчатке с 1966 г. действует первая в стране экспериментальная Паужетская геотермальная ТЭС с мощностью в 5 тысяч киловатт (сейчас 11 кВт). В Италии, где много вулканов и тепловые потоки достаточно мощны, геотепло усиленно используется (2 % в энергетическом балансе страны), устройства могут работать очень долго, до механического износа деталей, но считать их вечными двигателями нельзя, так как действие их основано на протекании односторонних процессов, вызывающих необратимые изменения в окружающей среде, а это недопустимо для вечных двигателей. Такие двигатели называются даровыми, т.е. они используют даровую энергию окружающей среды.

А теперь поиграем с цифрами. Взглянем на формулу Карно. Все тепло удалось бы превратить в работу, если бы можно было получить

на выходе из машин продукты, охлажденные до температуры $T_2=0$, это невозможно, так как минимальная температура создается окружающей средой, а это 20°C (293°K).

Вывод: принципиально нельзя построить тепловую машину, в которой все тепло превращалось бы в работу. Ради увеличения КПД остается поднимать T_1 . В современных паротурбинных блоках тепловых и атомных электростанций температура водяного пара не больше 600°C (873°K). $\eta = (873 - 293) / 873 = 0,6$ (60 %) – это теоретически, а реально еще ниже. Для двигателей внутреннего сгорания η не более 30 %, для паровых и газовых турбин $\eta \cong 40$ %.

8.2. Принцип возрастания энтропии

Первое начало термодинамики позволяет предсказать изменения в системе в результате термодинамических процессов. При этом не имеет значения, происходят эти процессы на самом деле или они плод воображения. В природе все процессы могут совершаться самопроизвольно лишь в определенном направлении. Например, вода стекает по склону, теплота передается от тела более нагретого к менее нагретому и т.д. В обратном направлении эти процессы самопроизвольно протекать не могут. Направление течения самопроизвольных процессов определяет второе начало термодинамики. Предложено несколько формулировок второго начала термодинамики, которые одинаковы по содержанию.

Р. Клаузиус: «Теплота не может самопроизвольно переходить от холодного тела к горячему».

В. Оствальд: «Невозможно создать вечный двигатель второго рода».

Современная формулировка второго начала термодинамики: *естественные процессы протекают в сторону увеличения энтропии:*

$$dS \geq Q / T,$$

где S – энтропия; Q – количество теплоты; T – температура протекающего процесса.

Хотя количество энергии в замкнутой системе сохраняется, но распределение энергии меняется необратимым способом. Второй закон (начало) термодинамики устанавливает в природе наличие фундаментальной асимметрии, т.е. однонаправленности всех происходящих самопроизвольно процессов, поэтому его называют принципом

возрастания энтропии. Распространение принципа возрастания энтропии на всю Вселенную привело Р. Клаузиуса к гипотезе «тепловой смерти Вселенной». Из этой гипотезы следует, что во Вселенной, в конце концов, все виды энергии должны перейти в энергию теплового движения. Она будет передаваться от более нагретых тел к менее нагретым, и в результате равномерно распределится по веществу Вселенной. После чего в ней прекратятся все макроскопические процессы, и наступит «тепловая смерть». Идеи Клаузиуса вызвали бурные дебаты в научных кругах. В настоящее время основные возражения против «теории тепловой смерти» Вселенной можно свести к следующим направлениям:

- второе начало термодинамики (закон возрастания энтропии) получено путем обобщения опытных фактов, относящихся к ограниченным макросистемам. Распространение второго начала на безграничную Вселенную неправомерно;

- второе начало получено для изолированных макросистем;

- наша Вселенная (или, по крайней мере, доступная нашим наблюдениям ее часть) не является изолированной системой. Современная космология (Фридман, 1922; Хаббл, 1929) исходит из представлений о неоднородной, нестационарной, расширяющейся Вселенной, отдельные части которой находятся во взаимодействии между собой;

- второе начало получено для систем, не взаимодействующих друг с другом. В случае систем галактических и тем более межгалактических размеров определяющую роль в их развитии начинают играть далекодействующие гравитационные силы взаимодействия между частицами. Это приводит к тому, что в таких системах, во-первых, возникают большие отклонения от положения равновесия, и, во-вторых, энергия взаимодействия макроскопических частей системы становится сравнимой с их внутренними энергиями, так что система в целом не является термодинамической.

Таким образом, невыполнение исходных положений термодинамики и ее второго начала о неуклонном возрастании энтропии в системах галактических размеров показывает верхнюю границу применимости классической термодинамики: термодинамика не применима ко всей Вселенной как целому.

8.3. Статистический смысл второго начала термодинамики

Состояние макросистемы (тела) может быть охарактеризовано двумя типами параметров: макроскопическими – это параметры, которые можно измерить макроприборами (давление, температура, объем и др.), и микроскопическими (координаты и скорости отдельных частиц (молекул) или их энергий). Бесконечное или огромное число частиц делает невозможным какое-либо механическое описание и поэтому требует иного, статистического описания. Математическим инструментом статистики является исчисление вероятностей. Понятие вероятности Больцман применил для преодоления трудностей, связанных с пониманием второго закона термодинамики. С точки зрения статистической физики энтропия выражает вероятность, и возрастание энтропии означает переход системы от менее вероятных состояний к более вероятным. Вершиной творчества Больцмана явилось установление связи между энтропией S и термодинамической вероятностью W .

Термодинамическая вероятность состояния W – это число микросостояний, соответствующих данному макросостоянию.

Эта величина огромна, так как число частиц очень велико, а каждая из них непрерывно меняет и скорость движения, и положение. Поэтому характеризовать систему удобнее не самой вероятностью осуществления данного макросостояния, а величиной, пропорциональной ее логарифму.

$$S = k \ln W,$$

где k – постоянная Больцмана.

Необратимый процесс в изолированной системе характеризуется возрастанием энтропии, но он одновременно характеризуется и ростом термодинамической вероятности. Все естественные процессы происходят так, что вероятность состояния возрастает, что означает переход от порядка к хаосу. Отсюда вытекает физический смысл энтропии.

Энтропия является количественной мерой беспорядка или мерой обесценивания энергии, то есть перехода ее в такие виды энергии, которые не способны к совершению положительной работы (в теплоту). Именно тенденцией к беспорядку объясняется стремление газов смешаться, рассеяться, продиффундировать.

Третье начало термодинамики характеризует поведение системы при температуре, близкой к абсолютному нулю. При абсолютном

нуле всякое тело, как правило, находится в основном состоянии, термодинамическая вероятность которого равна единице:

$$W = 1, \text{ тогда } S = k \ln 1 = 0.$$

Отсюда вытекает третий закон термодинамики, установленный Нернстом: *энтропия любой системы стремится к нулю при стремлении к нулю температуры:*

$$\lim_{T \rightarrow 0} S = 0;$$

8.4. Ограничения второго начала термодинамики

Рассмотрим некоторые ограничения и важнейшие следствия второго начала термодинамики.

1. *Ограниченность второго начала снизу.* Поскольку энтропия связана с вероятностью состояния, то второе начало, строго говоря, не является абсолютным, точным законом. Более правильно его сформулировать в виде утверждения: весьма вероятно, что энтропия изолированной системы возрастает. Для макросистем отклонения от второго начала крайне маловероятны, поэтому для них оно является практически точным законом. В микросистемах наблюдаются отступления от второго начала. Типичными отклонениями являются неупорядоченные блуждания взвешенных коллоидных частиц (броуновское движение) в малых объемах, когда энтропия может не только возрасти, но и заметно убывать. В результате необратимые процессы могут сами собой обращаться, т.е. нарушается второе начало термодинамики. Иначе говоря, второе начало «ограничено снизу», т.е. ограничено малостью частиц, составляющих систему.

2. *Стрела времени.* Направление времени в макроскопической системе непосредственно связано с явлениями необратимости, вытекающими из второго начала термодинамики. Если снять на киноплёнку какой-либо физический макропроцесс, а затем прокрутить ленту в обратном направлении, то мы увидим другой принципиально возможный физический процесс (например, самопроизвольное разделение однородной смеси окрашенной и неокрашенной жидкости или самопроизвольный подъем кирпича, ранее упавшего с крыши). Эти процессы представляются исключительно маловероятными, а поэтому – нереальными. Другими словами, в макроскопическом мире по-

нения прошлого, настоящего и будущего складываются под действием второго начала термодинамики, описывающего необратимые процессы, в которых принимает участие огромное число частиц. Четкая последовательность событий и привычная направленность времени приводят к очевидным аксиомам:

- время движется от прошлого к будущему;
- момент «теперь» есть настоящее время, отделяющий его прошлое от будущего;
- прошлое никогда не возвращается;
- мы не можем изменить прошлое, но можем изменить будущее;
- мы можем иметь протоколы прошлого, но не будущего.

Иначе говоря, во всех явлениях, с которыми нам приходится иметь дело, будь то явления в области макроскопической физики, химии, биологии, гуманитарных наук и экономики, будущее и прошлое играют различные роли. Существование стрелы времени (однонаправленности) здесь очевидно.

1. *Связь между энтропией и информацией* – еще одно важное следствие второго начала термодинамики, положенное в основу молодой и бурно развивающейся научной дисциплины – кибернетики. Под информацией понимаются любого рода сведения, переданные от одного субъекта (объекта) к другому посредством звуковых, световых, печатных, цифровых или другого рода сигналов. Н. Винер и К. Шеннон разработали статистическую теорию количества информации. Они ввели понятие *информационной энтропии* – это мера неопределенности при характеристике объекта или явления, которая базируется на вероятностном подходе.

Если при некоторых условиях должно произойти одно из k несовместимых случайных равновероятных событий, то вероятность каждого из них

$$W = 1 / k.$$

Величина k называется также числом возможных исходов. При этом имеет место равенство $\sum W = 1$.

Информационная энтропия, как и энтропия термодинамическая, связана с числом возможных исходов логарифмической зависимостью (Р. Хартли, 1928):

$$S_{\text{инф}} = \log_2 k.$$

Анализ этого уравнения позволяет сделать следующие выводы:

- $S_{\text{инф}}$ монотонно возрастает при росте k ;
- если $k = 1$, то $S_{\text{инф}} = 0$, т.е. неопределенность отсутствует, результат строго предопределен.

Применение двоичного логарифма (логарифм по основанию два, т.е. \log_2) связано с соображениями удобства и позволяет выразить количество информации J в битах. 1 бит – количество информации, сообщающее, какое из двух равновероятных событий в действительности имело место, т.е. количество информации, вдвое уменьшающее неопределенность.

Количество информации J , полученное в опыте или при передаче сигналов, характеризуется устраненной при этом неопределенностью. Если $S_{\text{инф}1}$ – информационная энтропия до опыта, $S_{\text{инф}2}$ – информационная энтропия после опыта, то всегда соблюдается неравенство $S_{\text{инф}1} > S_{\text{инф}2}$.

Другими словами, *информация – это не любое сообщение, а только то, которое устраняет (уменьшает) неопределенность*. Все остальное – информационный шум.

Таким образом, понятие количества информации совершенно естественно связывается с классическим понятием термодинамики и статической механики – понятием энтропии. Количество информации равно энтропии по величине, но противоположно по знаку:

$$J = - \Delta S_{\text{инф}}.$$

Количество информации – это мера организованности (порядка) системы, а энтропия – мера дезорганизованности (беспорядка) системы. Или по-другому: энтропия есть мера недостатка информации о системе.

В настоящее время значимость энтропийно-информационных подходов в таких, казалось бы, далеких от термодинамики науках, как экономика, юриспруденция, социология, теория управления, биология и многих других, очень велика. В экономике различают два вида информации: ценовая и неценовая. *Ценовая информация* – это информация, которую содержит цена, а также информация о ценах. *Неценовая информация* – это информация, которая уменьшает информационную неопределенность всех элементов экономики, кроме цены. Например, качество товара, место продажи, реклама, затраты, политическая ситуация, технология конкурентов, таможенные пошлины, мода, погода и т.д. Неценовая информация оказывает большое влияние на поведение фирм и потребителей на рынке.

8.5. Демон Максвелла

С возникновением термодинамики в физике сложилась весьма щекотливая ситуация. Дело в том, что законы ньютоновской классической механики являются обратимыми. Это своим следствием имеет тот факт, что в классической динамической системе всегда можно, варьируя начальные условия, привести систему в определенное, «нужное», заранее выбранное состояние.

Второе начало термодинамики указывает на то обстоятельство, что вследствие необратимого характера протекания процесса в термодинамических системах они не могут быть управляемыми до конца.

Однако второе начало термодинамики справедливо для системы с большой совокупностью частиц. На это обстоятельство особо обращал внимание Максвелл, говоря о том, что в системах с малым количеством объектов следствием статистических законов должно стать нарушение второго начала термодинамики. И если бы имелось такое существо (демон Максвелла), которое обладало бы способностью видеть, следить за каждой молекулой, отбирать отдельные молекулы, то оно бы могло нарушить закон возрастания энтропии. Так, если бы это существо отбирало самые быстрые молекулы и перекладывало их во второй сосуд, то в первом сосуде газ охлаждался, а во втором нагревался. Так что с помощью демона Максвелла можно было бы нагревать газ во втором сосуде без расхода энергии, просто за счет умелого разделения молекул газа на две части. С точки зрения классической механики, если рассматривать молекулы в качестве материальных точек, здесь не возникает никакого парадокса. Сам Максвелл считал, что если в макроскопической теории следует оперировать усредненными величинами и статистическими закономерностями, что отличает это описание от принятого в классической механике, то для микропроцессов такого различия не требуется: здесь тепловые и механические явления тождественны по своей сути.

Разрешение парадокса с демоном Максвелла было дано Сциллардом в 1928 г. Чтобы осуществлять наблюдение за молекулами, демон должен иметь размеры, ненамного превышающие размеры самих молекул. Но при этом те молекулы, которые составляют самого демона, сами пребывают в хаотическом движении. Чтобы исключить хаотическое движение самого демона, надо все время поддерживать его при очень низкой температуре. Вот и получается, что для подавления собственного хаотического движения демона, его собственных

флуктуаций требуется не меньше энергии, чем демон мог бы раздобыть, не утомимо работая по разделению быстрых (горячих) и медленных (холодных) молекул.

Рекомендуемая литература

1. Базаров, И.П. Термодинамика: учебник для вузов / И.П. Базаров. – М.: Лань, 2010. – 384 с.
2. Глейк, Д. Хаос: создание новой науки / Д. Глейк. – СПб.: Амфора, 2001. – 398 с.
3. Карпенков, С.Х. Концепции современного естествознания: учебник для вузов / С.Х. Карпенков. – 11-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2009. – 670 с.

9. ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ ОПИСАНИЯ МИКРОМИРА

9.1. Корпускулярно-волновой дуализм

Законы микромира изучает квантовая теория. Она включает в себя следующие разделы: «Квантовая механика», «Квантовая оптика», «Квантовая радиофизика», «Квантовая химия», «Квантовая электроника», «Квантовая теория поля» и др. Каждый из этих разделов рассматривает присущие ему свойства и взаимодействия микрочастиц. Более подробно разберем элементы квантовой механики, так как она дает общее описание движения и включает в себя, как частный случай, классическую механику.

В конце XVII в. почти одновременно возникли две казалось бы взаимоисключающие теории света. По первой теории, свет представляет собой поток световых частиц (корпускул). Вторая – волновая теория – рассматривает свет как упругую волну. В течение ста с лишним лет корпускулярная теория имела гораздо больше приверженцев, чем волновая. В начале XIX в. французский физик О.Ж. Френель объяснил все известные в то время оптические явления на основе волновых представлений. В результате волновая теория света получила всеобщее признание, а корпускулярная была забыта почти на столетие.

Но волновая теория света не могла объяснить фотоэффект (вырывание светом электронов с поверхности металлов), эффект Комптона (рассеивание света на электронах), линейчатый спектр излу-

ния атомов. В 1900 г. М. Планк высказал смелую гипотезу: излучение света происходит дискретно, то есть определенными порциями – *квантами*, энергия которых определяется частотой ν испускаемого излучения:

$$E = h\nu,$$

где h – постоянная Планка.

Используя эту гипотезу, А. Эйнштейн в 1905 г. создал квантовую теорию света: не только излучение света, но и его распространение происходят в виде потока световых квантов – фотонов. Он объяснил также фотоэффект, доказав, что энергия, необходимая для освобождения электрона, зависит от частоты света, поглощаемого веществом.

Все многообразие изученных свойств и законов распространения света, его взаимодействия с веществом показывает, что свет имеет двойственную природу: он может вести себя и как частица, и как волна, т.е. обладает дуализмом и представляет собой единство противоположных свойств – корпускулярного (квантового) и волнового. В одних явлениях, таких как интерференция, дифракция и поляризация, свет ведет себя как волна, а в других (фотоэффект, эффект Комптона) – как поток частиц (фотонов). Длительный путь развития привел к современным представлениям о корпускулярно-волновом дуализме света. Французский ученый Луи де Бройль в 1923 г. выдвинул гипотезу об универсальности *корпускулярно-волнового дуализма*: двойственной природе света соответствует двойственная природа вещества, т.е. все элементарные частицы (электроны, фотоны и т.д.) обладают корпускулярно-волновым дуализмом. Эта гипотеза была подтверждена экспериментально американскими физиками в 1927 г. Гипотеза де Бройля коренным образом изменила представления о свойствах вещества. Всем веществам (микрообъектам) присущи и корпускулярные, и волновые свойства: для них существуют потенциальные возможности проявить себя в зависимости от внешних условий либо в виде волны, либо в виде частицы.

9.2. Вероятностный характер микропроцессов

Идеи, высказанные Планком и де Бройлем, оказались хорошей почвой для развития целой отрасли естествознания – квантовой механики. *Квантовая механика* – это теория, устанавливающая способ

описания и законы движения на микроуровне. Ее создание и развитие охватывает период с 1900 г. (формирование Планком квантовой гипотезы) и до 20-х г. XX в.

Основная идея квантовой механики состоит в том, что в микромире определяющим является представление о вероятности событий. Все законы квантовой механики – статистические. Статистические законы можно применить только к большим совокупностям, а не к отдельным индивидуумам. На базе квантовой механики невозможно описать точное поведение отдельной частицы, можно лишь предсказать среднее поведение большого числа частиц. Отдельные события можно характеризовать лишь вероятностями их наступления.

В. Гейзенберг делает следующий вывод: «В экспериментах с атомными процессами мы имеем дело с вещами и фактами, которые столь же реальны, сколь реальны любые явления повседневной жизни. Но атомы или элементарные частицы реальны не в такой степени. Они образуют скорее мир тенденций или возможностей, чем мир вещей и фактов» [Тарасов, 2004].

Основное уравнение квантовой механики – волновое уравнение Шредингера (1926). Оно не выводится, а постулируется. В квантовой механике оно играет такую же фундаментальную роль, как и уравнения Ньютона в классической механике. Его справедливость подтверждают следствия, вытекающие из него, которые согласуются с опытом (экспериментом). Это уравнение позволяет определить возможные состояния системы, а также изменение состояния во времени.

Состояние микрочастицы характеризуется волновой функцией Ψ (пси-функция). Уравнение Шредингера имеет вид

$$d^2_{\Psi} / dx^2 + p^2_{\Psi} / h^2 = 0,$$

где x – координата; p – импульс; h – постоянная Планка.

Ψ не имеет физического смысла, это лишь математическая функция.

Физический смысл имеет квадрат модуля волновой функции: $|\Psi|^2$ – это вероятность нахождения частицы в данный момент времени в определенном ограниченном объеме:

$$|\Psi|^2 = \frac{dW}{dV},$$

где V – объем; W – вероятность нахождения частицы.

Так как при движении электрона в атоме существенны волновые свойства электрона, то квантовая механика вообще отказывается от классического представления об электронных орбитах. Каждому энергетическому состоянию соответствует своя волновая функция, квадрат модуля которой определяет вероятность обнаружения электронов в единице объема.

9.3. Основные принципы квантовой механики

Принцип неопределенности. Своеобразие свойств микрочастиц проявляется в том, что невозможно одновременно точно определить координату x и импульс p -частицы. В 1927 г. Вернер Гейзенберг сформулировал принцип неопределенности. Микрочастица не может одновременно иметь определенную координату и определенный импульс:

$$\Delta x \Delta p_x \geq h,$$

где Δx – неопределенность координаты; Δp_x – неопределенность импульса.

Например, для электрона невозможно при помощи любых современных физических средств одновременно точно определить его местонахождение x и скорость (так как $p = mV$). Частица со строго определенным импульсом совершенно не локализована. Чем более определенным становится импульс, тем менее определенным положение частицы. Гейзенберг наглядно объяснял свой принцип на примере гипотетического микроскопа. Если бы мы захотели установить координату электрона, точное значение импульса которого уже известно, то для того, чтобы увидеть электрон и определить его положение, нам пришлось бы осветить его, т.е. направить на него пучок фотонов. Однако фотоны, сталкиваясь с электроном, передадут ему часть своей энергии и тем самым изменят его импульс на неопределенную величину. Таким образом, мы измерим точную координату частицы, но ее импульс окажется неопределенным.

Принцип дополнительности Н. Бора. В 1928 г. Н. Бор сформулировал принципиальное положение квантовой механики – принцип дополнительности.

Если в эксперименте мы можем наблюдать одну сторону явления, то одновременно мы лишены возможности наблюдать дополнительную к первой сторону явления. Такими дополнительными вели-

чинами можно считать, например, координату частицы и ее скорость, волновой и корпускулярный характер вещества или излучения, энергию и длительность события. Это более общий принцип, который включает в себя частный случай – принцип неопределенности.

Принцип суперпозиции. Это допущение, согласно которому результирующий эффект представляет сумму эффектов, вызываемых каждым воздействующим явлением в отдельности. Одним из простейших примеров является правило параллелограмма, в соответствии с которым складываются две силы, действующие на тело. В макромире принцип суперпозиции не универсален, в микромире – фундаментальный принцип, который составляет основу математического аппарата квантовой механики.

Законы квантовой механики являются фундаментом наук, изучающих строение вещества (в частности, химии). Они позволили выяснить строение атомов, установить природу химических связей, объяснить периодическую систему элементов, понять строение атомных ядер, изучить свойства элементарных частиц. Поскольку свойства макротел определяются взаимодействием частиц, из которых они состоят, то законы квантовой механики лежат в основе понимания и макроскопических явлений. Квантовая механика позволила объяснить температурную зависимость твердых тел, вычислить величину теплоемкости газов, объяснить ферромагнетизм и сверхпроводимость, понять природу астрономических объектов («белых карликов», нейтронных звезд), выяснить механизм протекания термоядерных реакций на солнце и звездах. Ряд крупнейших технических достижений XX в. основан на специфических законах квантовой механики. Так, квантово-механические законы лежат в основе работы атомных реакторов, обуславливают возможность осуществления в земных условиях термоядерных реакций; проявляются в ряде процессов в металлах и полупроводниках, которые используются в новейшей электронной технике, и т.д.

Таким образом, квантовая механика блестяще разрешила важнейшую из проблем – проблему атома – и дала ключ к пониманию многих других загадок микромира.

Рекомендуемая литература

1. Иванов, М.Г. Как понимать квантовую механику / М.Г. Иванов. – М.: Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2012. – 516 с.

2. Поппер, К.Р. Квантовая теория и раскол в физике / К.Р. Поппер. – М.: Логос, 1998. – 190 с.

3. Степанов, Н.Ф. Квантовая механика и квантовая химия: учебник / Н.Ф. Степанов. – М.: Мир, 2012. – 519 с.

10. КОНЦЕПЦИИ САМООРГАНИЗАЦИИ

10.1. Порядок и беспорядок в природе

В природе существует два типа упорядоченности – статический и динамический. К первому типу относятся процессы, протекающие в замкнутых термодинамически равновесных системах. Статическая упорядоченность возникает в результате фазового перехода, например, при кристаллизации жидкости. Ко второму типу относятся процессы, протекающие в открытых термодинамически неравновесных системах. Динамический порядок реализуется в результате оттока энтропии из открытой системы в окружающую среду. Например, эволюция растений и животных. Возникновение пространственно-временной структуры и в этом случае имеет характер фазового перехода, но неравновесного.

Самоорганизация – развитие от менее сложных к более сложным и упорядоченным формам организации вещества. Понятия «простой» и «сложный» всегда относительны: протон сложен относительно кварка, но прост относительно атома водорода.

Все разномасштабные самоорганизующиеся системы, независимо от того, каким разделом науки они изучаются (физика, химия, биология, социальные, юридические или экономические науки), имеют единый алгоритм перехода от менее сложных и менее упорядоченных к более сложным и упорядоченным. Поэтому возможно единое теоретическое описание подобных процессов во времени и пространстве. Разработка теории началась буквально в последние годы по трем сходящимся направлениям:

- синергетика;
- термодинамика неравновесных процессов;
- теория катастроф.

10.2. Синергетика

Синергетика – наука о самоорганизации простых систем, о превращении хаоса в порядок. Синергетика в переводе с греческого означает совместное или кооперативное действие. Основоположник этого направления – немецкий физик Герман Хакен. Он исследовал лазер и открыл в нем процессы самоорганизации. Не вдаваясь в детали его функционирования, отметим основное:

- частицы, составляющие лазер, хаотически колеблются;
- извне в лазер поступает энергия, при достаточной его «накачке» эти частицы приводятся в согласованное движение. Они начинают колебаться в одинаковой фазе, и в результате мощность лазерного излучения многократно увеличивается. Этот пример свидетельствует, что в результате взаимодействия со средой за счет поступления дополнительной энергии прежние случайные колебания элементов такой системы, как лазер, превращаются в когерентное, согласованное коллективное движение. На этой основе возникают кооперативные процессы, и происходит самоорганизация системы.

Синергетика изучает процессы самоорганизации в живой и неживой природе, в социальных и технических системах. Хакен писал: «Синергетика изучает процессы от морфогенеза в биологии, некоторых аспектов функционирования мозга до флаттера крыла самолета, от молекулярной физики до космических масштабов эволюции звезд, от мышечного сокращения до вспучивания конструкций». Объект изучения синергетики, независимо от ее природы, обязан удовлетворять следующим требованиям:

1. Открытость – обязательный обмен энергией или веществом с окружающей средой.

2. Существенная неравновесность – достигается при определенных параметрах системы, которые переводят ее в критическое состояние, сопровождаемое потерей энергии.

3. Выход из критического состояния скачкообразно в качественно новое состояние с более высоким уровнем упорядоченности.

Скачок – это крайне нелинейный процесс, при котором малые изменения управляющих параметров системы вызывают очень сильное изменение состояния системы, ее переход в новое качество. Например: при понижении температуры воды до определенного значения она скачком превращается в лед.

Процессы самоорганизации встречаются в квантовой электронике и радиофизике (лазер), в химии – смешивание жидкостей разно-

го цвета, когда попеременно получается жидкость то красного, то синего цвета. «По логике взаимные превращения A и B должны приводить к усредненному цвету раствора. Но когда условия далеки от равновесных, происходит совершенно иное: раствор в целом становится красным, потом синим, потом снова красным. Получается, будто молекулы как бы устанавливают связь между собой на больших, макроскопических расстояниях через большие, макроскопические отрезки времени. Появляется нечто похожее на сигнал, по которому все A или все B реагируют разом» [Пригожин, Кондепуди, 2002]. В биологии – мышечные сокращения, электрические колебания в коре головного мозга, динамика популяций (временное колебание численности видов), в экономике – самоорганизация информации позволяет рыночной системе производить необходимое количество товаров.

Самоорганизующимися системами можно управлять, изменяя действующие на них факторы. Поток энергии, вещества или информации уводит физическую, химическую, биологическую, социальную систему далеко от состояния термодинамического равновесия. Изменяя температуру, давление, информацию, мы можем управлять системой извне.

Самоорганизующиеся системы способны сохранять внутреннюю устойчивость при воздействии внешней среды, они находят способы самосохранения, чтобы не разрушаться и даже улучшить свою структуру.

10.3. Неравновесная термодинамика

Эта концепция имеет несколько другой аспект. Ее основоположник Илья Пригожин – бельгийский ученый русского происхождения (род. в 1917 г.). Он писал: «Задачей неравновесной термодинамики является доказательство того факта, что неравновесие может быть причиной порядка» [Пригожин, Стендерс, 1986]. До недавнего времени физика вполне обходилась равновесной термодинамикой. Она изучала замкнутые системы. В них для самоорганизации места нет. Поэтому нужно создать новую термодинамику, способную отражать скачкообразные процессы.

Чтобы система могла создавать упорядоченность из хаоса, она должна быть открытой, иметь приток энергии и вещества извне. Такими свойствами и обладают диссипативные системы. Весь доступный нашему пониманию мир состоит именно из таких систем, и в этом ми-

ре повсюду обнаруживается эволюция, разнообразие форм и неустойчивость. В настоящее время известно множество примеров образования упорядоченных состояний в результате неравновесных процессов. И. Пригожин назвал такие состояния диссипативными. *Диссипативными* структурами называются упорядоченные состояния, возникающие в ходе неравновесных (необратимых) процессов, способные рассеивать энергию. В диссипативных системах в ходе неравновесных процессов происходит образование упорядоченных диссипативных структур. Рассмотрим конкретные примеры таких структур.

Ячейки Бенара. Путем подогрева первоначально однородной жидкости создадим в системе постоянный температурный градиент. Из-за наличия силы тяжести и соответственно выталкивающей архимедовой силы такая система становится неустойчивой, поскольку «легкий» (горячий) нижний слой и «тяжелый» (холодный) верхний стремятся поменяться местами. В результате возникает конвекционное движение жидкости, но это движение далеко не случайное. Жидкость структурируется в виде небольших ячеек, называемых ячейками Бенара (рис. 7).

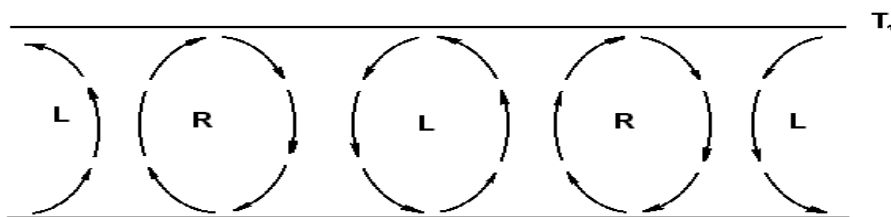


Рис. 7. Возникновение конвективных (бенаровских) ячеек (вид сбоку)

Ячейки выстраиваются вдоль горизонтальной оси, причем жидкость в соседних ячейках проходит последовательно во вращение то по (*R*) часовой стрелке, то против (*L*) часовой стрелки. Структурирование жидкости в условиях неравновесности приводит к качественно новым эффектам – эффектам усложнения. Наличие противоположно направленных вращений в двух соседних ячейках позволяет говорить о *нарушении симметрии*. Наиболее примечательной чертой при скачкообразном переходе от простого поведения к сложному является *упорядоченность* и *согласованность* системы. Когда ΔT было ниже $\Delta T_{кр}$, однородность жидкости в горизонтальном направлении делала независимыми друг от друга отдельные ее части. Напротив, выше порогового значения $\Delta T_{кр}$ все происходит так, как если бы каждый эле-

мент объема следил за поведением своих соседей и учитывал его с тем, чтобы играть нужную роль в общем процессе. Такая картина предполагает наличие *корреляций*, т.е. статистически воспроизводимых отношений между удаленными частями системы. Здесь стоит обратить внимание на различие между дальнодействующим характером этих флуктуаций и короткодействующим характером межмолекулярных сил.

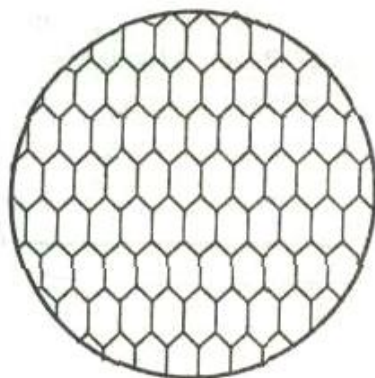


Рис. 8. Формирование ячеек Бенара (вид сверху)

При наблюдении сверху эффект структурирования жидкости проявляется в возникновении шестигранных ячеек типа пчелиных сот (см. рис. 8). Характерные размеры ячеек Бенара находятся в диапазоне 10–3 м.

Отдельная ячейка Бенара содержит около $\sim 10^{21}$ молекул. Тот факт, что такое огромное число частиц может демонстрировать когерентное (согласованное) поведение, несмотря на случайное тепловое движение каждой из частиц, является одним из основных свойств, характеризующих сложное поведение.

Турбулентное движение. Турбулентное движение – это течение жидкости (или газа), при котором частицы жидкости совершают неупорядоченное, хаотическое движение по сложным траекториям. До недавнего времени в теории возникновения турбулентности при гидродинамических течениях широко использовалось понятие динамического хаоса, возникающего в процессе эволюции в динамических системах при наличии неустойчивости. Ламинарное течение – это течение, при котором жидкость (или газ) перемещаются слоями без перемешивания. При этом переход от ламинарного течения к турбулентному рассматривался скорее как переход к более хаотическому, более беспорядочному движению. По словам Пригожина и Стенгерс, «...переход от ламинарного течения к турбулентному есть процесс

самоорганизации. Часть энергии системы, которая в ламинарном движении была тепловым движением, преобразуется в организованное макроскопическое движение» [Пригожин, Стендерс, 1986].

Реакция Белоусова–Жаботинского. Рассмотрим ее схематично. Вещество A превращается в вещество B ($A \rightarrow B$) через промежуточное вещество X : $A + 2X \leftrightarrow 3X$, которое катализирует свое собственное состояние. При определенных значениях параметров стационарное состояние становится неустойчивым и в системе происходит переход к состоянию, организованному в пространстве и во времени. Внешне самоорганизация проявляется здесь в появлении в жидкой среде концентрических волн или в периодическом изменении цвета. Такие реакции называли колебательными химическими реакциями (или «химические часы»). В них с течением времени происходит периодическое изменение выхода продукта реакции: он то выделяется в большом количестве, то, напротив, реакция почти не идет, а затем все это повторяется вновь. Но общее количество вещества, получаемое в ходе такой неравновесной химической реакции, превышает то количество вещества, которое выделяется в ходе реакции, если бы она происходила стационарно (с постоянной скоростью). Исследователи приходят к выводу, что стационарный режим (залог высокой эффективности промышленного производства) – частный случай нестационарного режима. Неравновесная термодинамика применяется в фотохимии, плазмохимии, радиационной химии, астрохимии, механохимии, плазменных ускорителях.

В ходе эволюционного развития диссипативная система достигает состояния сильной неравновесности и теряет устойчивость. Переход из критического состояния в устойчивое неоднозначен. Система имеет возможность перейти в одно из нескольких дискретных устойчивых состояний. В какое именно из них совершится переход – дело случая. В критическом состоянии в системе развиваются сильные флуктуации. *Флуктуация* – случайное отклонение системы от некоторого среднего положения. В начале флуктуации подавляются самой системой. В критическом состоянии под действием одной из флуктуаций происходит скачок в конкретное устойчивое состояние. Поскольку флуктуации случайны, то и выбор конечного состояния оказывается случайным. Но после совершения перехода назад возврата нет. Скачок носит одноразовый, необратимый характер.

Критическое состояние системы, при котором возможен переход в новое состояние, называется *точкой бифуркации*. В развитии любой

системы выделяют две фазы: плавная эволюция (между двумя точками бифуркации), ход которой закономерен; скачки в точках бифуркации, которые протекают случайным образом и определяют последующую эволюцию.

Поведением систем вдали от равновесия, когда при изменении управляющих параметров в системе наблюдаются многочисленные переходные явления (вспомните условие появления ячеек Бенара), управляют внешние ограничения. Выделим наиболее общие черты, присущие большому числу переходов, происходящих в разнообразных системах при удалении от состояния равновесия. Пусть X – переменная состояния системы, которая изменяется под действием управляющего (возмущающего систему) параметра λ . При этом $X = X_{\text{ст}} - x$, где $X_{\text{ст}}$ – стационарное состояние системы; x – возмущение системы (флуктуация). В диссипативной системе $X_{\text{ст}}$ может быть состоянием термодинамического равновесия или стационарным неравновесным состоянием. Вид зависимости X от λ (рис. 9) получил название бифуркационной диаграммы. Термин «бифуркация» – развилка или разделение надвое (от латинского *bi* – «двойной» и *furca* – «развилка») – в современной научной терминологии служит для описания фундаментальной особенности поведения сложных систем, подверженных сильным воздействиям и напряжениям.

При малых значениях λ возможно лишь одно разделение a (состояние покоя в бенаровском эксперименте). Оно представляет непосредственную экстраполяцию термодинамического равновесия и, подобно равновесию, характеризуется важным свойством: в этой области система способна гасить внутренние флуктуации или внешние возмущения. Таковую ветвь состояний по этой причине называют термодинамической ветвью.

При переходе через критическое значение управляющего параметра $\lambda > \lambda_{\text{кр}}$ состояния на этой ветви становятся неустойчивыми, так как флуктуации или малые возмущения уже не гасятся. Действуя подобно усилителю, система отклоняется от стандартного состояния и переходит к новому режиму (в бенаровском эксперименте – состоянию стационарной конвекции). Оба этих режима сливаются при $\lambda = \lambda_{\text{кр}}$ и различаются при $\lambda > \lambda_{\text{кр}}$. Это явление называется бифуркацией.

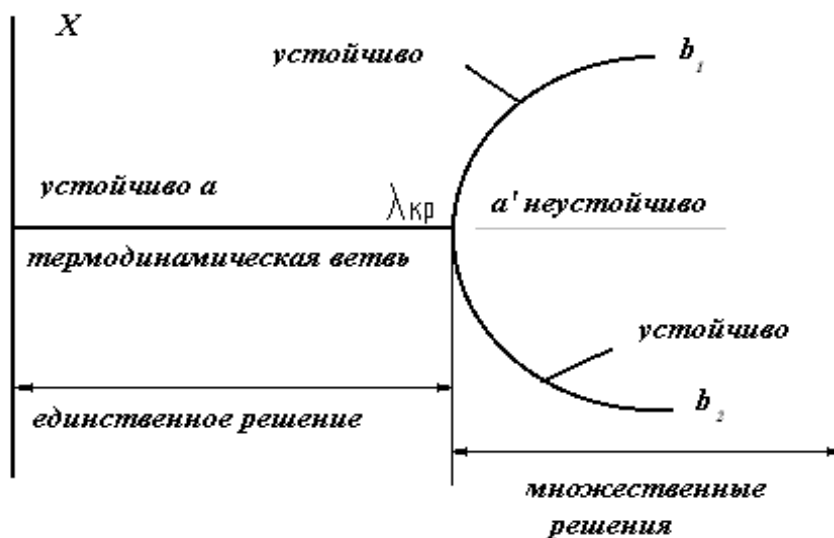


Рис. 9. Диаграмма бифуркации: влияние управляющего параметра λ на переменную состояния системы X

Бифуркация происходит в том случае, когда системы теряют устойчивость в окружающей среде, будучи выведенными из состояний, в которых они могли бы с комфортом прибывать практически сколь угодно долго. Легко понять причины, по которым это явление ассоциирует с катастрофическими изменениями и конфликтами. В решающий момент перехода (в окрестности $\lambda = \lambda_{кр}$) система должна совершить критический выбор – выбрать либо ветвь b_1 , либо ветвь b_2 . В задаче Бенара это связано с возникновением право- или левовращательных ячеек в определенной области пространства. Решать будет лишь случай через динамику флуктуации. Просканировав «фон», система совершит несколько попыток, поначалу, возможно, безуспешных, и, наконец, какая-то особенная флуктуация победит.

Стабилизировав ее, система превращается в своеобразный исторический объект в том смысле, что его дальнейшая эволюция будет зависеть от этого критического выбора. Отметим, что исходная картина наблюдается при биологической эволюции: мутация является аналогом флуктуации, а поиск устойчивости играет роль естественного отбора.

Бифуркация, благодаря которой в системе появляются множественные новые решения, является источником новообразований и изменений. Исключительно принципиально, что эти решения характеризуются нарушением симметрии, например, возникновением правых

или левых вращений в ячейках Бенара. Нарушение симметрии является проявлением внутренней дифференциации между различными частями системы или между системой и ее окружением. Этим нарушение симметрии воплощает одну из первейших предпосылок сложного поведения, которая должна быть реализована во время таких событий, как сгущение первичной материи при образовании галактик или при образовании первых живых клеток. Возникновение пространственных неоднородностей в биологической среде может дать недифференцированным клеткам в популяции возможность распознавать окружающую их среду и дифференцироваться в специализированные клетки. В свою очередь, это может позволить генетическому материалу проявить свои потенциальные возможности. Наконец, нарушение симметрии оказывается также предпосылкой создания новой информации.

Однако между предпосылкой и достаточным условием дистанция огромного размера. Переходы с нарушением симметрии могли бы иметь большое значение, если бы они приводили к асимптотическим устойчивым решениям; имелась бы возможность определенным образом отбирать конкретную асимметричную форму материи из всего множества решений, становящихся одновременно возможными выше точки бифуркации: отбор позволял бы декодировать информацию и тем самым допускал бы переход сложного с одного уровня на другой, более высокий.

В качестве еще одного примера отбора кратко упомянем о бифуркациях в социальных системах. Бифуркационный процесс говорит о том, что если систему вывести за порог устойчивости, то она вступает в стадию хаоса. Однако динамический хаос вовсе не приводит к полной неупорядоченности, являясь переходным режимом от одного относительно устойчивого состояния к другому.

Для системы наступление хаоса не обязательно имеет роковой характер. Хаос может оказаться прелюдией к новому развитию. В жизнеспособных системах хаос придает более высокие формы порядка. Но отношение между посткризисным и предкризисным порядком никогда не бывает линейным – это не простая причинно-следственная связь. Процесс возникновения бифуркации делает эволюцию неравновесных систем скачкообразной и нелинейной. И вследствие этого бифуркация полна неожиданностей.

Социальные, экономические, политические системы, в которых мы живем, сложны, нестабильны, рано или поздно их эволюционные

пути претерпевают бифуркацию. Бифуркация чаще встречается, когда система неустойчива. Сами неустойчивости могут быть разного происхождения: плохое применение технологических инноваций, гонка вооружений и агрессивная внешняя политика, политические конфликты, нарушение локального экономико-социального порядка под влиянием участвовавших кризисов. Независимо от происхождения неустойчивость распространяется на все слои общества и приводит к точке бифуркации. Особенно остро эти изменения проходят в обществах закрытых, авторитарных, искусственно отделенных от мирового сообщества разного рода барьерами и запретами. Пока политическая система устойчива, а ее руководство авторитарно, репрессии и обман создают видимость стабильности. Но как только диктатура разваливается, ситуация становится взрывоопасной. Разочарование создает питательную среду для реформ, которые перерастают в переворот, общество становится хаотичным, а его поведение непредсказуемым. За последние 40 лет мы стали свидетелями двух гигантских волн такого рода бифуркаций. Первая волна проходила под знаком «деколонизации», вторая – под знаком «гласности». Обе волны были провозглашены гуманистическими и характеризовались сильно запоздалыми реформами. Но обе столкнулись с неожиданными проблемами и привели к неожиданным последствиям. Отборы в точке бифуркации привели к относительно устойчивым состояниям, которые, в свою очередь, подготавливают новые бифуркации. Бифуркация – неотъемлемая часть процесса развития: ее нельзя предотвратить и избежать.

Проблемами самоорганизации также занимается теория катастроф.

Катастрофа – это скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий. Основоположник – Р. Том. Эта теория дает универсальный метод исследования всех скачкообразных переходов, разрывов, внезапных качественных изменений.

Теория катастроф применима к разным объектам: исследование биения сердца, моделирование деятельности мозга и психических расстройств, поведение биржевых игроков, политика цензуры, исследование устойчивости конструкций, физическая и геометрическая оптика и др. Она позволяет свести огромное многообразие сложных ситуаций к небольшому числу точно изученных схем. Математические образы теории катастроф реализуются в волновых полях. Известны геометрические места точек, в которых происходит фокусировка волнового поля (определенным образом). Теория катастроф используется

в метеорологии, аэро- и гидродинамике, оптике, теории кооперативных явлений, квантовой динамике и др.

10.4. Самоорганизация в живой природе

Классификация, моделирование и кибернетическая систематизация явлений, объектов и процессов в живой природе, изучение их структуры привели к понятию самоприспосабливающейся, или адаптивной, системы. Эти системы сохраняют работоспособность при неопределенных изменениях свойств управляемого объекта, целей управления или окружающей среды путем смены алгоритма функционирования или поиска оптимальных состояний. Развитой способностью к адаптации обладают, например, все живые организмы; у большинства систем автоматического управления предусмотрена возможность приспособливаться (в определенных пределах) к изменяющимся условиям функционирования. По способу адаптации различают *самонастраивающиеся, самообучающиеся и самоорганизующиеся* системы.

В самонастраивающихся системах накопление опыта (запоминание информации) выражается в изменении тех или иных параметров, в самоорганизующихся – в изменении структуры системы. Запоминание информации в кибернетических системах может производиться двумя основными способами – либо за счет изменения состояний элементов системы, либо за счет изменения структуры системы (возможен и смешанный вариант). Например, одна из современных теорий объясняет долговременную память человека изменениями проводимости синаптических контактов, т.е. связей между отдельными составляющими мозг нейронами. Если в качестве элементов, составляющих мозг, рассматриваются лишь сами нейроны, то изменение синаптических контактов следует рассматривать как изменение структуры мозга. Если же наряду с нейронами в число составляющих мозг элементов включить и все синаптические контакты (независимо от их проводимости), то рассматриваемое явление сведется к изменению состояний элементов при неизменной структуре системы.

10.5. Принципы универсального эволюционизма

Термин «универсальный эволюционизм» употребляется для обозначения лишь тех общих законов, тех особенностей мирового эволюционного процесса, которые присущи всем процессам развития, независимо от их природы. Концепция универсального эволю-

ционизма ставит своей целью с минимальным числом гипотез нарисовать целостную непротиворечивую «картину мира».

Эволюционный процесс неповторим, необратим и однонаправлен. По мере его разворачивания происходит непрерывное усложнение организационных форм материального мира и рост их разнообразия. В основе процессов усложнения всегда лежит «дарвиновская триада»: изменчивость, наследственность и отбор. Согласно концепции универсального эволюционизма основная задача науки состоит во внесении конкретного содержания в смысл этой триады, то есть изучить общие свойства тех механизмов, которые определяют переход системы из одного состояния в другое. Среди этих механизмов особое место принадлежит механизмам бифуркационного типа. В истории нашей планеты произошли по меньшей мере две фундаментальные бифуркации, изменившие направление общепланетарной эволюции, механизмы которых нам неизвестны, – возникновение живого вещества и образование мозга.

10.6. Особенности эволюционно-синергетической парадигмы науки

Исследовательский инстинкт укоренен в человеческой природе. Человеку всегда было свойственно стремление превзойти самого себя, свои достижения и результаты. Человек страстно желает увидеть свое собственное будущее, представить себе будущее человеческого рода, человеческой цивилизации. Как эти, так и другие вопросы, касающиеся будущего и перспектив развития сложноорганизованных систем, изучаются в русле нового научного направления – синергетики, которая может выступить в качестве методологической основы для прогностической и управленческой деятельности в современном мире. Синергетика ориентирована на поиск неких универсальных законов эволюции открытых неравновесных систем любой природы. Широкое распространение представления о становлении порядка через хаос, необратимости времени, неустойчивости как фундаментальной характеристики эволюционных процессов получили благодаря работам И. Пригожина и его коллег из Брюссельского университета. Синергетика разрушает многие наши привычные представления. Даже в настоящее время многих пугает хаос. Еще в мифологии он уподоблялся зияющей бездне. Хаос представляется сугубо деструктивным началом мира. Казалось, что он ведет в никуда. Случайность

тщательно изгонялась из научных теорий. Она считалась второстепенным, побочным, не имеющим принципиального значения фактором. Существовало убеждение, что случайности никак не сказываются, забываются, стираются, не оставляют следа в общем течении событий природы, науки, культуры. А мир, в котором мы живем, рассматривался как не зависящий ни от микрофлуктуаций на нижележащих уровнях бытия, ни от малых влияний космоса.

Довольно прочно укоренился миф о том, что единое человеческое усилие не может иметь видимого влияния на ход истории, что деятельность каждого отдельного человека несущественна для макросоциальных процессов. Неравновесность и неустойчивость воспринимались с позиции классического разума как досадные неприятности, которые должны быть преодолены. Это нечто негативное, разрушительное, сбивающее с пути, с правильной траектории.

Развитие понималось как поступательное, без альтернатив. Считалось, что пройденное представляет лишь исторический интерес. Если и есть возвраты к старому, то они являют собой диалектическое снятие предыдущего уровня и имеют новую основу. Если и есть альтернативы, то они всего лишь случайные отклонения от магистрального течения, подчинены этому течению, определяемому объективными законами универсума. Все альтернативы в конечном счете сводятся, вливаются, поглощаются главным течением событий. Картина мира, рисуемая классическим разумом, – это мир, жестко связанный причинно-следственными связями. Причем причинные цепи имеют линейный характер, а следствие, если не тождественно причине, то, по крайней мере, пропорционально ей. По причинным цепям ход развития может быть просчитан неограниченно в прошлое и будущее. Развитие ретросказуемо и предсказуемо. Настоящее определяется прошлым, а будущее – настоящим и прошлым.

Классический, традиционный подход к управлению сложными системами основывался на представлении, согласно которому результат внешнего управляющего воздействия есть однозначное и линейное, предсказуемое следствие приложенных усилий, что соответствует схеме «управляющее воздействие – желаемый результат». Чем больше вкладываешь энергии, тем больше, казалось бы, и отдача. Однако на практике многие усилия оказываются тщетными, «уходят в песок» или даже приносят вред, если они противостоят собственным тенденциям саморазвития сложноорганизованных систем. Один из господствующих по сей день мифов линейного мышления – это представление о

том, что процессы бурного роста (возрастание народонаселения земного шара, рост знания, «экономическое чудо») происходят по экспоненте. На самом деле большинство процессов лавинообразного роста происходят 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. Синергетика поражает 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. В наиболее общем плане важно понять законы совместной жизни природы и человечества, их коэволюции. Проблема управляемого развития принимает, таким образом, форму проблемы самоуправляемого развития.

Во-вторых, синергетика 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. Через хаос осуществляется связь разных уровней организации. В соответствующие моменты – моменты неустойчивости – малые возмущения, флуктуации могут разрастаться в макроструктуры. Из этого общего представления следует, в частности, что усилия, действия одного человека не бесплодны, они отнюдь не всегда полностью растворены, нивелированы в общем движении социума. В особых состояниях неустойчивости социальной среды действия каждого отдельного могут влиять на макросоциальные процессы. Отсюда вытекает необходимость осознания каждым человеком огромного груза ответственности за судьбу всей социальной системы, всего общества.

В-третьих, синергетика свидетельствует о том, что для сложных систем, как правило, существует несколько альтернативных путей развития. Не единственность эволюционного пути, отсутствие жесткой предопределенности сужают основу для позиции пессимизма эсхатологического толка. Укрепляется надежда на возможность выбора путей дальнейшего развития, причем таких, которые устраивали бы человека и вместе с тем не являлись бы разрушительными для природы.

Хотя путей эволюции (целей развития) много, но с выбором пути в точках ветвления (точках бифуркации), то есть на определенных стадиях эволюции, проявляет себя некая предопределенность, преддетерминированность развертывания процессов. Настоящее состоя-

ние системы определяется не только ее прошлым, ее историей, но и строится, формируется из будущего в соответствии с грядущим порядком. Что касается человека, то именно явные осознанные и скрытые подсознательные установки определяют его поведение сегодня.

В-четвертых, синергетика открывает новые принципы суперпозиции, сборки сложного эволюционного целого из частей, построения сложных развивающихся структур из простых. Объединение структур не сводится к их простому сложению: имеет место перекрытие областей локализации структур с дефектом энергии. Целое уже не равно сумме частей. Вообще говоря, оно не больше и не меньше суммы частей, оно качественно иное. Появляется и новый принцип согласования частей в целом: установление общего темпа развития входящих в целое частей. Понимание общих принципов организации эволюционного целого имеет большое значение для выработки правильных подходов к построению сложных социальных, геополитических целостностей, к объединению стран, находящихся на разных уровнях развития, в мировое общество.

В-пятых, синергетика дает знание о том, как надлежащим образом оперировать со сложными системами и как эффективно управлять ими. Малые, но правильно организованные – резонансные – воздействия на сложные системы чрезвычайно эффективны. Поразительно, что это свойство сложной организации было угадано еще тысячелетия назад родоначальником даосизма Лао-цзы и выражено в вечно озадачивающей нас форме: слабое побеждает сильное, мягкое побеждает твердое, тихое побеждает громкое и т.д.

В-шестых, синергетика раскрывает закономерности и условия протекания быстрых, лавинообразных процессов и процессов нелинейного, самостимулирующего роста. Важно понять, как можно инициировать такого рода процессы в открытых нелинейных средах, например, в среде экономической, и какие существуют требования, позволяющие избегать вероятностного распада сложных структур вблизи моментов максимального развития.

Может показаться, что в результате переключения режимов движения, бифуркации путей эволюции реальных систем, многократного их ветвления, повышения роли случайностей в моменты бифуркации наука перестает быть детерминистической. По крайней мере, так утверждает И. Пригожин. Но как показывают исследования отечественных ученых (С.П. Курдюмов, Е.Н. Князева, Н.Н. Моисеев), речь можно вести не только о путях эволюции, но и о поле путей раз-

вития для открытых нелинейных сред, спектра структур, возбуждаемых различной топологией начальных воздействий на среду.

Случайность, малые флуктуации действительно могут сбить, отбросить с выбранного пути, приводят, вообще говоря, к сложным блужданиям по полю путей развития. Но в некотором смысле, по крайней мере, на упрощенных математических моделях можно видеть все поля возможных путей развития. Все возможные пути – пути Дао – открываются как бы с птичьего полета. Тогда становится ясным, что ветвящиеся дороги эволюции ограничены. Конечно, если работает случайность, то имеют место блуждания, но не какие угодно, а в рамках вполне определенного и детерминированного поля возможностей.

Управление теряет характер слепого вмешательства методом проб и ошибок или же упрямого насильствования реальности, опасных действий против собственных тенденций систем и строится на основе знания того, что вообще возможно в данной среде. Управление начинает основываться на соединении вмешательства человека с существом внутренних тенденций развивающихся систем. Поэтому здесь появляется в некотором смысле высший тип детерминизма – детерминизм с пониманием неоднозначности будущего и с возможностью выхода на желаемое будущее. Это детерминизм, который усиливает роль человека.

Рекомендуемая литература

1. Арнольд, В.И. Теория катастроф / В.И. Арнольд. – 3-е изд., доп. – М.: Наука, 1990. – 128 с.
2. Буданов, В.Г. Методология синергетики в постнеклассической науке и в образовании. – 3-е изд., доп. / В.Г. Буданов. – М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 240 с.
3. Виннер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине / Н. Виннер; пер. с англ. И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова; под ред. Г.Н. Поварова. – 2-е изд. – М.: Наука; 1983. – 344 с.
4. Капра, Ф. Дао физики / Ф. Капра. – М.: Гелиос, 2002. – 352 с.
5. Князева, Е.Н. Синергетика. Нелинейность времени и ландшафты коэволюции / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: КомКнига, 2011. – 272 с.
6. Князева, Е.Н. Основания синергетики / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М., 2002. – 414 с.

7. Пригожин И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 239 с.
8. Пригожин, И.Р. Время, хаос, квант: к решению парадокса времени / И.Р. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Мир, 1994. – 266 с.
9. Трубецков, Д.И. Введение в синергетику: хаос и структуры / Д.И. Трубецков. – М.: Эдиториал УРСС, 2010. – 240 с.
10. Хакен, Г. Синергетика: пер. с англ. / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 286 с.

11. ЕСТЕСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ

11.1. Равновесие химических процессов

Любой живой организм можно представить в виде динамической системы, в которой одни химические соединения превращаются в другие. Совокупность таких превращений называется *обменом веществ*, или «*метаболизмом*». Живой системе, как и любой термодинамической системе, свойственно стремление к равновесному состоянию. В процессе химических превращений могут образовываться вещества с большим запасом энергии за счет расщепления других веществ. Многие биохимические процессы именно так и происходят. Если в систему не поступают и из нее не выходят ни вещества, ни энергия, то она будет приближаться к состоянию равновесия. На первый взгляд может показаться, что существуют примеры, противоречащие данному утверждению. Хорошо известно, что древесина, сахар, бумага и многие другие вещества при обычных условиях обладают высокой химической стабильностью. Вместе с тем, если, например, поднести к бумаге зажженную спичку, то начинается процесс горения, при котором преодолевается энергетический барьер и начинается образование углекислого газа и воды. Преодоление энергетического барьера при химической реакции возможно не только при повышении температуры, но и при действии катализаторов. В живых организмах катализаторами являются *ферменты*. Именно ферменты определяют, какие реакции будут идти с повышенной скоростью, а какие нет, и от этого зависят многие функции живого организма.

Химическую природу ферментов впервые определил в 1926 г. американский биохимик, лауреат Нобелевской премии 1946 г. Джеймс Самнер (1887–1955). Из соевых бобов он выделил в кристал-

лической форме фермент уретазу и доказал его белковую природу. Дальнейшие исследования показали, что ферменты представляют собой белки. Но есть множество белков с другими функциями (например, белок кератин – главный компонент волос, белок коллаген, содержащийся в костной ткани, коже и др.). Их называют структурными белками.

11.2. Структура белков

Белки представляют собой высокомолекулярные органические соединения, построенные из остатков 20 аминокислот. По структуре они относятся к полимерам. Их молекулы имеют форму длинных цепей, состоящих из повторяющихся молекул – мономеров. Белки по своей структуре представляют собой цепочку мономеров из различных аминокислот. В зависимости от порядка чередования мономеров образуется множество различных видов белков. На рисунке 10 приведена общая формула аминокислот, образующих белок. Из данной формулы видно, что к центральному атому углерода присоединены четыре разные группы. Три из них – атом водорода H, щелочная аминогруппа N₂H и карбоксильная группа COOH – одинаковы для всех аминокислот, а по четвертому компоненту R_i аминокислоты отличаются друг от друга.

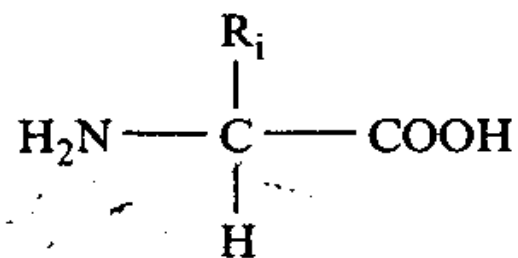


Рис. 10. Общая формула аминокислот

Все активные организмы, будь то растения, животные, бактерии или вирусы, содержат белки, построенные из одних и тех же аминокислот. Поэтому в любом виде пищи содержатся те же аминокислоты, которые входят в состав белков организмов, потребляющих пищу. В каждом природном белке порядок расположения отдельных видов аминокислот всегда один и тот же. Это означает, что при синтезе белка в живой системе используется информация, в соответствии с которой формируется определенная последовательность аминокислот для каждого белка. Последовательность расположения аминокислот

белке определяет его пространственную структуру. Большинство белков выполняют функцию катализаторов. В их пространственной структуре есть активные центры в виде углублений определенной формы. В такие центры попадают молекулы, превращение которых катализируется данным белком. Белок, выступающий в данном случае в роли фермента, может катализировать реакцию только при совпадении по форме превращающейся молекулы и активного центра. Этим и определяется высокая селективность белка-фермента. Активный центр фермента может образовываться в результате свертывания весьма удаленных друг от друга участков белковой цепи. Поэтому замена одной аминокислоты другой даже на небольшом расстоянии от активного центра может влиять на селективность фермента. От набора ферментов зависит, какие именно реакции будут протекать. Такой набор, в свою очередь, определяется генетической информацией, содержащейся в наследственном веществе.

11.3. Носитель генетической информации

Дезоксирибонуклеиновая кислота (сокращенно ДНК) представляет собой высокомолекулярное природное соединение, содержащееся в ядрах клеток живых организмов. Молекулы ДНК вместе с белками-гистонами образуют вещество *хромосом*.

Гистоны входят в состав ядер клеток и участвуют в поддержании и изменении структуры хромосом на разных стадиях клеточного цикла, в регуляции активности генов; ДНК – носитель генетической информации. Отдельные участки молекул ДНК соответствуют определенным генам. Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, закрученных одна вокруг другой в спираль. Цепи построены из большого числа мономеров (рис. 11) четырех типов – *нуклеотидов*, специфичность которых определяется одним из четырех азотистых оснований: *аденин* (А), *тимин* (Т), *цитозин* (Ц) и *гуанин* (Г). Сочетание трех рядом стоящих нуклеотидов в цепи ДНК образуют *генетический код*. Нарушение последовательности нуклеотидов в цепи ДНК приводит к наследственным изменениям в организме – *мутациям*.

ДНК точно воспроизводится при делении клеток, что обеспечивает в ряду поколений клеток и организмов передачу наследственных признаков и специфических форм обмена веществ.

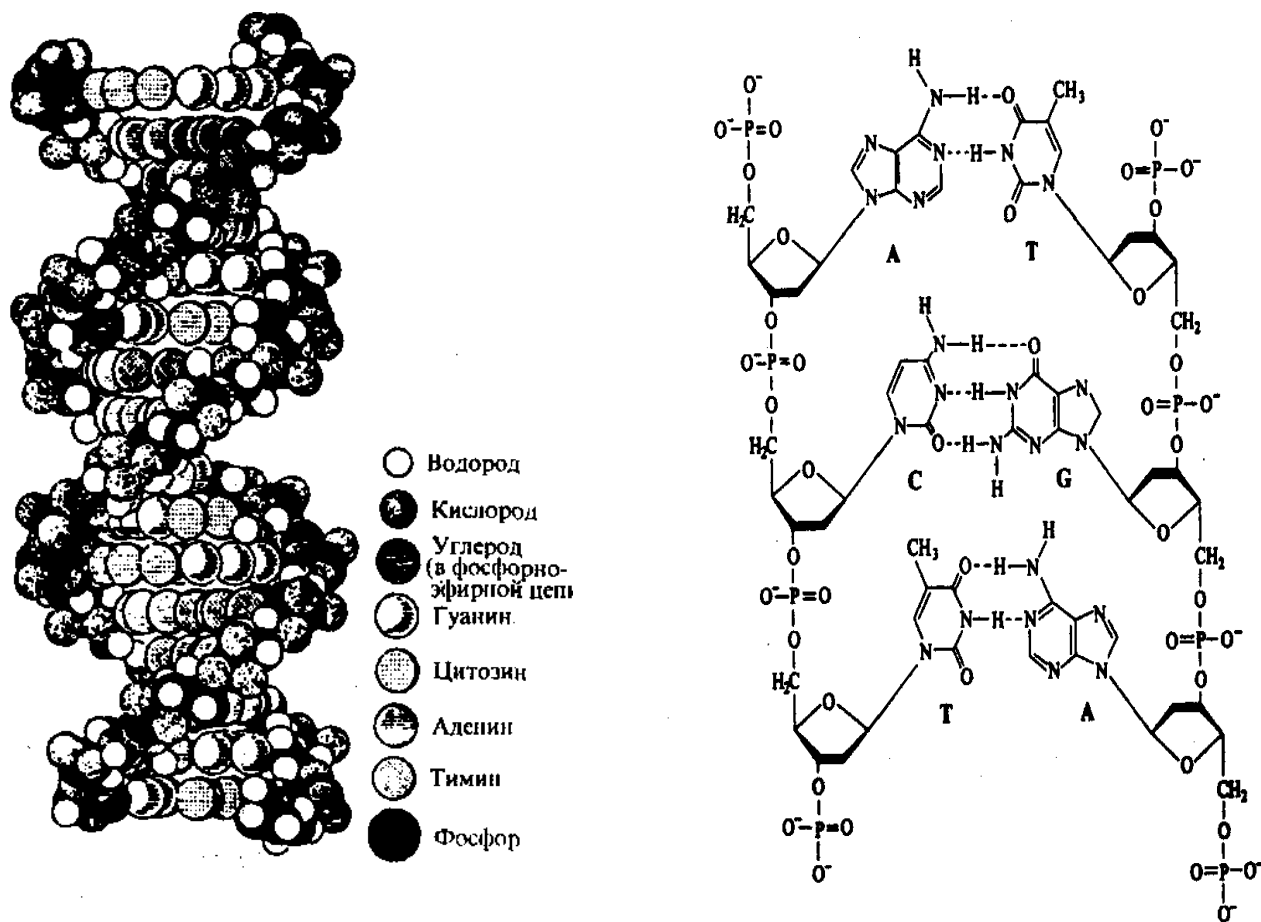


Рис. 11. Структура молекул ДНК

Структурная модель ДНК в виде двойной спирали была предложена в 1953 г. американским биохимиком Дж. Уотсоном (р. 1928) и английским биофизиком и генетиком Ф. Криком (р. 1916). Данная модель позволила объяснить многие свойства и биологические функции молекулы ДНК. За расшифровку генетического кода эти ученые удостоены Нобелевской премии (1962 г). Вытянутая молекула ДНК напоминает винтообразную лестницу (рис. 12). Ее молекулярная масса может достигать 10 тыс. Несмотря на сложное строение, молекула ДНК содержит лишь четыре азотистых основания: А, Т, Ц, Г. Между аденином и тиминном образуются водородные связи. Они настолько структурно соответствуют друг другу, что аденин распознает тимин и связывается с ним, и наоборот. Цитозин и гуанин – еще одна пара аналогичного типа. В данных нуклеотидных парах, таким образом, А всегда связывается с Т, а Ц с Г. Такая связь лежит в основе *принципа комплементарности*.

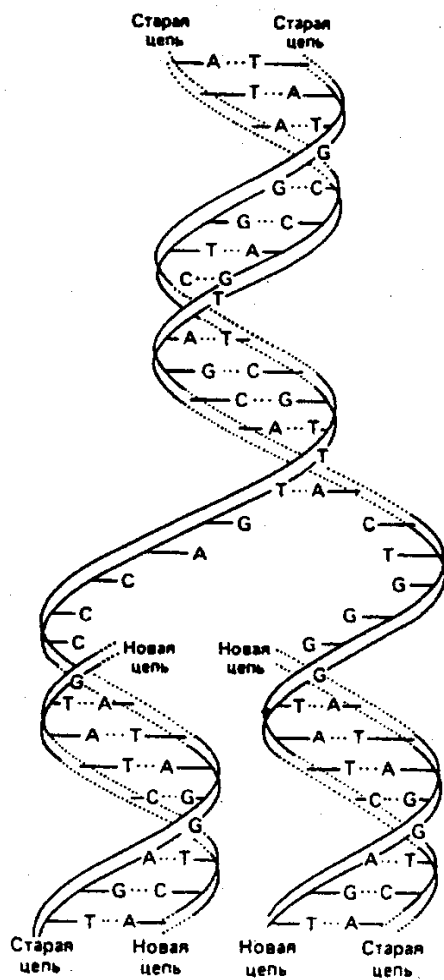


Рис. 12. Демонстрация принципа комплементарности

Т в новой цепи располагается против А в старой и т.д., в результате образуются две идентичные двойные спирали (рис. 13). Кодирование генетической информации и репликация молекулы ДНК – взаимосвязанные важнейшие процессы, необходимые для развития живого организма.

Генетическая информация кодируется последовательностью нуклеотидов. Три последовательных нуклеотида составляют единицу генетического кода, называемую *кодоном*. Каждый кодон определяет положение одной аминокислоты. Молекулу ДНК можно представить в виде последовательности букв-нуклеотидов, образующих текст из большого их числа, например, АЦАТТГГАГ. В таком тексте и содержится информация, определяющая специфику каждого организма: человека, дельфина и т.д. Генетический код всего живого, будь то растение, животное или бактерия, одинаков. Например, кодон 00/3 во всех организмах кодирует аминокислоту глицин. Такая особенность генетического кода вместе со сходством аминокислотного состава

Сахарофосфатная группа вместе с азотистым основанием А, Т, Ц или Г называется *нуклеотидом*. Из них и состоит молекула ДНК. С помощью последовательности нуклеотидов кодируется информация в молекуле ДНК. В ней содержится информация, необходимая для производства белков, нужных живому организму.

Молекула ДНК может копироваться. Этот процесс – *репликация* (удвоение). При репликации происходит разрыв водородных связей и образование одинарных цепей, служащих в качестве матрицы при ферментативном синтезе таких же последовательностей нуклеотидов. В начале репликации две противоположные цепи начинают раскручиваться и отделяться одна от другой.

В точке раскручивания фермент пристраивает новые цепи к двум старым по принципу комплементарности:

всех белков свидетельствует о биохимическом единстве жизни, которое, по-видимому, отражает происхождение всех живых существ от единого предка.

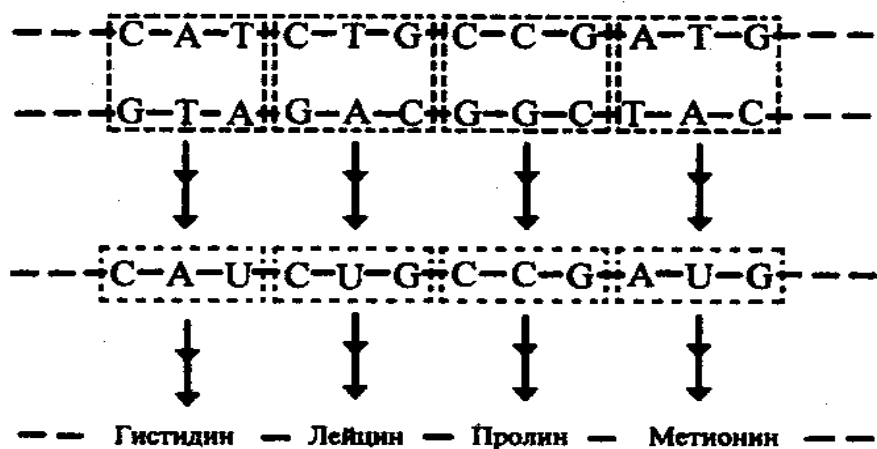


Рис. 13. Репликация молекулы ДНК

11.4. Функции белков

Белки – это природные органические соединения, состоящие из макромолекул, молекулярная масса которых от нескольких тысяч до нескольких миллионов. Каждая аминокислота белка содержит специфическую для нее группу. Аминокислоты образуют своеобразный алфавит из 20 букв, которые объединяются в группы (слова), определяющие молекулярную структуру белка и его биологическую функцию. Белки выполняют множество разнообразных функций: химические реакции в организме катализируются ферментами; расщепление питательных веществ для генерирования энергии и синтез новых клеточных структур происходят в результате большого числа химических реакций при участии белковых катализаторов. Белки выполняют роль переносчиков, например, гемоглобин переносит O_2 от легких к тканям. Мышечные сокращения и внутриклеточные движения – результат взаимодействия молекул белков.

Одна из важных групп белковых молекул – антитела – защищает организм от вирусов, бактерий и т.п. Активность нервной системы зависит от белков, с помощью которых собирается и хранится информация, поступающая из окружающей среды. Группа белков – *гормоны* – управляют ростом клеток и их активностью.

Белки производятся с помощью особой молекулы, в которой считывается информация, закодированная в ДНК. Такая молекула назы-

вается *рибонуклеиновой кислотой* (РНК). В состав молекулы РНК входят четыре азотистых основания, три из них такие же, как и в ДНК: аденин, цитозин, гуанин, а четвертое – урацил (У). Каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами. Например, последовательность цитозин (Ц) – аденин (А) – урацил (У), т.е. ЦАУ, соответствует аминокислоте гистидину, и т.д. К настоящему времени разработаны методы синтеза гена, что весьма важно для развития биотехнологии.

11.5. Строение и разновидности клеток

Все живое состоит из клеток. *Клетка* представляет собой элементарную живую систему – основу строения и жизнедеятельности всех животных и растений. Клетки могут существовать как самостоятельные организмы (например, простейшие, бактерии) либо в составе многоклеточных организмов. Размеры клеток варьируют в пределах от 0,1–0,25 мкм (бактерии) до 155 мм (яйцо страуса в скорлупе). Клетка способна питаться, расти и размножаться, вследствие чего ее можно считать живым организмом. Клетки, выделенные из различных тканей живых организмов и помещенные в специальную питательную среду, могут расти и размножаться. Термин «клетка» впервые предложил в 1665 г. английский естествоиспытатель Роберт Гук для описания ячеистой структуры наблюдаемого под микроскопом среза пробки. Утверждение о том, что все ткани животных и растений состоят из клеток, составляет сущность *клеточной теории*. В экспериментальном обосновании клеточной теории важную роль сыграли труды немецких ученых-ботаников Маттиаса Шлейдена (1804–1881) и Теодора Шванна (1810–1882).

Несмотря на большое разнообразие и существенные различия во внешнем виде и функциях, все клетки состоят из трех основных частей – *плазматической мембраны*, контролирующей переход вещества из окружающей среды в клетку и обратно, *цитоплазмы* с разнообразной структурой и *клеточного ядра*, содержащего носитель генетической информации. Обычно растительные клетки окружены оболочкой – *клеточной стенкой*. Кроме того, они содержат *пластиды* – цитоплазматические органоиды (специализированные структуры клеток), содержащие пигменты, обуславливающие их окраску.

Окружающая клетку *мембрана* состоит из двух слоев молекул липидов, между которыми находятся молекулы белков. Главная функция клетки – обеспечить передвижение определенных веществ в

прямом и обратном направлениях. Мембрана поддерживает нормальную концентрацию солей внутри клетки и играет важную роль в ее жизни: при повреждении мембраны клетка гибнет. За мембраной находится *цитоплазма*, в которой находятся ферменты и разнообразные *органеллы* – маленькие органы, окруженные своими мембранами. К органеллам, в частности, относятся *митохондрии* – образования с дыхательными ферментами. В них превращается сахар и высвобождается энергия. В цитоплазме есть небольшие тельца – *рибосомы*, состоящие из белка и нуклеиновой кислоты (РНК), с помощью которых осуществляется синтез белка. Во всех клетках, за исключением бактерий, содержится *ядро*, а в нем – *хромосомы*.

Клетки растут и размножаются путем деления на две дочерние клетки. При делении дочерней клетки передается полный набор хромосом, несущих генетическую информацию. Поэтому перед делением число хромосом в клетке удваивается и каждая дочерняя клетка получает по одному их набору. Такой процесс деления клеток, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками, называется *митозом*.

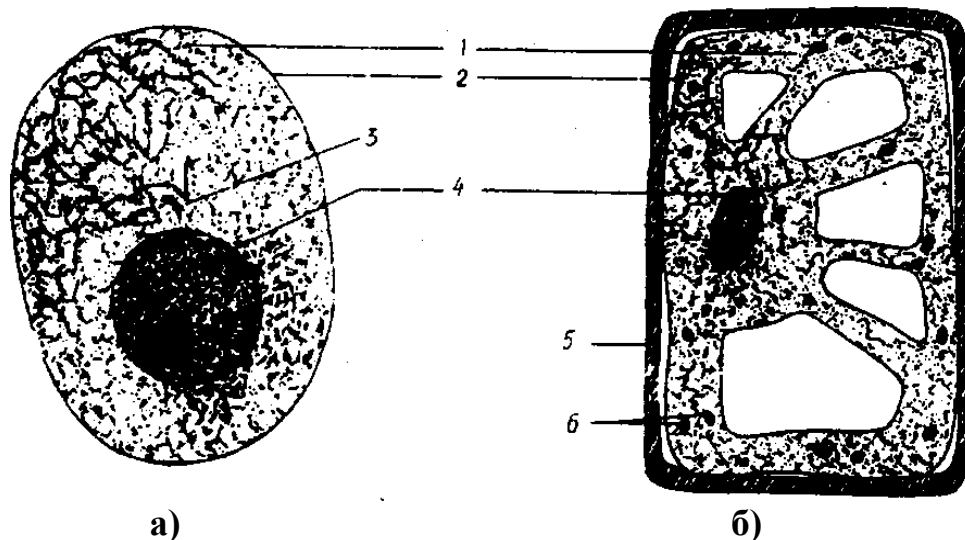


Рис. 14. Строение животной (а) и растительной (б) клеток:
 1 – цитоплазма; 2 – плазматическая мембрана; 3 – центриоль; 4 – ядро;
 5 – клеточная стенка; 6 – пластиды

Каждый организм развивается из одной клетки – яйца, которое начинает делиться, и в конечном результате образуется множество отличающихся друг от друга клеток – мышечные, клетки крови и др. Различия клеток определяются прежде всего набором белков, синтезируемых данной клеткой. Так, клетки желудка синтезируют пищева-

рительный фермент пепсин; в других клетках, например, клетках мозга, он не образуется. Во всех клетках растений или животных имеется полная генетическая информация для построения всех белков данного вида организмов, но в клетке каждого типа синтезируются лишь те белки, которые ей нужны.

В зависимости от типа клеток все организмы делятся на две группы – *прокариот* и *эукариот*. К прокариотам относятся бактерии, а к эукариотам – все остальные организмы: простейшие, грибы, растения и животные. Эукариоты могут быть одноклеточными и многоклеточными. Тело человека, например, состоит из 10^{15} клеток. Прокариоты все одноклеточные. В них нет четко очерченного ядра: молекулы ДНК не окружены ядерной мембраной и не организованы в хромосомы. Их деление происходит без митоза. Размеры их относительно небольшие, в то же время наследование признаков в них основано на передаче ДНК дочерним клеткам. Предполагается, что первыми организмами, появившимися около 3,5 млрд лет назад, были прокариоты. Клетки эукариот, в отличие от клеток прокариот, содержат митохондрии – специализированные органеллы, в которых идут процессы окисления. В клетках растений, помимо митохондрии, содержатся хлоропласты, способные производить фотосинтез, в результате которого из углекислого газа и воды образуется сахар.

Если одноклеточный организм, например, бактерия, не гибнет от внешнего воздействия, то он остается бессмертным, т.е. не умирает, а делится на две новые клетки. Многоклеточные организмы живут лишь определенное время. Они содержат два типа клеток: *соматические* (клетки тела) и *половые* клетки.

Соматические клетки высших животных делятся на два вида. Одни из них включают клетки, живущие недолго, но постоянно возобновляющиеся (к ним относятся, например, клетки эпидермиса). Другой вид составляют клетки, которые во взрослом организме не делятся и поэтому не возобновляются (нервные и мышечные клетки). Они подвержены старению и гибели. Принято считать, что главная причина старения организма – потеря генетической информации. Молекулы ДНК повреждаются мутациями, что приводит к гибели клеток и всего организма.

11.6. Современное представление о происхождении жизни

Вопрос о происхождении жизни – один из самых трудных в современном естествознании в первую очередь потому, что мы сегодня не можем воспроизвести процессы возникновения жизни такими, какими они были миллиарды лет назад. Тем не менее биологи решают вопрос о происхождении живого, проводят исследования, постоянно расширяют наши представления о зарождении жизни. Это вполне понятно: проблема жизни лежит в фундаменте всех биологических наук и в значительной мере – всего естествознания. Существенный вклад в решение вопроса о происхождении жизни внесли академик А.И. Опарин (1894–1980), английские естествоиспытатели Джон Бернал (1901–1971) и Б.С. Холдейн (1892–1964) и многие другие ученые.

История жизни и история Земли неотделимы друг от друга. Именно в процессах развития нашей планеты закладывались условия будущего существования жизни – диапазоны температур, влажности, давления, уровня радиации и т.п.

Одна из гипотез о происхождении Земли и всей Солнечной системы заключается в том, что наша Земля и все планеты сконденсировались из космической пыли, располагавшейся в окрестностях Солнца. Скорее всего, частицы пыли состояли из железа с примесью никеля либо из силикатов (веществ, в состав которых входит широко распространенный на Земле кремний), и каждая частица была окружена льдом. Конечно, кроме пыли везде присутствовал газ. И газ, и частицы пыли пронизывались солнечной радиацией. При этом весьма вероятно, что на внешних участках Солнечной системы *газы* могли конденсироваться, образуя различные летучие *органические соединения*, в которых присутствует основной элемент всех живых организмов – *углерод*. Постепенно Солнце разогревало их, газы снова испарялись, но некоторая их часть под действием излучений превращалась в менее летучие *углеводороды* (соединения углерода с водородом) и *соединения азота*. Возможно, что именно пылевые частицы, окруженные оболочками из органических соединений, объединяясь, образовали сначала астероиды, а затем планеты. Известно, например, что Юпитер, Сатурн, Уран состоят в основном из метана, водорода, аммиака и льда – веществ, служащих основой всех сложнейших органических соединений. В то же время общая поверхность пылинок была очень велика, а это значит, что на ней могли образоваться различные соединения углерода и азота – прямых предшественников жизни.

Данное предположение доказывается тем, что ряд органических соединений найден в метеоритах, например, *аденин* – азотистое основание. Он был также искусственно получен в лаборатории при условиях, которые имитировали первичную атмосферу Земли. А органические соединения, играющие большую роль в обмене веществ живых организмов – щавелевую, муравьиную и янтарную кислоты – удалось получить при облучении водных растворов углекислоты. Первичная атмосфера Земли, как и других планет, содержала, очевидно, *метан, аммиак, водяной пар* и *водород*. Воздействуя в лаборатории на смесь этих газов электрическими разрядами, имитирующими молнию, и ультрафиолетовым излучением, ученые получили сложные органические вещества, входящие в состав живых белков: глицин, аланин и др.

Таким образом, сейчас не приходится сомневаться в том, что под воздействием электрических разрядов, световой и ультрафиолетовой радиации еще до образования Земли или на самой первой стадии ее существования из *неорганических соединений* мог возникнуть ряд довольно сложных *органических веществ*. Образовавшиеся органические вещества – это первый шаг на пути к жизни. Основными слагаемыми живого, его «кирпичиками» являются *углерод, кислород, азот* и *водород*. В живой клетке, например, по массе содержится около 70 % кислорода, 17 % углерода, 10 % водорода, 3 % азота, затем идут фосфор, калий, хлор, сера, кальций, натрий, магний, железо. Их количество в клетке не превышает десятых долей процента. Далее следуют медь, цинк, йод, фтор и другие элементы, присутствующие в тысячных и десятитысячных долях процента. Особая роль в живых организмах принадлежит *углероду*. Говорят, что жизнь на нашей планете «углеродная», то есть в основе всех органических соединений и веществ организмов лежит углерод.

Углеродные соединения обладают рядом свойств, делающих их незаменимыми при образовании живых систем. Прежде всего число органических соединений на основе углерода огромно – десятки миллионов. Они активны при сравнительно невысокой температуре. Атомы углерода в молекулах могут образовывать длинные цепи различной формы. При относительно небольшой перестройке молекул углеродных соединений существенно меняется их химическая активность, которая возрастает при наличии катализаторов.

Наша планета богата водой и расположена на таком расстоянии от Солнца, что необходимая для жизни основная масса воды нахо-

дится в жидком, а не в твердом или газообразном состоянии, как на других планетах. На Земле поддерживается оптимальный интервал температур, необходимый для зарождения и существования жизни. Является ли Земля тем единственным космическим телом, на котором возможна жизнь? По-видимому, нет. Ведь только в нашей Галактике примерно 150 млрд звезд, и вполне вероятно, что в ней существуют космические тела, на которых возможна жизнь.

Первый шаг на пути к возникновению жизни заключается в *образовании органических веществ из неорганических*. Такой процесс протекал при определенных температуре, давлении, влажности, радиации и т.д. На первой стадии данного процесса, вероятно, начал действовать *предварительный отбор* соединений, из которых позднее появились организмы. Из множества образовавшихся веществ сохранились лишь наиболее устойчивые и способные к дальнейшему усложнению.

Для построения любого сложного живого организма нужен небольшой набор мономеров (низкомолекулярных соединений). Например, имея всего 29 несложных мономеров, можно описать биохимическое строение любого живого организма. В число их входят 20 *аминокислот*, из которых построены все белки, 5 *азотистых оснований* (из них в комбинации с другими веществами образуются носители наследственности – нуклеиновые кислоты, а также *глюкоза* – важнейший источник энергии, необходимый для жизнедеятельности, *жиры* – структурный материал, идущий на построение в клетке мембран, запасующих энергию). Такое сравнительно небольшое число соединений – результат действия в течение почти миллиарда лет естественного отбора, выделившего их из огромного количества некогда возникших веществ и определившего их пригодность для возникновения живого. Можно сказать, что *эволюции организмов* предшествовала очень длительная *химическая эволюция*.

Соединения, возникшие на основе углерода, образовали «*первичный бульон*» гидросферы. Существует гипотеза, согласно которой содержащие углерод и азот вещества возникали в расплавленных глубинах Земли и выносились на поверхность при вулканической деятельности. Размываясь водой, они могли попасть в океан, где участвовали в образовании «*первичного бульона*». Второй важнейший шаг в образовании живых организмов заключался в том, что из множества отдельных молекул органических веществ, существовавших в первичном океане Земли, возникли сложные вещества – *биополиме-*

ры: белки и нуклеиновые кислоты. Они уже обладали важнейшим биологическим свойством – воспроизводить аналогичные себе молекулы. В рассматриваемый период все органические соединения находились в первичном океане Земли. Для того, чтобы между соединениями могли произойти реакции, ведущие к образованию сложных биологических молекул, концентрация органических соединений должна быть сравнительно высокой. Такая концентрация веществ могла образоваться в результате осаждения соединений на различных минеральных частицах, например, на частичках глины или гидрооксида железа, образующих или прогреваемого солнцем мелководья. Органические вещества могли образоваться на поверхности океана тонкую пленку, которую ветер и волны гнали к берегу, где они собирались в толстые слои с высокой концентрацией органических веществ.

Свободный кислород появился значительно позже, в результате деятельности первых фотосинтетиков – водорослей, а затем и наземных растений. Бескислородная среда облегчала, по-видимому, синтез биополимеров из неорганических соединений; кислород как сильный окислитель разрушил бы возникающие молекулы.

Отдельные несложные органические соединения стали объединяться в крупные биологические молекулы. Образовались *ферменты* – белковые катализаторы, способствующие возникновению или распаду молекул. В результате деятельности первичных ферментов возникли *нуклеиновые кислоты*. Мономеры в нуклеиновых кислотах расположены так, что несут определенную информацию о синтезе белков и обмене с внешней средой веществом и энергией. Кроме того, молекулы нуклеиновых кислот приобрели свойство самовоспроизведения себе подобных. Можно считать, что с этого момента на Земле возникла жизнь.

Жизнь – это особая форма существования материи. Характерные особенности жизни – обмен с внешней средой, воспроизведение себе подобных, постоянное развитие.

К концу *биохимической стадии* возникновения жизни появились структурные образования – *мембраны*, которые сыграли важную роль в построении *клеток*. Проходили сотни миллионов лет, в течение которых из прокариотов образовывались *эукариоты*. В их клетке сформировалось ядро с веществом, содержащим код синтеза белка и другие структурные элементы.

С появлением эукариотов наметился выбор растительного или животного образа жизни, различие между которыми заключается в

способе питания и связано с возникновением важнейшего для всего живого процесса – *фотосинтеза*. В результате фотосинтеза ежегодно на Земле образуется около 200 млрд т органического вещества, 90 % которого вырабатывают водоросли и только 10 % – наземные растения. Возникновение фотосинтеза сопровождалось поступлением в атмосферу *кислорода*. Подсчитано, что благодаря фотосинтезу вся углекислота планеты – и в атмосфере, и растворенная в воде – обновляется примерно за 300 лет, а весь кислород – за 2 тыс. лет. Предполагается, что теперешнее содержание кислорода в атмосфере (21 %) было достигнуто 250 млн лет назад в результате интенсивного развития растений.

Первые *многоклеточные организмы* возникли путем объединения одноклеточных организмов и прошли долгий путь эволюции. Так жизнь развивалась и совершенствовалась, о чем свидетельствуют палеонтологическая летопись.

11.7. Эволюция жизни

Сложность строения и целесообразность поведения живых организмов приводили многих к мнению о том, что жизнь – это нечто большее, чем просто физическое и химическое явление. Живые существа, по сравнению с объектами неживой природы, обладают рядом отличительных свойств. В этой связи еще с древних времен возникла идея: хотя живые существа и материальны, но живую материю, видимо, «одушевляет» некий нематериальный фактор. Данная точка зрения лежит в основе *витализма* – течения в биологии, признающего наличие в организмах нематериальной сверхъестественной силы («жизненной силы», «души» и др.), управляющей жизненными явлениями. Результаты экспериментов показывают, что фундаментальные законы природы – законы сохранения массы и энергии – в живых системах выполняются. При окислении сахаров, жиров или белков в организме высвобождается то же количество энергии, что и при превращении их в лабораторных условиях, и в таком смысле организм человека или животного подобен неживой химической системе. Многочисленные опыты показывают, что в биологических системах ни один закон физики и химии не нарушается. Однако из этого утверждения не следует вывод, что живые системы подчиняются только законам физики и химии. Таким образом, можно утверждать: живое – это материальная система, наделенная свойством целесообразности.

С древних времен существует представление о постепенном видоизменении живых форм. И все же на протяжении многих веков представление о неизменности форм органического мира оставалось господствующим.

Предпосылки для развития эволюционной идеи

Что поражает нас при знакомстве со строением любого живого организма? Прежде всего его целесообразность. Гончар ритмичным нажатием педали вращает гончарный круг; его искусные пальцы на наших глазах превращают бесформенный кусок глины в изящный кувшин. Сосуд предназначен для определенной цели – хранить воду, и все устройство его таково, чтобы выполнять эту задачу наилучшим образом: дно широкое – чтобы кувшин был устойчивым, не опрокидывался от первого толчка; а горлышко у него узкое – чтобы уменьшить нагрев и испарение влаги. Только самый верх горлышка расширен в виде воронки – иначе в кувшин было бы трудно наливать воду. Возьмем, например цаплю. У нее длинные оголенные ноги, что позволяет ей, оставаясь сухой, ходить по мелководью. Длинный клюв дает возможность добывать из-под воды пищу. У плавающей птицы (уток, гусей) лапы короткие, снабженные плавательными перепонками: у нее есть специальные железы, которые выделяют жир и делают оперение несмачиваемым водой.

Французский натуралист XVIII в. Ж.Л. Бюффон склонялся к мысли о постепенном совершенствовании живых организмов, а его последователь Ж.Б. Ламарк (1744–1829) впервые попытался создать стройную *теорию эволюции жизни на Земле*. Основным фактором эволюции Ламарк считал упражнение одних органов и пассивность других под действием условий жизни. Если орган упражняется, рассуждал Ламарк, то он постепенно усиливается, а если не упражняется, то ослабевает и отмирает. На первый взгляд здесь все ясно. Сравните гимнаста с человеком, не занимающимся спортом. У первого мышцы упруги и эластичны, они так и играют под кожей. У второго мышцы дряблые, под кожей изрядный слой жира. И если мы зададим вопрос, каким же образом гимнаст достиг такого состояния, то на него без особого труда сможет ответить каждый: путем упражнения! Однако наш вопрос не покажется столь простым, если мы перейдем к детям этих людей. Конечно, они могут пойти по стопам своих отцов, тогда различия между ними будут такими же. Ну а если и те, и другие одновременно начнут заниматься спортом под руководством одного

и того же тренера и с равным прилежанием? Можем ли мы утверждать, что в этом случае дети гимнаста обязательно добьются лучших спортивных результатов, чем их товарищи? В общем виде этот вопрос можно сформулировать так: передаются ли детям те признаки, которые у родителей выработались в процессе жизни путем упражнений или в результате приспособления к внешним условиям?

Ламарк на этот вопрос отвечал: передаются! Если вернуться к нашему примеру с болотными и плавающими птицами, то, по мнению Ламарка, их предки, ничем не отличавшиеся от обычных птиц, попав в силу обстоятельств в особые условия, например, на болото, стали усиленно упражнять свои ноги, которые начали удлиняться и постепенно достигли длины ног современной цапли. Другие птицы, вынужденные жить и питаться на озерах и реках, пытались плавать, быстро разводя и соединяя пальцы. От этого кожа у оснований пальцев растягивалась, и в результате через много поколений образовались плавательные перепонки. Предположение Ламарка о развитии и совершенствовании имеющихся органов не отвечало на такой важный вопрос: каковы причины появления совершенно новых органов? В самом деле, каким «упражнением» можно объяснить появление рогов у некоторых животных? Чтобы найти выход из создавшейся ситуации, Ламарк наделил живые существа особым свойством – стремлением к совершенствованию. Весь органический мир, полагал ученый, непрерывно изменяется, улучшается сам по себе благодаря присущему живым организмам стремлению к прогрессу. Взгляды Ламарка, изложенные им в 1809 г., не нашли признания у современников. Куда большей популярностью пользовались воззрения его соотечественника Ж. Кювье (1769–1832).

Пока Ламарк размышлял о причинах целесообразности живых организмов, Кювье избрал эту целесообразность основным орудием исследования. Он исходил из того, что все органы в организме взаимообусловлены и соотнесены. Возьмем травоядное животное. Растительная пища малопитательна, для удовлетворения потребностей организма ее требуется большое количество. Значит, желудок травоядного животного должен быть большим. Размер желудка обуславливает размеры других внутренних органов: позвоночника, грудной клетки. Массивное тело может держаться на мощных ногах, снабженных твердыми копытами, а длина ног обуславливает длину шеи, чтобы животное могло свободно щипать траву. Зубы у него должны быть широкими, плоскими, с большой истирающей поверхностью. Иное

дело хищники. Пища у них более питательна, значит, желудок может быть небольшим. Хищнику нужны мягкие лапы с подвижными когтистыми пальцами, чтобы незаметно подкрадываться к добыче и хватать ее. Шея у хищника должна быть короткой, зубы – острыми и т.д.

Свой метод Кювье довел до такого совершенства, что нередко по одному найденному зубу ему удавалось восстанавливать облик всего животного. Если же он располагал скелетом или хотя бы его частью, то успех был обеспечен. Так Кювье открыл целый мир ископаемых животных. Гигантские ящеры, некогда обитавшие на Земле, мамонты и мастодонты – если мы сейчас хорошо осведомлены о них, то заслуга в этом принадлежит прежде всего Жоржу Кювье. Своими открытиями ученый внес огромный вклад в будущую эволюционную теорию, но сам он об этом не подозревал. Изучая вымерших животных, Кювье обнаружил, что останки одних видов приурочены к одним и тем же геологическим напластованиям и не встречаются в соседних пластах, для которых свойственны совершенно другие организмы. Отсюда он сделал вывод, что животные, некогда населявшие нашу планету, погибали почти мгновенно от каких-то неизвестных причин, а позднее на их месте появлялись новые обитатели, не имевшие ничего общего со своими предшественниками. К тому же, по данным Кювье, многие нынешние участки суши некогда были морским дном, причем море здесь наступало и отступало по нескольку раз. При этом осадочные породы, которые обычно должны быть расположены горизонтально, часто оказывались изломанными, смятыми в гигантские складки. Все эти факты заставили Кювье предположить, что на Земле время от времени происходили гигантские катаклизмы, уничтожавшие целые материи, а вместе с ними и всех их обитателей. Позднее на их месте появлялись новые организмы. Как ни странно сейчас звучит эта теория катастроф, в начале XIX в. она выглядела вполне убедительной.

В то время, когда теория Кювье считалась абсолютно достоверной, к геологическим исследованиям приступил англичанин Ч. Лайель (1797–1875). Он скорее интуитивно, чем сознательно, сразу почувствовал произвольный характер теории катастроф. Много путешествуя, он обращал особое внимание на те геологические процессы, которые постоянно происходят вокруг нас. Чтобы понять прошлое Земли, надо изучить ее настоящее – вот что стало основным принципом научных исследований Ч. Лайеля. Наблюдая за отложениями в дельтах рек, за деятельностью ветра, морских приливов и отливов, изучая образование мелей, кратеры вулканов, Лайель пришел к убеж-

дению, что медленные, ничтожные изменения на Земле могут и сегодня привести к поразительным результатам, если будут происходить достаточно долго и в одном направлении. Особенно тщательно Лайель изучал отложения третичной эпохи, которая в истории развития Земли непосредственно предшествует нашей. Он отметил, что многие организмы, обитавшие тогда, встречаются на Земле и сейчас. При этом в одно и то же время нарождались новые виды и доживали свои век старые. Такие выводы в корне подрывали теорию Кювье. Сам Лайель не утверждал, что одни виды происходили от других, – подобная мысль не приходила ему в голову. Но, доказав медленный, постепенный характер геологических изменений, он создал еще одну предпосылку для развития эволюционной идеи.

История возникновения теории эволюции Дарвина

В 1831 г., отправляясь в кругосветное плавание, Чарльз Дарвин прихватил с собой только что вышедший первый том «Основ геологии» Лайеля, а через пять лет привез из плавания огромное количество материалов, подтверждающих правоту его основополагающей идеи. Но это не все: Дарвин привез и нечто большее – убежденность в том, что виды живого изменчивы, что все животное и растительное царство, каким мы его знаем сегодня, – результат постепенного, очень длительного и сложного развития органического мира. Проблемой эволюции Дарвин начал вплотную заниматься в 1836 г. после возвращения из кругосветного путешествия. И 14 июня 1858 г. Дарвин получил письмо от Альфреда Рассела Уоллеса (1823–1913) из Тернате на Молуккских островах. В письме находилась статья, которую Уоллес просил передать Лайелю, известному геологу и другу Дарвина, где кратко излагалась сущность теории эволюции путем естественного отбора.

Предположение о том, что виды могут изменяться, Уоллес опубликовал в одной из своих работ раньше – в 1855 г. Идея получила развитие после прочтения им в 1858 г. труда английского ученого Томаса Мальтуса (1766–1834) «Опыт о законе населения». Мальтус полагал, что каждая популяция стремится максимально размножиться без учета средств к существованию, и когда она достигает некоей предельной численности, зависящей от условий жизни, дальнейшему росту начинает препятствовать нищета: излишняя численность популяции должна гибнуть. Это может происходить внезапно или в результате возрастания смертности с приближением к пределу возмож-

ного роста. Мальтус специально не занимался вопросом, кто выживет, а кто погибнет. Догадка Уоллеса состояла в том, что выживать будет не случайная выборка из популяции, а особи, которые лучше приспособлены к условиям существования. Если их приспособленность выше среднего уровня для всей популяции и она хотя бы частично наследуется, то вид в целом будет изменяться в направлении большей приспособленности, т.е. более высокой адаптации к среде обитания. Интересно, что Дарвин пришел к таким же выводам, прочитав труд Мальтуса.

Книга Дарвина «Происхождение видов» вышла в свет в ноябре 1859 г., и все 1250 экземпляров ее были распроданы в первый же день. Большой интерес к идее естественного отбора был обусловлен вовсе не тем, что Дарвин и Уоллес постулировали превращение одних видов в другие, т.е. сам факт эволюции. Об этом и раньше говорили многие, и прежде всего Ламарк, Эразм Дарвин – дед Чарльза Дарвина и, наконец, Анаксимандр в Древней Греции. Интерес определялся в основном тем, что был предложен механизм «конструирования» живых существ без участия Творца. Идея эволюции путем естественного отбора позволяла объединить множество, казалось бы, не связанных друг с другом фактов. И Дарвин, и Уоллес сумели использовать богатейший материал палеонтологии, биогеографии и других наук, который указывал на то, что наиболее вероятной движущей силой эволюции является естественный отбор. Для тех, кто требовал от теории эволюции полной убедительности, оставалась одна непреодолимая трудность, связанная с природой наследственности. В то время ни Уоллес, ни Дарвин, ни другие ученые еще не знали законов наследования признаков. Правда, известно было, что иногда признаки могут проявляться не во всех поколениях подряд. Этот таинственный феномен, названный позднее *атавизмом*, состоит в том, что у потомков вдруг снова появляются признаки более или менее отдаленных предков. Полагали, однако, что наследственность в целом основана на принципе смешивания за исключением отдельных случаев. Например, у какого-то растения могли быть либо белые, либо красные цветки. При механизме смешивания у гибрида цветки должны быть розовыми, а при скрещивании красного цветка с розовым – темно-розовыми и т.д. Во многих случаях так и бывает. Из этого следовал важный вывод: новый признак, появившийся у какого-то индивидуума как мутация, со временем должен исчезнуть, раствориться в попу-

ляции, несмотря на естественный отбор, как стакан молока растворится во многих бочках воды.

Промежуточное проявление признаков у потомков означало, что все генетические различия в популяциях должны быстро нивелироваться, и тогда вся популяция становится однородной, состоящей из весьма сходных индивидуумов. Данное возражение против теории эволюции было снято результатами опытов по скрещиванию, проведенных австрийским естествоиспытателем Грегором Менделем (1822–1884). В 1868 г. в опытах со скрещиванием гороха он показал, что наследственность не имеет, как тогда считалось, промежуточного характера – признаки передаются дискретными частицами, которые сегодня называются генами. Работа Менделя долгое время оставалась невостребованной. Только в 1900 г. три неизвестных исследователя одновременно своими опытами подтвердили полученные им результаты.

Голландский ученый Хуго Де Фриз (1848–1935) предложил *теорию мутаций* – внезапных изменений наследственности. Его теория, проливая свет на процесс изменчивости, блестяще подтверждала дарвиновское учение, но сам Де Фриз поспешил противопоставить внезапные изменения (мутации) отбору. «Значение отбора ограничено, – заявил он, – эволюция идет путем резких скачков, мутаций». Однако позднее ученый изменил свое мнение. Он убедился, что, чем резче мутация, чем крупнее скачок, тем меньше шансов для новой формы организма выжить в данных условиях. Иное дело – мутации небольшие. Чаще всего они тоже вредны для организма, но в редких случаях небольшое изменение может быть полезным. Организм совершенствуется, оказывается лучше приспособленным, чем его неизменившиеся сородичи, и естественный отбор закрепляет новую форму. Так теория мутаций навела мост между менделеевскими законами о наследственности и дарвинизмом. Вместе с тем мутационная теория породила новые проблемы, в частности связанные с причинами мутационных изменений. В самом деле, почему одни особи данного вида изменяются, а другие, живущие в таких же условиях, нет? Не видя никаких внешних причин, которые вызывали бы эти изменения, многие ученые склонялись к тому, что мутации носят спонтанный, т.е. самопроизвольный, характер. Но в 1927 г. появилась коротенькая заметка американского генетика Г. Меллера. Он облучал плодовых мушек дрозофил рентгеновскими лучами и получил небывалую вспышку изменчивости. Вскоре было доказано, что мутации могут вызываться не только рентгеновскими лучами, но и другими видами

излучений, а также многими химическими соединениями, резким изменением температуры и т.д. Не менее важное направление связано с выяснением природы самого гена. Здесь следует отметить работу американского генетика Т.Х. Моргана (1866–1945).

Искусственный и естественный отбор

Решая главный вопрос – о движущих силах развития, Дарвин решительно исключил из рассмотрения таинственное «стремление к совершенствованию», обратив особое внимание на человеческую деятельность. Он видел, что люди способны создавать новые формы жизни: культурные растения и домашние животные. Остановимся на пшенице. Некогда человек бросил в землю горсть зернышек невзрачного дичка. Зернышки были мелкие, а колосья при малейшем дуновении ветра осыпались. Тысячелетия вначале бессознательного, а потом и сознательного отбора лучших экземпляров привели к тому, что зерно стало полновесным, а колос неосыпающимся. И еще десятки других свойств придал пшенице человек: увеличил количество белка в зерне, сделал ее стойкой ко многим болезням, вывел сорта, отзывчивые к удобрениям, неполегаемые, скороспелые. Сейчас культурная пшеница занимает на земном шаре свыше 200 млн га, но если перестать за ней ухаживать, то через несколько лет не отыщется ни одного зернышка культурного злака. Предоставленная самой себе культурная пшеница погибнет! То же можно сказать почти о любом культурном виде растения или животного. Дарвин часто встречался со скотоводами и спрашивал, как они создают и сохраняют свои стада. И ответ слышал почти всегда один: «Мы оставляем на племя лучших животных». Скотоводы не подозревали, что, забивая слабых и низкопродуктивных животных (с низким надоем молока, если это коровы, с худшей шерстью, если это овцы; слабосильных, если это лошади, предназначенные для перевозки грузов, и недостаточно быстроногих, если это скаковые лошади), они проводили огромную созидательную, творческую работу. *Искусственный отбор* – так назвал этот метод Дарвин. Путем искусственного отбора человек создал формы, ранее не существовавшие в дикой природе. Дарвин решил посмотреть, не происходит ли чего-либо подобного и среди диких организмов.

Ясно, что пищевые ресурсы для какого-либо вида животных (или растений) в определенной местности ограничены. Что касается способности к размножению, то она не имеет границ. Цифры здесь столь же просты, сколь и поразительны. Если бы из всех яиц, отложенных

одной птицей, вылупились птенцы, выросли и сами дали потомство, а потомство этого потомства тоже сохранилось бы полностью, и так продолжалось бы, скажем, 15 лет, то общее число потомков одной пары достигло бы десяти миллионов! Однако так никогда не происходит. Количество птиц, животных, растений остается неизменным (или меняется в небольших пределах на протяжении столетий). Это значит, что далеко не из всех яиц вылупляются птенцы, не все птенцы становятся взрослыми птицами и, наконец, не все взрослые особи оставляют потомство. Кому же везет? Очевидно, тем, кому удастся захватить нужное количество пищи, уберечься от врагов – словом, тем, кому удастся победить в борьбе за существование. В борьбе за существование побеждают, таким образом, лучше приспособленные к жизни в условиях окружающей среды. Например, часть деревьев в лесу угнетена: им не хватает места под солнцем, а если это так, то в природе, как и на животноводческой ферме, тоже происходит борьба за существование отбор. Однако отбирает здесь уже не между растениями одного сама природа. Именно условия природной среды ведут отбор наиболее приспособленных – *естественный отбор*. Вот чем объясняется целесообразность органических форм! Устройство животного или растения не потому целесообразно, что кто-то приспособил данный организм для определенной цели, а потому, что из всего многообразия форм выживали и могли оставлять потомство особи, лучше других приспособленные к данным условиям! Два молодых русских ученых, А.О. Ковалевский (1840–1901) и И.И. Мечников (1845–1916), взяв на вооружение эволюционную теорию, стали создавать новую науку – *сравнительную эволюционную эмбриологию* (*эмбрион* – от греч. «зародыш»). А.О. Ковалевский открыл переходные формы между позвоночными и беспозвоночными, заполнив тем самым наиболее важный пробел в общей системе развития животного царства.

Целенаправленное поведение и естественный отбор

Созданные человеком устройства и машины (например, управляемая ракета, персональный компьютер) доказывают, что и неживые системы способны к целенаправленному действию. Однако для их создания необходим осознающий поставленную цель конструктор. В этой связи возникает вопрос: не нужен ли подобный конструктор при создании живой системы? Один из возможных ответов на данный извечный вопрос содержится в идее Дарвина и Уоллеса, суть которой в том, что живые существа могут самосовершенствоваться – эволю-

ционировать в сторону все большей адаптации, то есть приспособленности к среде обитания. Оба ученых предположили наличие механизма естественного отбора. Живые существа способны изменяться (мутировать) случайным образом, и такие мутации наследуются. Если приобретенные свойства оказываются полезными для выживания, то их доля в последующих поколениях будет возрастать. В результате происходит эволюция популяций в направлении большей адаптации к окружающей среде.

Эволюция идет путем накопления малых сдвигов. Все промежуточные стадии в эволюции органа должны быть функционально полезными и приводить к его постепенному совершенствованию. Важность целенаправленности действий можно пояснить на примере конструирования самовоспроизводящейся машины. Идею такого конструирования впервые предложил известный математик фон Нейман. В данной машине можно запрограммировать не только воспроизведение, но и другие функции. На биологическом языке это означает, что такие машины способны мутировать и претерпевать эволюцию, то есть их потомки будут отличаться от предков. Если самовоспроизводящиеся машины будут изменяться случайным образом, то это не приведет к их направленной эволюции. Чтобы появилась устрица как самовоспроизводящийся организм, должны сформироваться сложнейшие органы: жабры, кишечник и др., а также появиться целенаправленное поведение и т.п., что вместе взятое маловероятно.

Одна из особенностей естественного отбора – мутации, благоприятные или неблагоприятные для организма, возникают случайно. Изменение какого-либо признака – результат единичной мутации: случившись, она попадает под естественный отбор. Однако против такого представления может быть выдвинуто одно весьма серьезное возражение, которое удобно пояснить на примере эволюции глаза. Вероятность одновременного возникновения ряда мутаций, приводящих к образованию сетчатки (слоя светочувствительных клеток), хрусталика и т.д., ничтожно мала. Представить себе, что такие одновременные изменения могут произойти в результате случайных мутаций – все равно, что бросить в коробку полный набор часовых деталей, встряхнуть их и ожидать, что они сами сложатся в целые часы. Если мутации произойдут не одновременно, и в результате не будет хватать хотя бы одного компонента глаза, то такой глаз окажется бесполезным, и отбор по всем прочим мутациям будет невозможен.

Сложные биологические структуры могут создаваться в результате естественного отбора, если в принципе их можно получить путем постоянного усложнения так, чтобы каждый новый этап давал какое-то новое преимущество. Поскольку естественный отбор не обладает даром предвидения, он иногда не может способствовать появлению некой промежуточной структуры, не приносящей сразу определенной выгоды, даже если бы эта структура и могла оказаться полезной в отдаленном будущем.

Геологические эры и эволюция жизни

Органический мир развивался в течение миллиардов лет вместе с той средой, в которой ему приходилось существовать, то есть вместе с Землей. Поэтому эволюцию жизни невозможно понять без эволюции Земли. Владимир Ковалевский (1842–1883) положил эволюционную теорию в основу *палеонтологии* – науки об ископаемых организмах.

Первые следы органических остатков геологи обнаруживают уже в древнейших отложениях, относящихся к *протерозойской геологической эре*, охватывающей огромный промежуток времени – 700 млн лет. Земля в тот период была почти сплошь покрыта океаном. В нем обитали бактерии, простейшие водоросли, примитивные морские животные. Эволюция тогда шла настолько медленно, что проходили десятки миллионов лет, пока органический мир сколько-нибудь заметно изменялся. В *палеозойскую эру* (продолжительностью около 365 млн лет) эволюция живого шла уже более быстрыми темпами. Образовались большие пространства суши, на которой появились наземные растения. Особенно бурно развивались папоротники: они образовали гигантские дремучие леса. Морские животные тоже усовершенствовались, что привело к образованию огромных панцирных рыб. В каменноугольном (карбоновом) периоде, на который падает расцвет палеозойской фауны и флоры, появились земноводные. А в пермский период, завершавший палеозойскую эру и начинавший мезозойскую (она удалена от нас на 185 млн лет), появились пресмыкающиеся.

Еще быстрее животный и растительный мир Земли стал развиваться в *мезозойскую эру*. Уже в самом ее начале пресмыкающиеся стали господствовать на суше. Появились и первые млекопитающие – сумчатые. Всеобщее распространение получили хвойные деревья, возникли разнообразные птицы и млекопитающие. Около 70 млн лет

назад наступила *кайнозойская эра*. Виды млекопитающих и птиц продолжали совершенствоваться. В растительном мире преобладающая роль перешла к цветковым. Сформировались виды животных и растений, которые обитают на Земле и сейчас.

С возникновением человека около 2 млн лет назад начинается нынешний период кайнозойской эры – четвертичный, или *антропоген*. Человек в геологическом масштабе времени – совершенный младенец. Наиболее значительным событием в кайнозойской эре стало возникновение большого числа культурных растений и домашних животных. Все они – результат творческой деятельности человека, способного к целенаправленной деятельности. Если Дарвин, разрабатывая теорию эволюции, изучал опыт селекционеров, то вооруженные научной теорией селекционеры научились выводить новые сорта значительно быстрее и целенаправленнее. Здесь особая роль принадлежит российскому ученому Н.И. Вавилову (1887–1943), разработавшему *учение о происхождении культурных растений*. Эволюция живого продолжается, но уже под влиянием человека. Человек теперь активно изменяет живую природу. Возрастающее вмешательство человека в природные процессы порождает новые серьезные проблемы, которые могут быть решены лишь при условии, что сам человек возьмет на себя заботу об окружающей природе, о сохранении тех тонких соотношений в *биосфере*, которые сложились в ней за миллионы лет эволюции жизни на Земле.

Разновидности растений и животных

Со времен Аристотеля ученые делят мир живых существ на два царства – царство животных и царство растений. К животным обычно относят такие живые существа, которые питаются готовыми органическими соединениями, синтезируемыми зелеными растениями. Органическую пищу животные поглощают, поедая растения или других животных.

В зависимости от уровня организации животных делят на две основные группы: простейшие, или *одноклеточные* организмы (например, жгутиковые, инфузории) и *многоклеточные* (все остальные). В ходе развития органического мира у животных возникли двигательная, пищеварительная, дыхательная, кровеносная, нервная системы и органы чувств.

Большинство растений получают необходимые для жизни вещества в результате «поглощения» *минеральных соединений*. Раститель-

ные организмы, в отличие от животных, как правило, неподвижны. Зольные (неорганические) элементы питания они «всасывают» с помощью корневой системы. Поскольку содержание веществ, необходимых для жизни растений, на том или ином участке ограничено, растительные организмы постоянно меняют точки контакта со средой, например, корневая система и крона деревьев растут и ветвятся на протяжении всей их жизни. Что касается животных, то отыскивая пищу, они меняют место своего обитания. Размеры их тела увеличиваются лишь до определенного предела, характерного для данного вида.

Все живые существа – животные и растения – состоят из *клеток*. Из клеток строятся ткани, из них – различные органы. В пластидах растений заключен *хлорофилл* – вещество, придающее растениям зеленую окраску. Благодаря наличию хлорофилла растения способны осуществлять *фотосинтез*, в ходе которого растения, используя энергию солнечного света, превращают в органическое вещество громадное количество углерода (по подсчетам ученых, около 200 млрд т ежегодно). Создаваемое зелеными растениями органическое вещество служит продуктом питания для животных.

Все живые организмы характеризуются определенными размерами и формой, обменом веществ, подвижностью, раздражимостью, ростом, размножением и приспособляемостью. Перечисленные свойства отличают живые объекты от неживых.

Часто растения и насекомые оказываются полезными друг другу. Например, потребляя нектар цветков, насекомые опыляют их. Отличия между растениями и животными заключаются в способе питания; в структуре клеток, их способности к росту (у растений, в отличие от животных, некоторые клетки сохраняют способность к активному росту на протяжении всей жизни растения); в способности к движению (большинство растений прикреплено к одному месту, а значительная часть животных ведет подвижный образ жизни).

Однако существуют исключения. Известно много животных организмов (например, морские кораллы, моллюски, речная губка – бодяга и др.), которые на протяжении всей жизни остаются неподвижными. В то же время некоторые растения, подобно эвглени зеленой, постоянно находятся в движении.

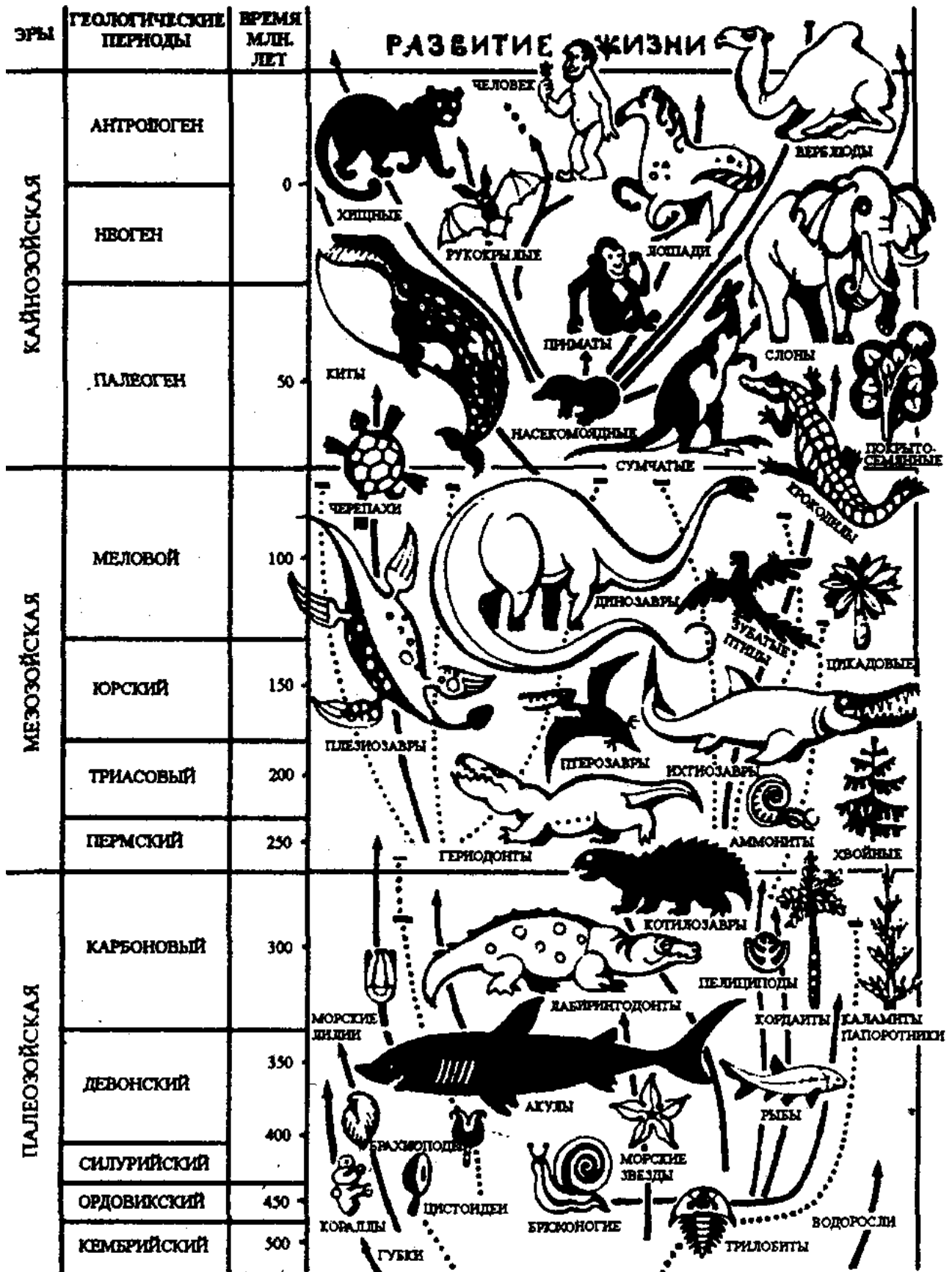


Рис. 15. Растительный и животный мир

В результате неустанных поисков ученых в XVIII в. появилась *классификация существ*, не потерявшая своего значения до сих пор (см. рис. 15). Ее предложил шведский ученый Карл Линней (1707–1778). Самой маленькой систематической единицей у Линнея, а также во всех системах, создаваемых после него, стал *вид*.

Сегодня известно, что на нашей планете существует: 31 род бактерий; 150 родов (1400 видов) синезеленых водорослей (общее количество видов водорослей достигает 40 тыс.); около 200 тыс. видов грибов; около 16 тыс. видов лишайников; свыше 18 тыс. видов мхов. Количество всех видов растений достигает 500 тыс. Еще больше на Земле видов животных: простейших одноклеточных известно около 15 тыс.; кишечнополостных – до 9 тыс.; червей плоских – 6500; червей круглых – до 8; червей кольчатых – до 7600; млекопитающих – 12 540; птиц – 16; пресмыкающихся и земноводных – 9; рыб – 20 тыс. Видов позвоночных насчитывается около 70 тыс., а видов всех животных, населяющих Землю, – более полутора миллионов.

Постепенно становилось очевидным, что всю живую природу можно сравнить с иерархической «лестницей» существ, на нижних ступенях которой простейшие *одноклеточные организмы*, на верхних – сложные существа, растения, животные и человек. Доводом в пользу того, что в процессе эволюции животные и растения менялись, явились данные *палеонтологии*. Ископаемые остатки животных и растений наглядно подтверждали их родство с современными живыми организмами.

Особенности растительного и животного мира

Некоторые растения и животные отличаются удивительными качествами. Например, самое большое дерево в мире – *акация гальпани* (обезьянья колючка) достигает 122 м высоты и 44 м в периметре у основания. Подобного рода великаны росли по берегам рек в Южной Африке. Они погибли от пожаров и засухи в конце прошлого века. Известны своими гигантскими растениями австралийские *эвкалипты*: отдельные деревья достигают высоты 100 м. В Сенегале найден баобаб со стволом диаметром 9 м. Ученые определили, что возраст гиганта – 5150 лет. Гигантскими бывают не только деревья. В 1818 г. ботаник Жозеф Арнольди, путешествуя по не исследованным ранее лесам острова Суматра, наткнулся на росший у корней дерева громадный ярко-красный цветок. Его диаметр был более метра. Цветок не имел ни стебля, ни листьев. Казалось, он вырос прямо из корня

дерева. Пять мясистых лепестков, покрытых белыми бородавками, расположились вокруг толстого кольца, окружавшего центральную впадину, в которой находилось множество тычинок и пестиков. Цветок издавал ужасное зловоние. Преодолевая отвращение, ученый в течение нескольких дней наблюдал за жизнью необыкновенного растения. Однако свои наблюдения он закончить не успел: через две недели Арнольди умер от желтой лихорадки. Позже стало известно, что громадный цветок весом около 6 кг, получивший название *раффлезии Арнольди*, паразит, сосущий соки из корней определенных пород деревьев.

Не менее диковинным и странным бывает мир животных. Например, хамелеоны. Это вид древесных ящериц с длинным и цепким хвостом. Оба его глаза в своих движениях независимы друг от друга. Такая подвижность глаз, не свойственная больше никому из пресмыкающихся, позволяет хамелеону одновременно, не сходя с места, следить за жертвой и отыскивать лазейку среди ветвей. Но самое поразительное у этого существа – изменение окраски кожи. Быстрая смена окраски помогает ему становиться совершенно незаметным. В коже хамелеона особые пигментные клетки располагаются в четыре слоя. Самый верхний содержит желтый пигмент с разбросанными красными клетками, под ними слой клеток, воспроизводящий синий цвет, еще глубже – более равномерный, лишенный пигмента слой. Четвертый слой содержит коричневый пигмент. Цвет кожи регулируется центральной нервной системой с помощью гормонов. Импульсы из головного мозга поступают в спинной мозг, оттуда в кожу, где вызывают смену окраски кожных покровов.

Живой мир и экология

Каждый вид зависит еще и от *других живых существ*, и от тех *условий, в которых он обитает*, то есть от многих сложных взаимосвязей, географических особенностей, расположения материков, сформировавшихся на протяжении более 3,5 млрд лет существования земной жизни. Закономерности взаимоотношений живых существ с окружающей средой изучает *экология*.

Все организмы, живущие на Земле, приспособились к определенному атмосферному давлению, однако удалось обнаружить споры бактерий и плесневых грибов на высоте 33 км, где давление значительно ниже. Бактерии живут в радиоактивных урановых рудах, в сероводородной среде, даже в таком ядовитом веществе, как концен-

трированный раствор хлористой сулемы. Бактерии обнаружены и на глубине 4 км – в нефтеносных слоях, и в горячих источниках, богатых борной кислотой. Живые организмы существуют и при гигантских давлениях – на глубине более 10 км, и в холоде вечных льдов Арктики и Антарктики. И в знойной, казалось бы, совсем безжизненной Сахаре, где влажность достигает 0,5 %, существует 98 видов бактерий, 28 видов грибов и 84 вида водорослей. Дрожжи и несколько видов бактерий способны существовать даже в бескислородной среде. Личинки комара хирономуса живут и развиваются в воде, содержащей в тысячу раз меньше кислорода, чем обычный воздух. В воде некоторых водоемов бывает в 2 тысячи раз меньше кислорода, чем в воздухе, но и там есть жизнь.

Все живые существа обладают колоссальным биотическим потенциалом, иначе говоря, способны размножаться с такой скоростью, что, если бы их размножению ничто не препятствовало, они наводнили бы собой всю биосферу. Что же противодействует такому перенаселению? Почему, несмотря на удивительную приспособленность к неблагоприятным условиям, живые организмы все-таки гибнут? Голод, несчастные случаи, стихийные бедствия, болезни, уничтожение одних видов другими – все вместе взятые причины такого рода называют сопротивлением среды. Каждый вид должен был выработать такие качества, которые позволяли бы ему преодолевать сопротивление среды. На протяжении миллионов или даже миллиардов лет возникала *адаптация* – приспособленность к окружающим условиям. Каждая из адаптаций появилась в результате того, что среда постоянно отсеивает неблагоприятные наследственные изменения, появляющиеся у всех без исключения видов растений и животных. Действие естественного отбора не прекращается ни на минуту: выживают только наиболее приспособленные.

Экологи изучают различные типы приспособляемости, и уже выявлены некоторые закономерности. Известны три основных типа адаптации: структурные (изменения окраски, строения тела, отдельных органов и т.п.), физиологические и поведенческие.

Структурным является приспособление, возникшее за короткий срок (несколько десятилетий). Например, у бабочки березовой пяденицы в Англии. До 1850 г. в стране были известны только светлые – под цвет лишайников, покрывающих стволы деревьев. После того как лишайники прокоптились фабричным дымом, светлая пяденица стала вытесняться темной, менее заметной для ее врагов.

Физиологические адаптации внешне незаметны, но они обеспечивают такую же приспособляемость, что и структурные. Например, строение черепа двуногой мыши (дипадемус). В черепе дипадемуса находятся две большие слуховые камеры, превосходящие по своим размерам полость, заполненную мозгом. Звуковые колебания усиливаются в камерах-резонаторах, и зверек может различать звуки частотой всего в 2 Гц. Идеальный слух и быстрые ноги позволяют дипадемусу успешно избегать нападений ночных птиц и змей.

Третий тип адаптации – *поведенческие*. Мотылек с полосатыми крыльями весь день сидит неподвижно на полосатых листьях лилии. Полосатые крылья – структурная адаптация, а выбор наиболее безопасного положения на листьях – это уже адаптация поведенческая: мотылек всегда садится так, чтобы полосы на его крыльях были параллельны полоскам на листе, тогда он почти незаметен.

Группу организмов, относящуюся к одному или близким видам и занимающую определенную область, называют *популяцией*. Популяции входят в состав *биоценозов* – совокупностей растительных и животных организмов, населяющих участок среды обитания.

Одна из важнейших задач экологии – выяснить, каково их влияние друг на друга и каким образом человек может регулировать их взаимоотношения в собственных интересах. Оказалось, что все разнообразие живых существ в сообществах, их адаптации и сложное поведение в конечном счете сводятся к получению каждым организмом своей доли энергии из пищи, поток которой направлен от одного члена сообщества к другому. Каналы, по которым через сообщества постоянно протекает энергия, называются *цепями питания*.

Сложнейшая цепь взаимных зависимостей образует устойчивую систему, в которой происходит круговорот веществ между живыми и неживыми ее частями. Озеро, лесной массив, поле, даже аквариум с рыбами, зелеными водорослями и моллюсками – все это *экологические системы*. Классический пример экосистемы – озеро или пруд. Живые его элементы (к неживым относят воду с растворенными в ней кислородом, углекислотой, неорганическими солями и т.п.) могут быть разделены на группы в зависимости от их участия в поддержании экосистемы в качестве устойчивого целого.

Первая группа – автотрофы, растения, создающие органические соединения из простых неорганических веществ. Энергию для этого синтеза они получают от солнца. *Вторая группа* – организмы-потребители, или консументы: насекомые, ракообразные, рыбы и т.д. Среди них – так называемые первичные потребители (гетеротрофы),

которые питаются растениями, и вторичные – плотоядные, питающиеся первичными потребителями. Наконец, *третья группа* организмов – бактерии и грибы, разлагающие органические соединения, останки умерших организмов до простых неорганических веществ, используемых потом зелеными растениями (сапрофиты). Так в каждой экосистеме совершается круговорот веществ.

В природе взаимоотношения различных видов животных, растений крайне многообразны. Бывает, что одни виды помогают другим (например, на панцирях многих крабов обитают кораллы или актинии, помогающие крабам маскироваться). Другой пример: простейшие жгутиковые, живущие в кишечнике термитов, выделяют фермент, без которого термиты не могли бы нормально переваривать древесину и расщеплять ее до сахаров (симбиоз). Но далеко не все отношения между различными видами можно назвать добрососедскими. Они приобретают диаметрально противоположный характер, когда, например, плесневые грибы подавляют рост бактерий хищник уничтожает жертву, а паразит губит хозяина.

Раньше к животным или растениям применяли термин «вредный» или «полезный»: сорняк на поле, где растет пшеница – «вредный»; кошка, уничтожающая мышей – «полезная» и т.п. Для нормального существования сообществ нужны различные их звенья, независимо от того, вредны они или полезны для человека. Так, на северном склоне Большого Каньона в Колорадо (США) уничтожили волков, чтобы увеличить количество оленей. Однако олени беспрепятственно размножались, и скоро их стадо возросло до 100 тыс. голов. Пищи для такого количества животных оказалось недостаточно, и олени стали гибнуть от голода. В конце концов их поголовье уменьшилось в 10 раз по сравнению с первоначальным. При выяснении причин гибели животных оказалось, что, когда в этом районе существовали волки, среди оленей поддерживалось устойчивое равновесие, при котором их число соответствовало запасам пищи.

Изменения, происходящие с сообществом на любой стадии его развития, затрагивают большинство входящих в него организмов. Появление новых растений или животных сопровождается изменениями внешней среды, которые, как правило, благоприятны для новых видов и неблагоприятны для старожилов. Постепенно перестройка в биоценозе замедляется, и он достигает равновесия. Но достигнутое равновесие тоже временно. Даже коралловый риф – один из наиболее стабильных биоценозов – и тот подвержен значительным изменениям. При каждом продолжительном поднятии или понижении

уровня моря, при каждом медленном перемещении земной коры сам коралл, являющийся основанием гигантского биоценоза рифа, может полностью погибнуть. Изменчивость, а не неизменность – вот ключ к пониманию мира живых существ. Даже самый простой пруд настолько сложен как экосистема, что для понимания всех происходящих в нем процессов необходимо участие ботаников, ихтиологов, гидрологов, гидрофизиков, энтомологов и т.д. Чтобы взглянуть на изучаемый пруд как на единое целое (а это иногда бывает необходимо из чисто практических интересов, не говоря уже о теоретических), приходится обобщать исследования представителей разных наук.

В последнее время все чаще возникают на стыке наук новые – биофизика, биохимия, бионика и т.д. Одним из таких стыков естественных наук является *биолого-математическое моделирование*. Окружающий нас мир поддается количественному описанию. Перефразируя известное изречение И.М. Сеченова, можно сказать, что все – от блеска дальних звезд, шума океанского прибоя и полета пчелы до первого крика ребенка, вдохновенного танца балерины и творческой мечты ученого – можно описать количественно. Конечно, от этого «можно» до реального «описано» путь долгий и трудный. Особенно сложны для математического описания живые организмы и их системы, ибо они ни на одну секунду не остаются в покое, а все время меняют свое состояние. Однако благодаря использованию ЭВМ сегодня стало возможно и их моделирование.

Человек, являясь частью природы, не может долго пренебрегать биологическими законами, рано или поздно человечество должно решить проблему охраны природы на научной основе. Люди могут вырубить лес или перекрыть реку, но они не в состоянии отменить законы, управляющие жизнью на Земле, поддерживающие в равновесии многочисленные формы жизни. Поэтому сегодня перед людьми всего мира стоит задача не только расширять свое знание законов природы и ее эксплуатацию, но и сохранить уникальный растительный и животный мир Земли для будущих поколений.

11.8. Человек – феномен природы

Физиологические особенности человека

С биологической точки зрения появление человека разумного – вполне ординарное событие. Но человек – носитель разума, мысли, особый феномен природы. На протяжении 1–2 млрд лет в биосфере

шел направленный процесс развития. В ходе такого процесса сформировался мозг, материальная основа разума. Элементы разумного поведения проявляют высшие животные и некоторые птицы. Чем же мозг человека отличается, например, от мозга своих ближайших родственников – приматов? Каким это ни покажется странным, но сравнительно недавно специалисты не могли обнаружить принципиальных различий в строении мозга человека и шимпанзе. Выделить такие отличия удалось только на новом уровне понимания строения и функционирования мозга, достигнутом в последние 30–40 лет.

Простейшей структурной единицей мозга служит нервная клетка (нейрон). Структурный ансамбль таких клеток обычно управляет (или анализирует) одним процессом или одной функцией организма. Эволюция мозга, его усложнение идет не только и не столько за счет количественного роста нервных клеток (хотя такой рост имеет место), сколько за счет растущей организованности, упорядоченности как отдельных нервных центров, так и систем, объединяющих отдельные функции в сложные поведенческие реакции. Структурные единицы развиваются в форме вертикальных колонок, включающих как клетки древних отделов мозга, расположенных в нижних пластах, так и клетки более молодых образований, располагающихся над этими пластами. Количественное увеличение происходит путем перестройки старых отделов и использования освобождающихся нервных клеток, а качественные изменения инициируются усложнением связей, увеличением их числа и шириной охвата связями клеток всего структурного ансамбля.

Нервные центры мозга человека и приматов, ведающие такими функциями, как зрение, слух, двигательные реакции рук и тела, практически не различаются между собой. Существенные отличия выявлены в размерах и связях структур, ведающих у человека речью и двигательными реакциями рук, особенно кистей, чем определяется способность человека к трудовой деятельности. У человека выделяются лобные доли, которые согласно сложившимся представлениям осуществляют интеграцию различных функций мозга в целенаправленные поведенческие реакции, а также участвуют в ассоциативных и обобщающих мыслительных процессах. У человека рекордная для животного мира относительная площадь лобных долей мозга, достигающая 25 %. Строение нервных центров, их связи в мозгу программируются генетическим аппаратом. Развитость речевых и двигательных-трудовых структурных центров мозга человека наследуется деть-

ми от родителей. Но наследуется не речь и не трудовые навыки как таковые, а лишь потенциальная возможность их последующего приобретения. Генетические возможности реализуются только при условии, что с раннего детства конкретный ребенок воспитывается и обучается в сообществе людей, в постоянном общении с ними. Сказка Киплинга о маленьком Маугли, воспитанном волками, а затем, уже зрелым юношей, вновь вернувшимся в «человеческую стаю», – только красивая сказка. Редкие реальные случаи подобного рода показывают, что человеческое дитя, силой обстоятельств вырванное из людского сообщества и выжившее в джунглях, вернувшись через много лет к людям, уже никогда в полной мере не сможет овладеть речью, приобрести достаточно сложные трудовые навыки, необходимые для сознательной деятельности. Генетический потенциал ограничен во времени жесткими возрастными рамками. Если сроки пропущены, то потенциал гаснет, а человек остается на уровне того же примата.

Социологические аспекты

Человек как субъект отношений и сознательной деятельности представляет собой личность. Личность – неотъемлемая составляющая общества. Проблемы взаимоотношений личности и общества, а также закономерности массового поведения людей изучает социология. Попытки объяснения особенностей общественной жизни возникли еще в античные времена (Платон, Аристотель и др.). Аристотель, например, считал, что человек рождается политическим существом и несет в себе инстинктивное стремление к совместной жизни. Мыслители XVII–XVIII вв. рассматривали историю общества как продолжение истории природы и стремились вскрыть естественные законы общественной жизни. Жизнь общества уподоблялась жизни природы. Если исходным звеном в цепи природных процессов являются атомы, то подобным атомом в общественной жизни представляется человек. Как ни резко различаются между собой люди, их объединяет общая цель – стремление к самосохранению. Такая цель рождает страсти, составляющие своего рода пружину поступков людей. Они управляют поведением людей с такой же математической точностью, как физические силы определяют движение природных тел. Действия людей строго закономерны. Свобода в поведении человека, по образному выражению Спинозы, равносильна свободе камня, приведенного в движение по «законам механики» и «воображающего», что он движется по собственному желанию.

Широко известно высказывание французского философа Гольбаха (1723–1789): «Излишек едкости в желчи фанатика, разгоряченность крови в сердце завоевателя, дурное пищеварение у какого-нибудь монарха, прихоть какой-нибудь женщины являются достаточными причинами, чтобы заставить предпринимать войны, чтобы посылать миллионы людей на бойню, чтобы разрушать крепости, превращать в прах города, чтобы погружать народы в нищету и траур, чтобы вызывать голод и заразные болезни и распространять отчаяние и бедствие на длинный ряд веков» [Цит. по: Длугач, 2011]. Значительный вклад в развитие социологических идей внес выдающийся немецкий философ Георг Гегель (1770–1831), создавший теорию диалектики. Он считал, что люди творят историю не по собственному произволу, а по необходимости. В истории господствуют закономерность и порядок. Гегель подчеркивал, что развитие общества носит поступательный характер. Открытый Гегелем *закон отрицания отрицания* позволил разделить проблему противоречия между поступательным движением и повторением, возвратом к старому, а глубокое понимание *диалектики количественных и качественных изменений* давало возможность понять, как новое в истории возникает из старого и как оно в свою очередь стареет и сменяется новым.

Рекомендуемая литература

1. Генетика: учеб. пособие для вузов / А.А. Жученко [и др.]; под ред. А.А. Жученко. – М.: КолосС, 2006. – 480 с.
2. Захарова-Соловьева, А.В. Концепции современного естествознания. Человек как предмет естествознания / А.В. Захарова-Соловьева. – Оренбург: Изд-во ОГУ, 2010. – 54 с.
3. Мамонтов, С.Г. Биология: учебник для высш. учеб. заведений / С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров, Т.А. Козлов; под ред. С.Г. Мамонтова. – М.: Академия 2006. – 576 с.
4. Матурана, У. Древо познания. Биологические корни человеческого понимания / У. Матурана, Ф. Варела. – М., 2001. – 224 с.
5. Пределы роста / Д.Х. Медоуз [и др.]. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 206 с.
6. Опарин, А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие / А.И. Опарин. – М.: Наука, 1986. – 173 с.
7. Физиология человека: учебник / под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2007. – 656 с.

8. Хомутов, А.Е. Антропология / А.Е. Хомутов. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 383 с.

9. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. и справ. пособие / В.Ф. Протасов. – 3-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 671 с.

12. БИОСФЕРА И НООСФЕРА

12.1. Характеристика и состав биосферы

В буквальном переводе термин «биосфера» обозначает сферу жизни. В таком смысле термин впервые был введен в науку в 1875 г. австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом (1831–1914). Однако задолго до этого под другими названиями, в частности «пространство жизни», «картина природы», «живая оболочка Земли» и т.п., его содержание рассматривалось многими другими естествоиспытателями. Первоначально под всеми этими терминами подразумевалась только совокупность живых организмов, обитающих на нашей планете, хотя иногда и указывалась их связь с географическими, геологическими и космическими процессами, но при этом скорее обращалось внимание на зависимость живой природы от сил и веществ неорганической природы. Даже автор самого термина «биосфера» Э. Зюсс в своей книге «Лик Земли», опубликованной спустя почти тридцать лет после введения термина (1909 г.), не замечал обратного воздействия биосферы и определял ее как «совокупность организмов, ограниченную в пространстве и во времени и обитающую на поверхности Земли». Первым из биологов, который ясно указал на огромную роль живых организмов в образовании земной коры, был Ж.Б. Ламарк (1744–1829). Он подчеркивал, что все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов.

Факты о биосфере накапливались постепенно в связи с развитием ботаники, почвоведения, географии растений и других преимущественно биологических наук, а также геологических дисциплин. Те элементы знания, которые стали необходимыми для понимания биосферы в целом, оказались связанными с возникновением экологии, науки, которая изучает взаимоотношения организмов и окружающей среды. Биосфера является определенной природной системой, а ее

существование в первую очередь выражается в круговороте энергии и веществ при участии живых организмов. Очень важным для понимания биосферы было установление немецким физиологом Пфедером (1845–1920) трех способов питания живых организмов:

– автотрофное – построение организма за счет использования веществ неорганической природы;

– гетеротрофное – строение организма за счет использования низкомолекулярных органических соединений;

– миксотрофное – смешанный тип построения организма (автотрофно-гетеротрофный).

Биосфера (в современном понимании) – своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Атмосфера – наиболее легкая оболочка Земли, которая граничит с космическим пространством; через атмосферу осуществляется обмен вещества и энергии с космосом. Атмосфера имеет несколько слоев: тропосфера – нижний слой, примыкающий к поверхности Земли (высота 9–17 км). В нем сосредоточено около 80 % газового состава атмосферы и весь водяной пар; и стратосфера;

Гидросфера – водная оболочка Земли. Вследствие высокой подвижности вода проникает повсеместно в различные природные образования. Концентрация того или иного элемента в воде еще ничего не говорит о том, насколько он важен для растительных и животных организмов, обитающих в ней. В этом отношении ведущая роль принадлежит N, P, Si, которые усваиваются живыми организмами.

Литосфера – внешняя твердая оболочка Земли, состоящая из осадочных и магматических пород. Земной корой принято считать верхний слой твердого тела планеты, расположенный выше сейсмической границы Мохоровича. Поверхностный слой литосферы, в котором осуществляется взаимодействие живой материи с минеральной (неорганической), представляет собой почву. Остатки организмов после разложения переходят в гумус (плодородную часть почвы).

Ведущую роль выполняет O_2 , на долю которого приходится половина массы земной коры и 92 % ее объема, однако он прочно связан с другими элементами в главных породообразующих минералах. Т.е. в количественном отношении земная кора – это «царство» O_2 , химически связанного в ходе геологического развития земной коры.

Постепенно идея о тесной взаимосвязи между живой и неживой природой, об обратном воздействии живых организмов и их систем на окружающие их физические, химические и геологические факторы все настойчивее проникала в сознание ученых. Этому способствовали и перемены, произошедшие в общем подходе естествоиспытателей к изучению природы. Они все больше убеждались в том, что обособленное исследование явлений и процессов природы с позиций отдельных научных дисциплин оказывается неадекватным. Поэтому на рубеже XIX–XX вв. в науку все шире проникают идеи холистического, или целостного, подхода к изучению природы, которые в наше время сформировались в системный метод ее изучения. Результаты незамедлительно сказались при исследовании общих проблем воздействия биотических факторов на абиотические. Так, оказалось, что состав морской воды во многом определяется активностью морских организмов. Растения, живущие на песчаной почве, значительно изменяют ее структуру. Живые организмы контролируют даже состав нашей атмосферы. Число подобных примеров легко увеличить, и все они свидетельствуют о наличии обратной связи между живой и неживой природой, в результате которой живое вещество в значительной мере меняет лик Земли. Таким образом, биосферу нельзя рассматривать в отрыве от неживой природы, от которой она, с одной стороны зависит, а с другой – сама воздействует на нее. Поэтому перед естествоиспытателями возникает задача – исследовать, каким образом и живое вещество влияет на физико-химические и геологические процессы, происходящие на Земле. Такую задачу и поставил перед собой Владимир Иванович Вернадский (1863–1945).

12.2. В.И. Вернадский о биосфере и «живом веществе»

Центральным в этой концепции является понятие о живом веществе, которое Вернадский определяет как совокупность живых организмов. Кроме растений и животных, он включает сюда и человечество, влияние которого на геохимические процессы отличается от воздействия остальных живых существ, во-первых, своей интенсивностью, увеличивающейся с ходом геологического времени; во-вторых, тем воздействием, какое деятельность людей оказывает на остальное живое вещество (создание многочисленных новых видов культурных растений и домашних животных). Поэтому Вернадский рассматривает геохимическую работу живого вещества в неразрыв-

ной связи животного, растительного царства и культурного человечества как работу единого целого.

По мнению В.И. Вернадского, в прошлом не придавали значения двум важным факторам, которые характеризуют живые тела и продукты их жизнедеятельности: открытию Пастера о преобладании оптически активных соединений, связанных с дисимметричностью пространственной структуры молекул как отличительной особенностью живых тел; также явно недооценивался вклад живых организмов в энергетику биосферы и их влияние на неживые тела. Ведь в состав биосферы входит не только живое вещество, но и разнообразные неживые тела, которые В.И. Вернадский называет косными (атмосфера, горные породы, минералы и т.д.), а также и биокосные тела, образованные из разнородных живых и косных тел (почвы, поверхностные воды и т. п.). Хотя живое вещество по объему и весу составляет незначительную часть биосферы, но оно играет основную роль в геологических процессах, связанных с изменением облика нашей планеты. Поскольку живое вещество является определяющим компонентом биосферы, постольку можно утверждать, что оно может существовать и развиваться только в рамках целостной системы биосферы. Не случайно Вернадский считает, что живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и энергетически с ней связаны, являются огромной геологической силой, ее определяющей¹.

Основой существования биосферы и происходящих в ней биогеохимических процессов является астрономическое положение нашей планеты и в первую очередь ее расстояние от Солнца, что в основном определяет климат на планете, а последний – жизненные циклы всех существующих на ней организмов. Солнце является основным источником энергии биосферы и регулятором всех геологических, химических и биологических процессов на нашей планете. Это образно выразил один из авторов закона сохранения и превращения энергии Юлиус Майер (1814–1878), отметивший, что жизнь есть создание солнечного луча. Решающее отличие живого вещества от косного заключается в следующем:

– изменения и процессы в живом веществе происходят значительно быстрее, чем в косных телах. Поэтому для характеристики изменений в живом веществе используется понятие исторического, а в

¹ Вернадский В.И. Начало и вечность жизни. – М.: Республика, 1989. – С. 156.

косных телах – геологического времени (секунда геологического времени соответствует примерно ста тысячам лет исторического);

– в ходе геологического времени возрастают мощь живого вещества и его воздействие на косное вещество биосферы. Это воздействие проявляется «в непрерывном биогенном токе атомов из живого вещества в косное вещество биосферы и обратно»;

– только в живом веществе происходят качественные изменения организмов в ходе геологического времени. Механизмы этих изменений нашли объяснение в теории происхождения видов путем естественного отбора Ч. Дарвина (1859 г.);

– живые организмы изменяются в зависимости от изменения окружающей среды, адаптируются к ней и, согласно теории Дарвина, именно постепенное накопление таких изменений служит источником эволюции.

Вернадский высказывает предположение, что живое вещество, возможно, имеет и свой процесс эволюции, проявляющийся в изменении с ходом геологического времени, вне зависимости от изменения среды². Для подтверждения своей мысли он ссылается на непрерывный рост центральной нервной системы животных и ее значение в биосфере, а также на особую организованность самой биосферы. Это явление можно описать как необратимость изменений, которые присущи любому процессу эволюции и развития. Непрерывный процесс эволюции, сопровождающийся появлением новых видов организмов, оказывает воздействие на всю биосферу в целом, в том числе и на природные биокосные тела, например, почвы, наземные и подземные воды и т. д. Это подтверждается тем, что почвы и реки девона совсем другие, чем третичной и тем более нашей эпохи. Таким образом, эволюция видов постепенно распространяется и переходит на всю биосферу. Учение Вернадского о биосфере представляет собой новый крупный шаг в понимании не только живой природы, но и ее неразрывной связи с исторической деятельностью человечества.

12.3. Биогенная миграция химических элементов и биогеохимические принципы

По Вернадскому, работа живого вещества в биосфере может проявляться в двух основных формах:

² Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Наука, 1989. – С. 185.

- химической (биохимической) – I род геологической деятельности;
- механической – II род такой деятельности.

Геологическая деятельность I рода – построение тела организмов и переваривание пищи, – конечно, является более значительной. Классическим стало функциональное определение жизни, данное Фридрихом Энгельсом: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь»³.

Сейчас появилась возможность вычислить скорость этого обмена. Так, по данным Л.Н. Тюрюканова, в пшенице, например, полная смена атомов происходит для фосфора за 15 суток, а для кальция – в 10 раз быстрее: за 1,5 суток! Собственно говоря, постоянный обмен веществ между живым организмом и внешней средой и обуславливает проявление большинства функций живого вещества в биосфере. По подсчетам биолога П.Б. Гофмана-Кадошникова, в течение жизни человека через его тело проходит 75 т воды, 17 т углеродов, 2,5 т белков, 1,3 т жиров. Между тем по геохимическому эффекту своей физиологической деятельности человек отнюдь не самый важный вид разнородного живого вещества биосферы. Геохимический эффект физиологической деятельности организмов обратно пропорционален их размерам, и наиболее значимой оказывается деятельность прокариотов – бактерий.

Большое значение имеет количество пропускаемого через организм вещества. В этом отношении максимальный геохимический эффект на суше имеют грунтоеды, а в океане – илоеды и фильтраторы. Еще Дарвин подсчитал, что слой экскрементов, выделяемых дождевыми червями на плодородных почвах Англии, составляет около 5 мм в год! Т.е. почвенный пласт мощностью в 1 м дождевые черви полностью пропускают через свой кишечник за 200 лет. В океане с дождевыми червями по «пропускной способности» могут конкурировать их близкие родственники, представители того же типа кольчатых червей – полихеты, а также ракообразные. Достаточно 40 экземпляров полихет на 1 м², чтобы поверхностный слой донных осадков мощностью в 20–30 см ежегодно проходил через их кишечник. Субстрат при этом

³ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. – М.: Изд-во политической литературы, 1961. – С. 616.

существенно обогащается кальцием, железом, магнием, калием и фосфором по сравнению с исходными илами.

Биогенная миграция атомов II рода – механическая – отчетливо проявляется в наземных экосистемах с хорошо развитым почвенным покровом, позволяющим животным создавать глубокие укрытия (гнездовые камеры термитов, например, расположены на глубине 2–4 м от поверхности). Благодаря выбросам землероев в верхние слои почвы попадают первичные не выветрившиеся минералы, которые, разлагаясь, вовлекаются в биологический круговорот. Известный геолог Г.Ф. Мирчинк (1889–1942) называл сурка-тарбагана «лучшим геологом Забайкалья» – его норы окружены «коллекциями» горных пород, добытых с глубины нескольких метров!

Понятия «нора» и «гнездо» обычно ассоциируются у нас с грызунами и птицами. Между тем биогенная миграция атомов II рода распространена не только в наземных, но и в морских экосистемах, и здесь ее роль, может быть, еще более значительна. И на дне моря организмы строят себе укрытия, причем не только в мягком, но и в скальном грунте. Олигохеты и полихеты углубляются в грунт на 40 см и более. Двустворчатые моллюски зарываются обычно неглубоко, но некоторые из них – солениды и миа – роют норы, которым позавидует и сурок: они достигают глубины нескольких метров.

В зоне прибоя и на перебиваемом волнами песке норы не вырешь и гнездо не совьешь. Приходится сверлить скальные породы. И сверлят. Сверлят водоросли и губки, бактерии и моллюски, полихеты, морские ежи, рачки. Сверлящая деятельность моллюсков фолад вызывает иногда катастрофические последствия. Когда в районе Сочи в результате непродуманного строительства берег обнажился от гальки, он начал отступать со скоростью до 4 м в год. Главным виновником разрушения были фолады, которые заселили каждый метр скального берега, сложенного глинистыми сланцами, и принялись дружно сверлить себе подводные норки. К счастью, был найден выход: берег стали укреплять поперечными стенками, а между ними засыпать гальку. В результате сверлильщики были уничтожены, движущаяся под ударами волн галька перемолола их. А в Западной Европе не менее опасную деятельность проводит случайно завезенный из Китая мохнаторукий краб – он проник во многие реки, и, строя свои норы, подрывает берега и разрушает плотины.

К биогенной миграции II рода можно отнести и перемещение самого живого вещества. Сюда относятся сезонные перелеты птиц,

перемещения животных в поисках корма, массовые миграции животных. Естественно, что все эти разнообразные формы движения живого вызывают и транспортировку небиогенного вещества. Для понимания той работы, которую совершает живое вещество в биосфере, очень важными являются три основных положения, которые Вернадский называл «биогеохимическими принципами». В его формулировке⁴ они звучат следующим образом:

– I принцип: «Биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению».

– II принцип: «Эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов биосферы» (или в другой формулировке: «При эволюции видов выживают те организмы, которые своею жизнью увеличивают биогенную геохимическую энергию»).

– III принцип: «В течение всего геологического времени, с криптозооя, заселение планеты должно было быть максимально возможным для всего живого вещества, которое тогда существовало».

Для Вернадского I биогеохимический принцип был тесно связан со способностью живого вещества неограниченно размножаться в оптимальных условиях. «Вихрь атомов», который представляет собой жизнь, по определению Жоржа Кювье, стремится к безграничной экспансии. Следствием этого и является максимальное проявление биогенной миграции атомов в биосфере.

II биогеохимический принцип, по существу, затрагивает кардинальную проблему современной биологической теории – вопрос о направленности эволюции организмов. По мысли Вернадского, преимущества в ходе эволюции получают те организмы, которые приобрели способность усваивать новые формы энергии или «научились» полнее использовать химическую энергию, запасенную в других организмах. В ходе биологической эволюции таким образом увеличивается «КПД» биосферы в целом. Чисто математически это показал В.В. Алексеев, который на основе расчетов пришел к следующим выводам: «Эволюция должна идти в направлении увеличения скорости обмена веществом в системе». И далее: «Становится понятным, по-

⁴ Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М., 1965. С. 283, 286; Биогеохимические очерки. – М.; Л., 1940. – С. 185.

чему образовались ферменты, роль которых заключается в резком увеличении скоростей реакций, идущих при обычных условиях исключительно медленно».

II биохимический принцип Вернадского получает подтверждения на самом разнообразном эмпирическом материале. Так, в 1956 г. почвовед В.Л. Ковда изложил результаты химического исследования более 1300 образцов золы современных высших растений. На этом обширнейшем фактическом материале автор пришел к выводу, что зольность растений возрастает от представителей древних таксонов к более молодым. Эта закономерность – одно из частных проявлений II биогеохимического принципа. Вообще же его проявления в биосфере очень многообразны и довольно неожиданны. Возьмем другой пример из области ботаники.

Магаданский ботаник А.П. Хохряков недавно установил своеобразную направленность эволюции высших растений – интенсификацию смен органов в ходе индивидуального развития организма. «Так, по мнению Хохрякова, у древних древовидных плаунов – лепидодендронов – смене была подвержена только часть листьев. У более продвинутых в эволюционном отношении растений – папоротникообразных – опадают также только листья, но у них в единицу времени по отношению к массе всего тела сменяется большая часть, чем у лепидодендронов. У наиболее примитивных голосеменных – саговников – сменам также подвержены только листья, да и то за исключением оснований. У хвойных периодически сменяются ветви и кора. Наконец, на примере цветковых мы наиболее четко видим переход от многолетних форм (деревья и кустарники) к однолетним (травы). Этот же переход наблюдается и у других таксонов высших растений: среди древних хвощей и плаунов господствовали древовидные формы, а современные нам овощи и плауны – травы; среди папоротников в геологическом прошлом было много древовидных, а сейчас древовидные папоротники вымирают. Такая интенсификация смен естественно приводит к усилению биогенной миграции атомов в биосфере. И здесь «работает» II принцип.

III биогеохимический принцип также связан со «всюдностью» или «давлением» жизни. Этот фактор обеспечивает безостановочный захват живым веществом любой территории, где возможно нормальное функционирование живых организмов.

12.4. Биосфера и человек. Ноосфера

Вернадский, анализируя геологическую историю Земли, утверждает, что наблюдается переход биосферы в новое состояние – в ноосферу под действием новой геологической силы, научной мысли человечества. Однако в трудах Вернадского нет законченного и непротиворечивого толкования сущности материальной ноосферы как преобразованной биосферы. В одних случаях он писал о ноосфере в будущем времени (она еще не наступила), в других в настоящем (мы входим в нее), а иногда связывал формирование ноосферы с появлением человека разумного или с возникновением промышленного производства. Итак, что же такое ноосфера – утопия или реальная стратегия выживания? В трудах Вернадского указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы:

- 1) заселение человеком всей планеты;
- 2) резкое преобразование средств связи и обмена между странами;
- 3) усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли;
- 4) начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере;
- 5) расширение границ биосферы и выход в космос;
- 6) открытие новых источников энергии;
- 7) равенство людей всех рас и религий;
- 8) увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики;
- 9) свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли;
- 10) продуманная система народного образования и подъем благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни;
- 11) разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения;
- 12) исключение войн из жизни общества.

Насколько выполняются эти условия в современном мире?

1. Заселение человеком всей планеты. Это условие выполнено. На Земле не осталось мест, где не ступала бы нога человека.

2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами. Это условие также можно считать выполненным. С помощью радио и телевидения мы моментально узнаем о событиях в любой точке земного шара. Средства коммуникации постоянно совершенствуются, ускоряются. И здесь нельзя не вспомнить пророческие слова Вернадского: «Этот процесс – полного заселения биосферы человеком – обусловлен ходом истории научной мысли, неразрывно связан со скоростью сношений, с успехами техники передвижения, с возможностью мгновенной передачи мысли, ее одновременного обсуждения на всей планете»⁵. До недавнего времени средства телекоммуникации ограничивались телеграфом, телефоном, радио и телевидением, о которых писал еще Вернадский. В последние годы развитие глобальной телекоммуникационной компьютерной сети Интернет дало начало настоящей революции в человеческой цивилизации, которая входит сейчас в эру информации. Рост и развитие сети Интернет, совершенствование вычислительной и коммуникационной техники идет сейчас подобно тому, как идет размножение и эволюция живых организмов. На это в свое время обратил внимание Вернадский: «Со скоростью, сравнимой скоростью размножения, выражаемой геометрической прогрессией в ходе времени, создается этим путем в биосфере все растущее множество новых для нее косных природных тел и новых больших природных явлений»⁶. «...Ход научной мысли, например, в создании машин, как давно замечено, совершенно аналогичен ходу размножения организмов»⁷. Если раньше людей разделяли границы и огромные расстояния, то теперь, возможно, только языковой барьер. «Всякий научный факт, всякое научное наблюдение, – писал Вернадский, – где бы и кем бы они ни были сделаны, поступают в единый научный аппарат, в нем классифицируются и приводятся к единой форме, сразу становятся общим достоянием для критики, размышлений и научной работы»⁸. Но если раньше для того, чтобы вышла в свет научная работа, чтобы научная мысль стала известной миру, требовались годы, то сейчас любой ученый, имеющий доступ к сети Интернет, может представить свой труд, например, в виде так называемой странички WWW (World-Wide Web – «Всемирная паутина»)

⁵ Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. – М., 1989. – С. 136.

⁶ Там же. С. 132.

⁷ Там же. С. 134.

⁸ Там же. С. 143.

на обозрение всем пользователям сети, причем не только текст статьи и рисунки (как на бумаге), но и подвижные иллюстрации, а иногда и звуковое сопровождение. Сейчас сеть Интернет – это мировое сообщество около 30 тысяч компьютерных сетей, взаимодействующих между собой. Население Интернет уже составляет почти 30 миллионов пользователей и около 10 миллионов компьютеров, причем количество узлов каждые полтора года удваивается. Вернадский писал: «Скоро можно будет сделать видными для всех события, происходящие за тысячи километров»⁹. Можно считать, что и это предсказание Вернадского сбылось.

3. Усиление связей, в том числе политических, между всеми странами Земли. Это условие можно считать если не выполненным, то выполняющимся. Возникшая после второй мировой войны Организация Объединенных наций (ООН) оказалась гораздо более устойчивой и действенной, чем Лига наций, существовавшая в Женеве с 1919 по 1946 г.

4. Начало преобладания геологической роли человека над другими геологическими процессами, протекающими в биосфере. Это условие также выполнено, хотя именно преобладание геологической роли человека в ряде случаев привело к тяжелым экологическим последствиям. Объем горных пород, извлекаемых из глубин Земли всеми шахтами и карьерами мира, сейчас почти в 2 раза превышает средний объем лав и пеплов, выносимых ежегодно всеми вулканами Земли.

5. Расширение границ биосферы и выход в космос. В работах последнего десятилетия жизни Вернадский не считал границы биосферы постоянными. Он подчеркивал расширение их в прошлом как итог выхода живого вещества на сушу, появления высокоствольной растительности, летающих насекомых, а позднее летающих ящеров и птиц. В процессе перехода в ноосферу границы биосферы должны расширяться, а человек должен выйти в космос. Эти предсказания сбылись.

6. Открытие новых источников энергии. Условие выполнено, но, к сожалению, с трагическими последствиями. Атомная энергия давно освоена и в мирных, и в военных целях. Вопрос об использовании атомной энергии глубоко волновал Вернадского еще более полувека назад. В предисловии к книге «Очерки и речи» он пророчески

⁹ Там же. С. 140.

писал: «Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет... Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение? Дорос ли он до умения использовать ту силу, которую неизбежно должна ему дать наука?»¹⁰.

7. Равенство людей всех рас и религий. Это условие если не достигнуто, то, во всяком случае, достигается. Установление равенства людей различных рас и вероисповеданий подтверждается распадом колониальных империй.

8. Увеличение роли народных масс в решении вопросов внешней и внутренней политики. Это условие соблюдается во всех странах с парламентской формой правления.

9. Свобода научной мысли и научного искания от давления религиозных, философских и политических построений и создание в государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли. Трудно говорить о выполнении этого условия в стране, где еще совсем недавно наука находилась под колоссальным гнетом определенных философских и политических построений. Сейчас наука от таких давлений свободна, однако из-за тяжелого экономического положения в российской науке многие ученые вынуждены зарабатывать себе на жизнь не научным трудом, другие уезжают за границу. В развитых и даже развивающихся странах государственный и общественный строй создают режим максимального благоприятствования для свободной научной мысли.

10. Продуманная система народного образования и подъем благосостояния трудящихся. Создание реальной возможности не допустить недоедания и голода, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни. О выполнении этого условия трудно судить объективно, находясь в большой стране, стоящей на пороге голода и нищеты.

11. Разумное преобразование первичной природы Земли с целью сделать ее способной удовлетворить все материальные, эстетические и духовные потребности численно возрастающего населения. Это условие, особенно в нашей стране, не выполнено, однако шаги в направлении разумного преобразования природы во второй половине XX века осуществляются. Происходит интеграция наук на базе экологических идей. В период перестройки активизировалось движение

¹⁰ Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление. – М., 1989. – С. 331.

зеленых. Однако в современный период политическое руководство переориентировалось в основном на решение экономических проблем, проблемы экологии отошли на задний план. В мировом масштабе для разрешения экологической проблемы в условиях роста населения планеты требуется способность решения глобальных проблем, что в условиях суверенитета различных государств кажется сомнительным.

12. Исключение войн из жизни общества. Это условие Вернадский считал чрезвычайно важным для создания и существования ноосферы. Но оно не выполнено и пока неясно, может ли быть выполнено. Мировое сообщество стремится не допустить мировой войны, хотя локальные войны еще уносят многие жизни.

Таким образом, мы видим, что налицо конкретные признаки, и многие условия, на которые указывал В.И. Вернадский для того, чтобы отличить ноосферу от существовавших ранее состояний биосферы. Процесс ее образования постепенный, и, вероятно, нельзя точно указать год или даже десятилетие, с которого переход биосферы в ноосферу можно будет считать завершенным. Сам Вернадский, замечая нежелательные, разрушительные последствия хозяйствования человека на Земле, считал их некоторыми издержками. Он верил в человеческий разум, гуманизм научной деятельности, торжество добра и красоты. Ноосферу следует принимать как символ веры, как идеал разумного человеческого вмешательства в биосферные процессы под влиянием научных достижений.

12.5. Роль человеческого фактора в развитии биосферы

Центральной темой учения о ноосфере является единство биосферы и человечества. Одной из ключевых идей, лежащих в основе теории Вернадского о ноосфере, является то, что человек не является самостоятельным живым существом, живущим отдельно по своим законам, он сосуществует внутри природы и является частью ее. Это единство обусловлено прежде всего функциональной неразрывностью окружающей среды и человека. Человечество само по себе есть природное явление и естественно, что влияние биосферы сказывается на нем. Но не только природа оказывает влияние на человека, существует и обратная связь. Причем она не поверхностная, отражающая физическое влияние человека на окружающую среду, она гораздо глубже. Это доказывает тот факт, что в последнее время заметно ак-

тивизировались планетарные геологические силы. Так, в последнее время резко меняется отношение человека к окружающей природе. Резко меняются почвы, воды и воздух. То есть эволюция видов сама превратилась в геологический процесс, так как в процессе эволюции появилась новая геологическая сила. Вернадский писал: «Эволюция видов переходит в эволюцию биосферы»¹¹.

Здесь естественно напрашивается вывод о том, что геологической силой является собственно вовсе не homo sapiens, а его разум, научная мысль человечества. В «Философских мыслях натуралиста» Вернадский писал: «В последние тысячелетия наблюдается интенсивный рост влияния одного видового живого вещества – цивилизованного человечества – на изменение биосферы. Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние – в ноосферу»¹².

Мы являемся наблюдателями и исполнителями глубокого изменения биосферы. Перестройка окружающей среды научной человеческой мыслью посредством организованного труда вряд ли является стихийным процессом. «Человек... составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение по крайней мере двух миллиардов лет»¹³. Из этого следует, что высказывания о самоистреблении человечества, о крушении цивилизации не имеют под собой веских оснований. Было бы странно, если бы научная мысль – порождение естественного геологического процесса – противоречила бы самому процессу.

Заселяя все уголки нашей планеты, опираясь на организованную научную мысль и ее порождение, технику, человек создал в биосфере новую биогенную силу, поддерживающую размножение и дальнейшее заселение различных частей биосферы. Причем вместе с расширением области жительства человечество начинает представлять собой все более сплоченную массу, так как развивающиеся средства связи–средства передачи мысли окутывают весь земной шар. Человек реально понял, что он житель планеты, и он может и должен мыслить и действовать в новом аспекте – не только в аспекте отдельной личности, семьи или рода, государств или их союзов, но и в планетном аспекте. Он, как и все живое, может мыслить и действовать в планет-

¹¹ Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. – М., 1988. – С. 27.

¹² Там же. С. 27.

¹³ Там же. С. 28.

ном аспекте только в области жизни – в биосфере, в определенной земной оболочке, с которой он неразрывно, закономерно связан и уйти из которой он не может. Его существование является ее функцией. Он несет ее с собой всюду. И он ее неизбежно, закономерно, непрерывно изменяет. Похоже, что впервые мы находимся в условиях единого геологического исторического процесса, охватившего одновременно всю планету. XX век характерен тем, что любые происходящие на планете события связываются в единое целое. «Увеличение вселенскости, спаянности всех человеческих обществ непрерывно растет и становится заметным в немногие годы чуть не ежегодно»¹⁴. Результат всех вышеперечисленных изменений в биосфере планеты дал повод французскому геологу Тейяр де Шардену заключить, что биосфера в настоящий момент быстро переходит в новое состояние – в ноосферу, то есть такое состояние в котором человеческий разум и направляемая им работа представляют собой новую мощную геологическую силу. Это, видимо, неслучайно совпало с тем моментом, когда человек заселил всю планету, все человечество экономически объединилось в единое целое и научная мысль всего человечества слилась воедино благодаря успехам в технике связи. Таким образом:

1) человек, как и все живые организмы, как всякое живое вещество, есть определенная функция биосферы;

2) человек во всех его проявлениях представляет собой часть биосферы;

3) ноосфера – это биосфера, переработанная научной мыслью, подготавливающейся всем прошлым планеты, а не кратковременное и переходящее геологическое явление.

Вернадский неоднократно отмечал, что цивилизация человечества – поскольку она является формой организации новой геологической силы, создавшейся в биосфере, – не может прерваться и уничтожиться, так как это есть большое природное явление геологически сложившейся организованности биосферы. Образую ноосферу, она всеми корнями связывается с этой земной оболочкой, чего раньше в истории человечества в сколько-нибудь сравнимой мере не было. Вернадский видел неизбежность ноосферы, подготавливаемой как эволюцией биосферы, так и историческим развитием человечества. С точки зрения ноосферного подхода по-иному видятся и современные

¹⁴ Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. – М., 1988. – С. 88.

болевые точки развития мировой цивилизации. Варварское отношение к биосфере, угроза мировой экологической катастрофы, производство средств массового уничтожения – все это должно иметь переходящее значение. Вопрос о коренном повороте к истокам жизни, к организованности биосферы в современных условиях должен звучать как набат, призыв к тому, чтобы мыслить и действовать, в биосферном – планетном аспекте.

Рекомендуемая литература

1. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1989. – 185 с.
2. Вернадский, В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. – М., 1989. – 136 с.
3. Вернадский, В.И. Начало и вечность жизни / В.И. Вернадский. – М., 1989. – 186 с.
4. Вернадский, В.И. Размышления натуралиста: пространство и время в живой и неживой природе / В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1975. – 265 с.
5. Вернадский, В.И. Философские мысли натуралиста / В.И. Вернадский. – М., 1988. – 88 с.
6. Войткевич, Г.В. Основы учения о биосфере / Г.В. Войткевич, В.А. Вронский. – Ростов н/Д: Феникс, 1996. – 480 с.
7. Демиденко, Э.С. Конец биосферы и биосферной жизни на Земле / Э.С. Демиденко // Вестник МГУ: Сер. 7 «Философия». – 2002. – № 6. – С. 29–43.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В значительной степени качество усвоения дисциплины определяется теми педагогическими технологиями, которые использует преподаватель в процессе обучения. При изучении дисциплины «Концепции современного естествознания» реализуются прогрессивные образовательные технологии (табл. 8).

Таблица 8

Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины «Концепции современного естествознания»

Название раздела дисциплины или отдельных тем	Вид занятия	Используемые образовательные технологии
Модуль 1. Фундаментальные концепции описания Природы	Лекции, практические занятия	Информационно-коммуникативные (компетентностный подход), частно-предметные технологии (обучение на основе решения задач, технология развивающего обучения)
Модуль 2. Концепции биологического уровня организации материи		
Модуль 3. Концепция самоорганизации. Синергетика		

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Астрономия

1. В масштабах Метагалактики решающая роль согласно современной науке принадлежит взаимодействию:

- а – гравитационному;
- б – электромагнитному;
- в – сильному;
- г – слабому.

2. Гелиоцентрическую систему мира создал:

- а – Т. Брагге;
- б – И. Кеплер;
- в – Н. Коперник;
- г – И. Ньютон.

3. Космические объекты, обладающие интенсивным радиоизлучением и чрезвычайно малыми условными размерами, – это:

- а – астероиды;
- б – квазары;
- в – кометы;
- г – пульсары.

4. Космология – это наука:

- а – о Вселенной как целом и ее структуре;
- б – полетах в космическом пространстве;
- в – происхождении жизни во Вселенной;
- г – устройстве Солнечной системы.

5. Модель расширяющейся Вселенной была разработана:

- а – Н. Бором;
- б – И. Кеплером;
- в – А. Фридманом;
- г – А. Эйнштейном.

6. Открытия, подтверждающие теорию Большого взрыва:

- а – неравномерное распределение химических соединений в природе;
- б – разбегание галактик, оцениваемое по смещению спектра в сторону красного диапазона;

в – соотношение вещества и излучения таково, что может идти речь только о взрывном характере возникновения Вселенной;

г – существование расширения Вселенной, открытое Хабблом, и наличие реликтового излучения.

7. Планета Земля имеет форму:

а – геоида;

б – шара;

в – эллипсоида;

г – нет правильного ответа.

8. Самая близкая к Солнцу планета:

а – Венера;

б – Марс;

в – Меркурий;

г – Юпитер.

9. Согласно современным представлениям планеты солнечной системы возникли из:

а – газовой-пылевой туманности;

б – комет;

в – астероидов;

г – метеоритов.

10. Согласно современным представлениям низкая внешняя, но очень высокая внутренняя температура характерна:

а – для «белого карлика»;

б – красного гиганта;

в – «черной дыры»;

г – нет правильного ответа.

Фундаментальные взаимодействия

1. Атом – это квантовомеханическая система, образованная в результате:

а – гравитационного притяжения электронов к ядру;

б – действия химической связи;

в – сильного ядерного взаимодействия;

г – электромагнитного взаимодействия электронов и ядра.

2. Атомы в молекулы соединяются посредством ... взаимодействия:

- а – гравитационного;
- б – сильного (ядерного);
- в – слабого;
- г – электромагнитного.

3. В масштабах Метагалактики решающая роль принадлежит взаимодействию:

- а – гравитационному;
- б – сильному;
- в – слабому;
- г – электромагнитному.

4. В ядрах атомов между нуклонами доминирует ... взаимодействие:

- а – гравитационное;
- б – сильное;
- в – слабое;
- г – электромагнитное.

5. К фундаментальным законам мироздания относятся:

- а – взаимосвязь возрастных особенностей детей с их познавательными возможностями;
- б – закон Авогадро;
- в – закон биологической продуктивности;
- г – закон Ома;
- д – закон сохранения энергии;
- е – верного ответа нет.

6. Любые взаимодействия передаются полем от точки к точке непрерывно и с конечной скоростью – это сущность принципа:

- а – близкодействия;
- б – дальнодействия;
- в – системности;
- г – среднедействия.

7. Мгновенное действие тел друг на друга на самых разных расстояниях без всяких посредствующих звеньев через пустоту называется принципом:

- а – близкодействия;
- б – дальнодействия;

- в – системности;
- г – среднедействия.

8. Основным материальным объектом в современной физике является:

- а – вещество;
- б – волна;
- в – квантовое поле;
- г – частица.

9. Установите соответствие между системой и типом взаимодействия, доминирующим в ней:

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Звездная система. | а – гравитационное; |
| 2. Метагалактика. | б – сильное; |
| 3. Молекула. | в – слабое; |
| 4. Ядро атома. | г – электромагнитное. |

10. Фермионы и бозоны – это:

- а – кванты;
- б – поля;
- в – элементарные частицы;
- г – нет правильного ответа.

Пространство, время, принципы относительности

1. В механической картине мира принято, что пространство и время:

- а – неразрывно связаны и относительны;
- б – существуют как единая структура и абсолютны;
- в – существуют независимо друг от друга и абсолютны;
- г – существуют независимо друг от друга и относительны.

2. В специальной теории относительности Эйнштейна утверждается, что масса тел и временные интервалы:

- а – изменяются в зависимости от скорости движения;
- б – неизменны во всех системах отсчета;
- в – масса изменяется в зависимости от скорости движения, а время течет одинаково во всех системах отсчета;
- г – не зависит от скорости движения, а темп времени изменяется.

3. Время и пространство инвариантны:

- а – в инерциальной системе отсчета;

- б – неинерциальной системе отсчета;
- в – системе отсчета, движущейся под действием гравитации;
- г – нет правильного ответа.

4. Всеобщими свойствами пространства и времени являются:

- а – асимметрия;
- б – единство прерывности и непрерывности;
- в – объективность;
- г – трехмерность.

5. Из общей теории относительности следует, что:

- а – в поле силы тяжести время замедляет ход;
- б – массы, создающие поле тяготения, искривляют пространство;
- в – пространственно-временные свойства окружающего мира не зависят от расположения и движения тяготеющих масс;
- г – пространство вблизи массивных тел описывается геометрией Евклида.

6. Из специальной теории относительности следует, что при приближении к скорости света линейный размер:

- а – и масса тела становятся бесконечно большими;
- б – и масса тела стремятся к нулю;
- в – тела стремятся к нулю, а масса становится бесконечно большой;
- г – становится бесконечно большим, а масса тела стремится к нулю.

7. Одним из основных утверждений в общей теории относительности является:

- а – скорость света изменяется при переходе от неподвижной системы отсчета к подвижной;
- б – скорость света постоянна в любой системе отсчета;
- в – электромагнитные колебания распространяются только в инерциальных системах отсчета;
- г – нет правильного ответа.

8. Принцип эквивалентности – это утверждение, что:

- а – движение без ускорения эквивалентно движению под воздействием гравитации;
- б – силы гравитации и инерции эквивалентны;
- в – электромагнитные и гравитационные силы эквивалентны;
- г – электромагнитные силы и силы инерции эквивалентны.

9. Следствием однородности времени является закон сохранения:

- а – заряда;
- б – импульса;
- в – массы;
- г – энергии.

10. Специфическими свойствами времени являются:

- а – асимметрия;
- б – длительность;
- в – одномерность;
- г – протяженность.

Фундаментальные идеи и принципы физики

1. В системе энергия внутренних связей является наиболее мощной в ... объектах:

- а – геологических;
- б – космических;
- в – макроскопических;
- г – микроскопических.

2. В физике Н. Бор сформулировал принципы:

- а – дополнительности;
- б – симметрии;
- в – соответствия;
- г – суперпозиции.

3. В XIX веке идею о замене корпускулярных представлений о материи на континуальные, непрерывные высказал:

- а – Н. Бор;
- б – Р. Декарт;
- в – И. Ньютон;
- г – М. Фарадей.

4. Второе начало термодинамики выполняется в системах:

- а – изолированных;
- б – замкнутых;
- в – открытых;
- г – нет правильного ответа.

5. Квант – это:

- а – вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции;
- б – квазизвездный источник энергии;
- в – неделимая порция какой-либо величины (например, энергии);
- г – элементарные частицы.

6. Квантовую механику разработал:

- а – Г. Гамов;
- б – Э. Резерфорд;
- в – Э. Шредингер;
- г – А. Эйнштейн.

7. Кварки – это:

- а – биологические катализаторы;
- б – неделимые порции энергии;
- в – оптические волокна;
- г – элементарные частицы с дробным зарядом.

8. Ключевым понятием в физической картине мира является понятие:

- а – вещества;
- б – кванта;
- в – материи;
- г – реальности;
- д – элемента.

9. Континуальные представления о материи характерны для картины мира:

- а – механической;
- б – релятивистской;
- в – современной;
- г – электромагнитной.

10. Мера неупорядоченности, или хаоса, в термодинамике называется:

- а – анизотропией;
- б – изометрией;
- в – негэнтропией;
- г – энтропией.

11. На тело действует только сила гравитации в случае, когда:

а – водитель отпустил тормозные колодки и трамвай останавливается;

б – девочка качается на качелях;

в – крышка объектива кинокамеры из кабины космического корабля падает на поверхность Луны;

г – наклоненная ветка дерева выпрямляется;

д – санки скатываются с горы.

12. Наука о движении тел под действием приложенных к нему сил, разработанная Галилеем, называется:

а – динамика;

б – механика;

в – статика;

г – термодинамика.

13. Не имеет массы покоя, но обладает энергией и другими свойствами:

а – вещество;

б – квант;

в – кварк;

г – поле.

14. Необходимым условием возникновения термоядерных реакций является:

а – высокая скорость движения;

б – высокая температура;

в – замедленная скорость движения;

г – наличие гравитации.

15. Основателем квантовой механики является:

а – П. Лаплас;

б – Д. Максвелл;

в – М. Планк;

г – Э. Резерфорд.

16. Полное описание механического движения в механике Галилея-Ньютона задается:

а – координатой и импульсом;

б – массой и координатой;

- в – энергией и импульсом;
- г – нет правильного ответа.

17. При взаимодействии элементарных частиц масса исходной частицы превращается:

- а – в массы новых частиц;
- б – переходит в электромагнитное излучение;
- в – частично приходит в массы новых частиц, а частично в их энергию;
- г – нет правильного ответа.

18. Принцип неопределенности гласит, что:

- а – в мире нет ничего постоянного, все неопределенно;
- б – невозможно одновременно с одинаковой точностью определить координату и импульс микрочастицы;
- в – невозможно одновременно с одинаковой точностью определить координату и момент времени прохождения микрочастицы сквозь узкую щель;
- г – невозможно точно построить траекторию движения микрочастицы.

19. Результатом действия силы на движущееся тело является:

- а – импульс;
- б – путь;
- в – скорость;
- г – ускорение.

20. Статистические законы в физике имеют характер:

- а – вероятностный;
- б – закономерный;
- в – необходимый;
- г – фатальный.

21. Термодинамика – это:

- а – раздел науки, согласно которому замкнутая система стремится занять состояния с наибольшей упорядоченностью и наименьшим хаосом;
- б – раздел науки, согласно которому замкнутая система стремится занять состояние с наименьшей упорядоченностью и наибольшим хаосом;
- в – теория, согласно которой любая незамкнутая система обладает способностью к самоорганизации;

г – теория тепла, в которой тепло самопроизвольно не может переходить от горячего к холодному телу.

22. Укажите положения, которые соответствуют квантовой механике:

а – все характеристики микрочастиц могут быть измерены одновременно строго и однозначно;

б – квантовая механика является статистической теорией;

в – квантовая механика является динамической теорией;

г – невозможно одновременно определить и координату, и импульс частицы с высокой точностью.

23. Утверждению идеи, что атом имеет сложную структуру, послужил(-о):

а – опыт Резерфорда;

б – открытие электрона Томпсоном, теория Большого взрыва;

в – открытие радиоактивности Беккерелем;

г – явление световой интерференции;

д – нет верного ответа.

24. Физика – это наука, изучающая:

а – закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение;

б – наиболее простые и вместе с тем наиболее общие формы движения материи и их взаимные превращения;

в – строение и свойства вещества исходя из молекулярно-кинетических представлений;

г – физические свойства и процессы, происходящие в геосферах.

25. Фотон – это:

а – дифференцированная структура, осуществляющая специфическую реакцию в ответ на стимулы, поступающие извне;

б – совокупность признаков организма;

в – элементарное звено цепочки полимеров;

г – элементарный квант света.

26. Фундаментальным законом статистической физики является принцип:

а – детерминизма;

б – дополненности;

в – корпускулярно-волнового дуализма;

г – микроскопического распределения.

27. Частицы и тела, которым присуща масса покоя, называются:

- а – веществом;
- б – квантом;
- в – кварком;
- г – полем.

28. Электромагнитная картина мира получила свою завершенность в работах:

- а – А. Ампера;
- б – Ш. Кулона;
- с – Д. Максвелла;
- г – А. Попова.

29. Энтропия – это мера:

- а – беспорядка в системе;
- б – работы, совершенной элементами системы;
- в – энергии закрытой системы;
- г – энергии открытой системы.

30. Явление инерции иллюстрирует следующий пример и утверждение:

- а – всадник перелетает через голову споткнувшегося коня;
- б – лодку без гребца уносит по течению;
- в – после выключения станка движение всех его частей прекращается;
- г – после выстрела из орудия снаряд, описав кривую, падает на землю.

Принцип возрастания энтропии

1. В процессе плавления вещества энтропия:

- а – возрастает;
- б – не изменяется;
- в – сначала остается постоянной, а затем уменьшается;
- г – уменьшается.

2. При испарении жидкости энтропия:

- а – возрастает;
- б – не изменяется;
- в – сначала остается постоянной, а затем уменьшается;
- г – уменьшается.

3. При конденсации паров вещества энтропия:

а – не изменяется;

б – сначала уменьшается, а затем увеличивается;

в – увеличивается;

г – уменьшается.

4. При кристаллизации вещества из раствора энтропия:

а – не изменяется;

б – сначала уменьшается, а затем увеличивается;

в – увеличивается;

г – уменьшается.

5. При нагревании физического тела энтропия:

а – возрастает;

б – не изменяется;

в – сначала остается постоянной, а затем уменьшается;

г – уменьшается.

6. При образовании смесей энтропия:

а – не изменяется;

б – сначала уменьшается, а затем увеличивается;

в – увеличивается;

г – уменьшается;

7. Энтропия:

а – определяет изменение внутренней энергии системы;

б – определяет тепловой эффект процесса;

в – является мерой беспорядка в системе;

г – является мерой направленности самопроизвольного процесса в изолированных системах.

*Панорама и тенденции развития
современного естествознания*

1. В теории самоорганизации существует понятие о точке бифуркации. В точке бифуркации:

а – неоднозначен выбор пути дальнейшего развития;

б – плавно осуществляется переход в новое устойчивое состояние;

в – система выбирает определенный путь развития, который требует минимальной энергии;

г – система достигает критического состояния, переход из которого осуществляется скачком.

2. Ведущими идеями современной естественно-научной картины мира являются системный подход и:

- а – комплементарность;
- б – самоорганизация;
- в – универсальный эволюционизм;
- г – фрагментарность.

3. Определение(-я), соответствующие понятию «самоорганизация» – это:

- а – переход к состоянию с более высоким значением энтропии;
- б – превращение хаоса в порядок;
- в – самопроизвольный переход от менее сложных к более сложным и упорядоченным формам организации материи;
- г – стремление к разрушению спонтанно возникшей упорядоченности.

4. Естествознание – это:

- а – наука о строении и развитии нашей планеты;
- б – наука о телах, их движении, превращениях;
- в – совокупность наук о природе, рассматриваемой как единое целое;
- г – нет правильного ответа.

5. К самоорганизующимися системами относятся (-ятся):

- а – замкнутый реактор, в котором происходит процесс;
- б – планета Земля;
- в – популяция;
- г – равновесная система.

6. Концепция – это:

- а – общий замысел;
- б – разрыв озонового слоя;
- в – результаты опытов;
- г – нет правильного ответа.

7. Объектами исследования синергетики могут быть системы, которые удовлетворяют следующим условиям:

- а – самоорганизующиеся системы должны быть неравновесными;
- б – системы должны быть изолированными;

в – системы должны быть открытыми;

г – системы являются равновесными.

8. Объектом изучения в теории суперобъединения выступают:

а – кванты;

б – поля;

в – струны;

г – частицы.

9. Парадигма – это:

а – доброкачественная опухоль;

б – исходная концептуальная схема, модель-постановка решения проблемы;

в – мантия Земли;

г – один из лунных кратеров.

10. Предметом исследования синергетики являются:

а – общие закономерности самоорганизации в природных и социальных системах;

б – равновесные системы;

в – разнообразные системы, состоящие из большого числа подсистем;

г – только изолированные системы.

11. Необходимыми условиями самоорганизации являются:

а – самоорганизующиеся системы должны быть неравновесными;

б – системы, в которых происходит самоорганизация, нелинейны;

в – системы должны быть линейными;

г – самоорганизующиеся системы должны быть изолированными.

12. Синергетика – это наука:

а – изучающая неравновесные системы;

б – изучающая системы, стремящиеся к состоянию равновесия;

в – изучающая строение Земли;

г – об управлении сложными системами с обратной связью.

13. Синтетическая теория эволюции разработана в рамках:

а – витализма;

б – дарвинизма;

в – ламаркизма;

г – неodarвинизма.

14. Теория самоорганизации систем была разработана:

- а – Ч. Дарвиным;
- б – И. Ньютоном;
- в – И. Пригожиным;
- г – А. Эйнштейном.

15. Цели синергетики:

- а – открытие универсального механизма самоорганизации как в живой, так и неживой природе;
- б – поиск общих движущих сил эволюции разнообразных объектов материального мира;
- в – получение систематического знания о предмете, явлении;
- г – формирование абсолютно точной и верной научной картины мира.

Структурные уровни организации материи

1. К элементарным частицам относятся:

- а – атом;
- б – молекула;
- в – протон;
- г – химический элемент.

2. Квезары – это:

- а – виртуальные частицы;
- б – излучение;
- в – точки, задающие направление процессам самоорганизации;
- г – ядра галактик со сверхплотным веществом.

3. Кварки – это:

- а – биологические катализаторы;
- б – неделимые порции энергии;
- в – оптические волны;
- г – элементарные частицы с дробным зарядом.

4. Наибольший пространственный масштаб изучаемой нами Вселенной определяется:

- а – диаметром нашей галактики;
- б – радиусом вселенной;
- в – размерами самых крупных галактик;
- г – расстоянием до наиболее удаленных наблюдаемых объектов.

5. Пульсар – это:

а – космический объект, за доли секунды меняющий свое излучение;

б – низшее энергетическое состояние поля, при котором число квантов равно нулю;

в – произведение массы на скорость;

г – свойство системы, остающееся неизменным в процессе ее развития.

6. Укажите правильную последовательность в иерархии уровней организации живого (от высшего к низшему):

а – биогеоценозы;

б – клетки;

в – организмы;

г – популяции.

7. Укажите правильную последовательность в структурной иерархии уровней живой материи (от высшего к низшему):

а – вид;

б – ген;

в – клетка;

г – популяция.

8. Установите соответствие между объектом и структурным уровнем материи, к которому он принадлежит:

1. Лептон.

2. Молекула ДНК.

3. Солнце.

4. Электрон.

а – макромир;

б – мегамир;

в – микромир.

9. Фотон – это:

а – дифференцированная структура, осуществляющая специфическую реакцию в ответ на стимулы, поступающие из нервной системы;

б – совокупность признаков организма;

в – элементарное звено цепочки полимеров;

г – элементарный квант света.

Химия

1. А. Лавуазье в XIX веке открыл закон:

- а – всемирного тяготения;
- б – сохранения массы;
- в – сохранения энергии;
- г – нет правильного ответа.

2. Большинство биохимических процессов живого организма протекает с участием:

- а – аминокислот;
- б – ингибиторов;
- в – катализаторов;
- г – молекул РНК.

3. В период средневековой науки химическое знание было представлено:

- а – алхимией;
- б – атомистическим учением Левкиппа-Демокрита;
- в – атомно-молекулярным учением;
- г – структурной теорией.

4. В химических реакциях не могут образовываться:

- а – тяжелые металлы;
- б – галогены;
- в – атомы новых элементов;
- г – химические соединения.

5. Вант Гофф открыл приближенную закономерность влияния на скорость реакции:

- а – катализатора;
- б – концентрации реагирующих веществ;
- в – природы веществ;
- г – температуры.

6. Зависимость скорости химической реакции от концентрации реагентов выражается:

- а – законом действующих масс;
- б – принципом Ле Шателье;
- в – уравнением Аррениуса;
- г – уравнением Вант Гоффа.

7. Значение порядкового номера химического элемента в Периодической системе Д.И. Менделеева:

- а – совпадает со значением заряда ядра атома того же элемента;
- б – не совпадает со значением заряда ядра атома того же элемента;
- в – зависит от количества нейтронов в ядре;
- г – зависит от количества электронов на орбите.

8. Индивидуальность химического элемента обусловлена:

- а – зарядом ядра атома;
- б – массовым числом;
- в – числом нейтронов в ядре атома;
- г – числом нуклонов в ядре атома.

9. Квантовомеханическая система, образованная в результате электромагнитного взаимодействия электронов и ядер нескольких атомов, представляет собой:

- а – атом;
- б – молекулу;
- в – элемент;
- г – ядро атома.

10. Кинетическим условием состояния равновесия является:

- а – полное прекращение процесса;
- б – поочередное протекание прямого и обратного процессов;
- в – равенство концентраций всех компонентов системы;
- г – равенство скоростей прямого и обратного процессов.

11. На состояние химического равновесия не оказывает влияния:

- а – катализатор;
- б – концентрация продукта;
- в – концентрация реагента;
- г – температура.

12. Понятию изотопы соответствует высказывание, что это:

- а – атомы, обладающие одинаковым числом нейтронов, но разным числом протонов;
- б – атомы, обладающие одинаковым числом протонов и нейтронов;
- в – разновидности атомов, обладающие одинаковым массовым числом, но разным зарядом ядра;
- г – разновидности атомов одного химического элемента, имеющие одинаковый заряд ядра, но разные массовые числа.

13. Направление смещения равновесия под влиянием внешних воздействий определяется:

- а – законом действующих масс;
- б – принципом Ле Шателье;
- в – уравнением Аррениуса;
- г – уравнением Вант Гоффа.

14. Наука о методах определения состава вещества называется:

- а – аналитической химией;
- б – структурной химией;
- в – химией процесса;
- г – эволюционной химией.

15. Органическая химия:

- а – изучает соединения углерода;
- б – изучает химические элементы и их соединения;
- в – исследует строение, состав и свойства только биологических полимеров;
- г – это наука о качественном и количественном составе веществ.

16. Основной практической задачей химии является:

- а – выделение чистых веществ из природных смесей;
- б – получение веществ с заданными свойствами;
- в – разделение природных смесей;
- г – теоретическое исследование свойств веществ.

17. Основоположником структурной химии является:

- а – А.М. Бутлеров;
- б – Дж. Дальтон;
- в – Ф.А. Кекуле;
- г – Д.И. Менделеев.

18. Периодическую систему элементов открыл:

- а – А. Бутлеров;
- б – А. Лавуазье;
- в – М. Ломоносов;
- г – Д. Менделеев.

19. Природа химической связи объясняется взаимодействием:

- а – гравитационным;
- б – сильным;
- в – слабым;
- г – электромагнитным.

20. Процессы, которые протекают в двух взаимно противоположных направлениях, называются:

- а – гетерогенными;
- б – необратимыми;
- в – обратимыми;
- г – физическими.

21. Реакции, которые протекают на границе раздела фаз, называются:

- а – гетерогенными;
- б – гомогенными;
- в – обратимыми;
- г – экзогенными.

22. Связь, осуществляемая за счет образования электронных пар, в одинаковой мере принадлежащих обоим атомам, называется:

- а – ионной;
- б – ковалентной;
- в – металлической;
- г – нет правильного ответа.

23. Скорость химических реакций, их механизм и условия протекания изучает:

- а – генетика;
- б – химическая кинетика;
- в – химическая термодинамика;
- г – термохимия.

24. Теоретическая основа классической химии XVIII–XIX вв. – это:

- а – атомно-молекулярное учение;
- б – квантовая механика;
- в – периодический закон Д.И. Менделеева;
- г – учение о закономерностях химических процессов.

25. Теоретической основой органической химии является:

- а – атомно-молекулярное учение;
- б – периодический закон Д.И. Менделеева;
- в – теория саморазвития элементарных открытых каталитических систем А.П. Руденко;
- г – теория химического строения А.М. Бутлерова.

26. Теоретической основой современной неклассической химии является:

- а – атомно-молекулярное учение;
- б – квантовая механика;
- в – периодический закон Д.И. Менделеева;
- г – учение о веществе и его строении.

27. Химические процессы, протекающие с выделением теплоты, называются:

- а – экзогенными;
- б – экзотермическими;
- в – эндогенными;
- г – эндотермическими.

28. Химические процессы, протекающие с поглощением теплоты, называются:

- а – экзогенными;
- б – экзотермическими;
- в – эндогенными;
- г – эндотермическими.

29. Химия – это наука:

- а – о количественном и качественном составе вещества;
- б – природных химических соединениях, их составе, свойствах, особенностях строения и условиях образования;
- в – распределении химических элементов в различных геосферах, закономерностях их поведения и превращений;
- г – химических элементах и соединениях, их свойствах, превращениях.

Биология

1. Аллельные гены – пара генов, определяющих:

- а – альтернативные варианты одного и того же признака;
- б – одинаковые признаки;
- в – однотипные признаки;
- г – тождественные признаки.

2. Белки – это:

- а – вещества, влияющие на химическую реакцию;
- б – генетический код организма;
- в – основа фотосинтеза;

г – отрезок молекулы ДНК;

д – полимеры, основной строительный материал живого.

3. Беременность женщины продолжается примерно ... суток:

а – 180;

б – 230;

в – 280;

г – 320.

4. Биология – это наука:

а – о биологической природе человека;

б – живой природе, о закономерностях органического мира;

в – клетке, ее строении, функциях, химическом составе, индивидуальном и историческом развитии;

г – отношениях растительных и животных организмов между собой и с окружающей средой.

5. В клетке углеводы выполняют ... функции:

а – информационную и ферментативную;

б – регуляторную и энергетическую;

в – ферментативную и структурную;

г – энергетическую и структурную.

6. В половых клетках человека содержится:

а – в два раза больше хромосом, чем в соматических;

б – в два раза меньше хромосом;

в – в зависимости от условий среды;

г – столько же хромосом.

7. Важнейшая функция речи – это:

а – выражение эмоции;

б – коммуникативное;

в – обобщение и абстрактное мышление;

г – обозначение конкретных предметов.

8. Ген – это:

а – вещество, вырабатываемое железами внутренней секреции;

б – единица наследственного материала, ответственного за формирование какого-либо элементарного признака;

в – отрезок молекулы ДНК;

г – совокупность всех признаков и свойств организма;

д – нет правильного ответа.

9. Генетика – это наука:

- а – о вирусах и бактериях;
- б – мутациях;
- в – наследственности;
- г – эволюции клеток.

10. Генетическая однородность особей одного вида сохраняется благодаря:

- а – доминантности;
- б – изменчивости;
- в – наследственности;
- г – рецессивности.

11. Гормоны – это:

- а – вещества, вырабатываемые железами внутренней секреции;
- б – неделимая порция какой-либо величины;
- в – элементарное звено цепочки полимеров;
- г – частицы, в которых происходит синтез белка.

12. Дальновзоркость корректируется:

- а – двояковогнутыми очками;
- б – двояковыпуклыми очками;
- в – лекарствами;
- г – хорошим освещением предмета.

13. Дезоксирибонуклеиновая кислота является основой:

- а – генетического кода;
- б – развития вида;
- в – развития индивида;
- г – ядерного синтеза.

14. Желтое тело – это:

- а – гормон;
- б – зародыш;
- в – временная железа внутренней секреции;
- г – орган.

15. Жизнь – это:

- а – все то, что питается и размножается;
- б – особая форма движения материи;
- в – особая форма существования белковых тел;
- г – форма существования систем, способных к самоорганизации, саморегуляции и самовоспроизведению.

16. Здоровый человек основную информацию из внешнего мира получает через органы:

- а – зрения;
- б – обаяния, вкуса;
- в – слуха и осязания;
- г – равновесия.

17. Значение мутационной изменчивости для эволюции в том, что она:

- а – возникает сразу у большого числа особей;
- б – возникает только у мужских особей;
- в – не передается по наследству;
- г – передается по наследству.

18. Из перечисленных отделов болевых рецепторов не имеет:

- а – головной мозг;
- б – кожа;
- в – легкие;
- г – сердце;
- д – слизистая оболочка желудка.

19. Клетка – это:

- а – мельчайшая система, составляющая основу бактерий и вирусов;
- б – мельчайшая система, обладающая всем комплексом свойств живого;
- в – мельчайшая система, составляющая основу растений;
- г – замкнутая сложная система, являющаяся первоосновой животных.

20. Микроскоп для изучения микроорганизмов впервые использовал:

- а – Р. Гук;
- б – Ж. Кювье;
- в – А. Левенгук;
- г – К. Линней.

21. Материальный носитель наследственности, единица наследственной информации, отвечающая за формирование какого-либо признака, – это:

- а – ген;
- б – генотип;
- в – генофонд;
- г – кариотип.

22. Митоз – это:

- а – генетический код организма;
- б – единство всего неживого;
- в – клеточное деление;
- г – самопроизводство ДНК;
- д – нет правильного ответа.

23. Молоко матери полезно, потому что:

- а – оно стерильно;
- б – содержит антитела;
- в – содержит все необходимые для питания ребенка вещества;
- г – по всем указанным причинам.

24. Мономером белков являются:

- а – азотистые основания;
- б – аминокислоты;
- в – нуклеиновые кислоты;
- г – нуклеотиды.

25. Наилучшим предупреждением бессонницы является:

- а – выполнение наиболее трудоемкой работы вечером;
- б – выполнение наиболее трудоемкой работы в первой половине дня;
- в – чтение интересной книги.

26. Нейроны – это:

- а – вещества, влияющие на химическую реакцию, оставаясь в итоге в неизменном количестве;
- б – генетический код организма;
- в – неделимые порции какой-либо величины;
- г – нервные клетки со всеми отходящими от нее отростками;
- д – полимеры, являющиеся основным строительным материалом живого.

27. Новорожденный ребенок:

- а – обладает только условными рефлексам;
- б – имеет только безусловные рефлексы;
- в – имеет и те, и другие рефлексы;
- г – еще не имеет рефлексов.

28. Овуляция – это:

- а – созревание яйцеклетки;
- б – выход яйцеклетки из фолликула;
- в – оплодотворение.

29. Организм, полученный в результате скрещивания родительских форм, отличающихся друг от друга по генотипу, называется:

- а – гетерозиготой;
- б – гибридом;
- в – зиготой;
- г – мутантом.

30. Острота зрения – это способность:

- а – видеть плохо освещенные предметы;
- б – видеть далеко расположенные объекты;
- в – определять относительное расположение предметов (расстояние между точками).

31. Подвижный, возбудимый, страстный человек – это:

- а – меланхолик;
- б – холерик;
- в – сангвиник;
- г – флегматик.

32. Подросток – это человек в возрасте:

- а – от 7 до 11 лет;
- б – от 12 до 15 лет;
- в – от 16 до 20 лет.

33. Половые гормоны вырабатываются:

- а – в щитовидной железе;
- б – гипофизе, семенниках и яичниках;
- в – поджелудочной железе;
- г – гипоталамусе.

34. К слепоте может привести помутнение одной из оболочек глаза, а именно:

- а – роговицы;
- б – белочной;
- в – сосудистой;
- г – радужной.

35. Пьянство родителей опасно для будущего ребенка, потому что алкоголь:

- а – вызывает генетические изменения в гаметях;
- б – разрушает клетки будущего плода;
- в – уменьшает возможность нормального исхода беременности;

- г – все ответы верны;
- д – нет правильного ответа.

36. Слишком сильные звуки вредны, так как они:

- а – ослабляют барабанную перепонку;
- б – снижают проводимость слухового нерва;
- в – деформируют слуховые косточки.

37. При развитии зиготы пол человека определяется:

- а – наличием или отсутствием X-половой хромосомы;
- б – наличием или отсутствием Y-половой хромосомы;
- в – соотношением числа X-хромосом и аутосом;
- г – соотношением числа X- и Y-половых хромосом.

38. Процесс, посредством которого происходит сборка полипептидной цепи, называется:

- а – редупликация;
- б – репарация;
- в – транскрипция;
- г – трансляция.

39. Речь и мышление развиваются в ... период:

- а – грудной;
- б – дошкольный;
- в – подростковый;
- г – ясельный.

40. С именем Г. Менделя связано развитие:

- а – генетики;
- б – кибернетики;
- в – математики;
- г – синергетики.

41. Свойство генетического кода, которое повышает надежность хранения и передачи наследственной информации, – это:

- а – вырожденность (избыточность);
- б – неперекрываемость;
- в – триплетность;
- г – универсальность.

42. Свойство организмов приобретать новые признаки, а также различия между особями в пределах вида – это проявление:

- а – борьбы за существование;
- б – изменчивости;

- в – индивидуального развития;
- г – наследственности.

43. Связь зародыша с телом матери осуществляется:

- а – через матку;
- б – благодаря смешению крови матери и плода;
- в – через плаценту и пуповину.

44. Сновидения возникают в период:

- а – медленного сна;
- б – быстрого сна;
- в – в обоих случаях.

45. Совокупность всех генов организма, локализованных в его хромосомах, – это:

- а – генотип;
- б – генофонд;
- в – кариотип;
- г – фенотип.

46. Совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития, – это:

- а – геном;
- б – генофонд;
- в – кариотип;
- г – фенотип.

47. Соотнесите органы и процессы, в них происходящие:

Орган	Процесс
1. Влагалище. 2. Яичник. 3. Маточные трубы. 4. Семенник. 5. Пуповина. 6. Плацента. 7. Мочеиспускательный канал. 8. Предстательная железа. 9. Матка.	а – оплодотворение; б – образование жидкой части спермы; в – выведение спермы из организма мужчины; г – развитие плода; д – формирование яйцеклеток; в – формирование сперматозоидов; ж – поступление сперматозоидов в половую систему женщины; з – связь организма плода с телом матери; и – кровоснабжение плода.

48. Соотнесите фактор с его влиянием на организм (по каждому пункту может быть несколько ответов):

Фактор	Влияние фактора на организм
1. Алкоголь. 2. Наркотики. 3. Загрязнение среды. 4. Невесомость. 5. Автоматизация труда. 6. Перенаселение. 7. Строительство крупных городов. 8. Боль.	а – утомление нервной системы в связи с высоким напряжением во время работы; б – угнетение деятельности коры мозга; в – вызывает воспаление дыхательных путей, кожи, внутренних органов; г – нарушение ориентации в пространстве, кровь устремляется в верхнюю часть тела; д – появление агрессивности, зависимости от обстоятельств, расстройств нервной системы; е – выделение биологически активных веществ; ж – агрессивность, борьба за территорию.

49. Соотнесите события, происходящие с ребенком, с периодом его послеродового развития:

Период развития	Событие
1. Период новорожденности. 2. Грудной. 3. Ясельный. 4. Дошкольный. 5. Школьный. 6. Юношеский. 7. Зрелый. 8. Старческий.	а – повышение хрупкости костей, повышение утомляемости; б – формирование шейного изгиба позвоночника; в – окончание развития организма; г – подражание взрослым; д – появление зубов; е – формирование речи; ж – наличие родничков в черепе; з – появление первых условных рефлексов; и – половое созревание; к – наиболее интенсивный рост и развитие организма; л – интенсивное развитие речи и мышления, умение играть самостоятельно и в коллективе; м – формирование системы нравственных ценностей социального сознания; н – строение и функции организма относительно постоянны.

50. Компонент клетки, функцией которого является сборка белка – это:

- а – лизосома;
- б – митохондрия;
- в – рибосома;
- г – ядро.

51. Талант – это:

- а – врожденное свойство, не требующее развития;
- б – приобретенное качество личности;
- в – врожденное свойство человека, требующее развития.

52. Триплеты молекулы ДНК, с помощью которых закодирована информация о расположении аминокислот в молекуле белка, составляют основу:

- а – гена;
- б – генетического кода;
- в – генотипа;
- г – фенотипа.

53. Условные рефлексy не вырабатываются, если:

- а – отсутствует безусловный раздражитель;
- б – у человека парализованы нижние отделы туловища;
- в – ребенку меньше года.

54. Участок ДНК, содержащий информацию о структуре белка, называется:

- а – ген;
- б – кодон;
- в – нуклеотид;
- г – триплет нуклеотидов.

55. Формирование высшей нервной деятельности происходит в ... период (-ы):

- а – грудной;
- б – дошкольный;
- в – подростковый;
- г – ясельный;
- е – в любом из них.

56. Характер – это:

а – неповторимое сочетание психологических особенностей личности;

б – способность человека совершать сознательные действия;
в – тип общих для многих людей психофизиологических свойств;
г – чувствительность к внешним воздействиям.

57. Хромосома – это:

а – главный субстрат живых тел;

б – кодовое число, соответствующее одной определенной аминокислоте;

в – носители генетической информации в живых телах;

г – часть ядра клетки.

58. Человек воспринимает запах:

а – всей поверхностью носовой полости;

б – рецепторами верхней части носовой полости;

в – рецепторами нижней части носовой полости;

59. У человека число хромосом в диплоидном наборе клетки равно:

а – 8;

б – 23;

в – 46;

г – 100.

60. Эукарность – это:

а – клетки, из которых состоят животные;

б – клетки, из которых состоят растения;

в – клетки, имеющие ядро;

г – клетки, не имеющие ядра.

Происхождение и сущность жизни

1. В концепции «Гая-Земля» наша планета, ее физические, химические, биологические особенности рассматриваются как:

а – космическая аномалия;

б – результат процессов самоорганизации;

в – творение внеземных цивилизаций;

г – нет правильного ответа.

2. В синтетической теории эволюции элементарной единицей выступает:

а – ареал и его население;

б – вид;

в – отдельная особь;

г – популяции.

3. Возраст Земли приблизительно равен ... млрд лет:

а – 2;

б – 3;

в – 4;

г – 5.

4. Вплоть до середины XIX века единственной концепцией, альтернативной креационизму, была концепция:

а – биохимической эволюции;

б – панспермии;

в – самопроизвольного зарождения жизни из неживого вещества;

г – стационарного состояния.

5. Гипотеза панспермии предполагает, что:

а – жизнь возникла в результате процесса биохимической эволюции;

б – жизнь есть результат божественного творения;

в – земная жизнь имеет космическое происхождение;

г – проблемы зарождения жизни вообще не существует.

6. Точка зрения, что жизнь никогда не возникала, а существовала всегда, называется гипотезой:

а – биохимической эволюции;

б – самопроизвольного зарождения жизни;

в – стационарного состояния;

г – креационистской.

7. Жизнь такова, потому что такой ее сотворил Бог, утверждает:

а – витализм;

б – дарвинизм;

в – креационизм;

г – ламаркизм.

8. Индивидуальное развитие организмов, охватывающее все изменения от зарождения до смерти, называется:

а – изменчивость;

б – онтогенез;

в – филогенез;

г – эволюция.

9. Одним из главных признаков живого является:

- а – активность;
- б – изменение размеров тела;
- в – передвижение в пространстве;
- г – способность к самовоспроизведению.

10. Организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических за счет энергии солнца или энергии неорганических соединений, называются:

- а – автотрофами;
- б – гетеротрофами;
- в – паразитами;
- г – сапрофитами.

11. Признак, который ярче выражен у живых организмов, чем у неживых объектов:

- а – активное передвижение в пространстве;
- б – изменение размеров тела;
- в – обмен веществ;
- г – способность образовывать органические вещества из неорганических.

12. Процесс исторического развития организмов, их видов, родов, семейств называется:

- а – изменчивость;
- б – наследственность;
- в – онтогенез;
- г – филогенез.

13. Способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять относительное постоянство состава называется:

- а – выделение;
- б – гомеостаз;
- в – дыхание;
- г – кровообращение.

14. Фундаментальный признак, присущий только живой материи, ее неотъемлемое свойство – асимметрия биомолекул, называется:

- а – гомеостазом;
- б – изотропностью;

- в – комплементарностью;
- г – молекулярной киральностью.

15. Человек как разумное существо сформировался под влиянием:

- а – естественного отбора;
- б – использования орудий труда и коллективного образа жизни;
- в – коллективного образа жизни;
- г – наследственности.

Иерархия структурных уровней живой материи

1. Укажите правильную последовательность в иерархии уровней организации живого (от высшего к низшему):

- а – биогеоценозы;
- б – клетки;
- в – организмы;
- г – популяции.

2. Укажите правильную последовательность в структурной иерархии уровней живой материи (от высшего к низшему):

- а – биогеоценоз;
- б – биосфера;
- в – биоценоз;
- г – вид.

3. Укажите правильную последовательность в структурной иерархии уровней живой материи (от высшего к низшему):

- а – вид;
- б – клетка;
- в – популяция;
- г – организм.

4. Укажите правильную последовательность в структурной иерархии уровней живой материи (от высшего к низшему):

- а – биосфера;
- б – ген;
- в – клетка;
- г – популяция.

5. Укажите правильную последовательность в структурной иерархии уровней живой материи (от высшего к низшему):

- а – биогеоценоз;
- б – биоценоз;
- в – вид;
- г – популяция.

Теории эволюции органического мира

1. В концепции «Гея-Земля» наша планета, ее физические, химические, биологические особенности рассматриваются как:

- а – космическая аномалия;
- б – результат процессов самоорганизации;
- в – сгусток космических малых тел;
- г – творение Бога;
- д – творение внеземных цивилизаций;
- е – нет правильного ответа.

2. Естественный отбор действует на уровне:

- а – генотипа;
- б – отдельного гена;
- в – отдельного признака;
- г – фенотипа (организма).

3. Ж.Б. Ламарк предпринял первую попытку построить целостную концепцию развития:

- а – информационного мира;
- б – неорганического мира;
- в – органического мира;
- г – потустороннего мира.

4. Исследуя причины смены животных и растений на Земле, Ж. Кювье разработал:

- а – клеточную теорию;
- б – мутационную теорию;
- в – теорию катастроф;
- г – эволюционную теорию.

5. Каждая популяция характеризуется определенной совокупностью генов, которую называют:

- а – генотип;
- б – генофонд;
- в – гемозигота;
- г – фенотип.

6. Комплекс разнообразных отношений между организмом и окружающими его факторами живой и неживой природы обозначает термин:

- а – адаптация;
- б – борьба за существование;
- в – выживаемость;
- г – естественный отбор.

7. Определяющим фактором в морфологической эволюции человека было:

- а – воспитание потомства;
- б – изготовление орудий труда и строительство жилища;
- в – изменение образа жизни в результате изменения природно-климатических условий;
- г – использование огня для приготовления пищи и обогрева.

8. Основными факторами эволюции по Ч. Дарвину являются наследственность, естественный отбор и:

- а – изменчивость;
- б – ковариантная редупликация;
- в – популяционные волны;
- г – самовоспроизведение.

9. Синтетическая теория эволюции возникла как синтез теории эволюции Ч. Дарвина и:

- а – генетики;
- б – статистики;
- в – тектологии;
- г – физиологии.

10. Факторы эволюции органического мира, которые Ч. Дарвин считал основными:

- а – естественный отбор, борьба за существование, наследственная изменчивость;

б – естественный отбор, мутационный процесс, борьба за существование;

в – наследственная изменчивость, изоляция, естественный отбор;

г – наследственная изменчивость, популяционные волны, естественный отбор.

11. Фактором, обеспечивающим устойчивость видов в природе, Ч. Дарвин считал:

а – изменчивость;

б – наследственность;

в – предопределенность;

г – предрасположенность.

12. Форма естественного отбора, благодаря которой число глаз и количество пальцев на конечностях позвоночных остается в течение длительного времени постоянным, это отбор:

а – движущий (направленный);

б – дестабилизирующий;

в – дизруптивный;

г – стабилизирующий.

13. Элементарной эволюционной единицей вида, реально существующей в природе, является:

а – особь;

б – популяция;

в – порода животных;

г – сорт растений.

14. Элементарным эволюционным фактором в синтетической теории эволюции является:

а – естественный отбор;

б – изоляция;

в – мутационный процесс;

г – популяционные волны.

Концепция биосферы и ноосферы

1. Активное участие человека в процессе круговорота веществ, когда производительные силы человека участвуют в непрерывном обмене веществом, энергией и информацией с биосферой, превращает биосферу:

- а – в гидросферу;
- б – литосферу;
- в – ноосферу;
- г – сферу Дайсона.

2. Биогенная миграция атомов в основном вызывается:

- а – водой;
- б – живыми организмами;
- в – процессами горообразования;
- г – солнечным светом.

3. Биосфера – сфера жизни, которая охватывает:

- а – верхнюю часть литосферы, ионосферу, гидросферу;
- б – гидросферу, магнитосферу, литосферу;
- в – магнитосферу, литосферу, атмосферу;
- г – нижнюю часть атмосферы, гидросферу, верхнюю часть литосферы.

4. Биосфера по В.И. Вернадскому – это:

- а – единство атмосферы и гидросферы;
- б – единство всего живого;
- в – единство живого и неживого;
- г – единство литосферы и гидросферы.

5. В биосфере:

- а – биомасса животных во много раз превышает биомассу растений;
- б – биомасса растений во много раз превышает биомассу животных;
- в – биомасса растений равна биомассе животных;
- г – соотношение биомассы растений и животных изменяется.

6. В океанах с глубиной биомассы уменьшается, так как там:

- а – мало кислорода;
- б – мало света;
- в – нет почвы;
- г – низкая температура.

7. В результате сведения лесов в атмосфере:

- а – увеличивается содержание азота;
- б – увеличивается содержание кислорода;
- в – уменьшается содержание кислорода;
- г – уменьшается содержание углекислоты газа.

8. В формировании почвы Земли определяющим стало:

- а – вулканическая деятельность;
- б – изменение температуры поверхности;
- в – появление живого вещества;
- г – появление океанов.

9. Важнейшим отличием живого вещества от косной материи В.И. Вернадский считал:

- а – гомеостаз;
- б – изменение размеров тела;
- в – молекулярную киральность;
- г – передвижение в пространстве.

10. Верхняя граница распространения жизни проходит в атмосфере на высоте около 20 км, так как выше:

- а – мало воды;
- б – мало света;
- в – низкая температура воздуха;
- г – сильное ультрафиолетовое излучение.

11. Видовой состав биосферы в процессе эволюции:

- а – изменяется периодически;
- б – не изменяется;
- в – увеличивается;
- г – уменьшается.

12. Для защиты окружающей среды от загрязнения:

- а – внедряют малоотходные и безотходные технологии;
- б – ограничивают добычу биологических ресурсов;
- в – охраняют отдельные природные сообщества;
- г – создают заповедники.

13. Живые организмы не встречаются глубже 3–3,5 км в литосфере, так как там:

- а – высокая температура;
- б – мало света;
- в – низкая температура;
- г – сильное ультрафиолетовое излучение.

14. Из космических факторов, влияющих на биохимические процессы на Земле, наиболее существенным является:

- а – взаимодействие планет;
- б – лунные циклы;

- в – расположение звезд;
- г – солнечная активность.

15. Накопление и отложение живыми организмами в почвах и гидросфере химических соединений – это ... функция биосферы:

- а – газовая;
- б – деструктивная;
- в – концентрационная;
- г – транспортная.

16. Нижняя граница биосферы размещается в литосфере на глубине ... км:

- а – 1;
- б – 2;
- в – 3–3,5;
- г – 8.

17. Ноосфера – это:

- а – биосфера и техносфера;
- б – естественные условия среды обитания;
- в – сфера разума, высшая стадия развития биосферы;
- г – природная экосистема.

18. Оболочка Земли, населенная живыми организмами и преобразованная ими, называется:

- а – атмосфера;
- б – биосфера;
- в – гидросфера;
- г – литосфера.

19. Одним из элементов биосферы, по В.И. Вернадскому, является биогенное вещество. Это:

- а – вещество, возникающее при совместном действии организмов и абиогенных процессов;
- б – вещество космического происхождения;
- в – вещество, созданное в процессе жизнедеятельности организмов (уголь, нефть и т.д.);
- г – радиоактивное вещество.

20. Одним из элементов биосферы, по В.И. Вернадскому, является косное вещество. Это:

- а – вещество, возникающее при совместном действии организмов и абиогенных процессов;

б – вещество космического происхождения;
в – вещество, созданное в процессе жизнедеятельности организмов;
г – вещество, сформированное без участия жизни, без наличия живых организмов.

21. Организмы, на долю которых приходится основной круговорот химических элементов в биосфере – это:

- а – грибы;
- б – животные;
- в – микроорганизмы;
- г – растения.

22. Парниковый эффект на Земле наблюдается из-за:

- а – запыленности атмосферы;
- б – накопления в атмосфере кислорода;
- в – накопления в атмосфере углекислого газа;
- г – накопления в атмосфере ядовитых веществ.

23. Поступление в атмосферу серы приводит:

- а – к образованию кислотных дождей;
- б – разрушению атмосферы;
- в – разрушению озонового слоя;
- г – уменьшению содержания кислорода в атмосфере.

24. Появление озоновых дыр приводит:

- а – к повышению температуры воздуха;
- б – понижению температуры воздуха;
- в – уменьшению прозрачности атмосферы;
- г – усилению ультрафиолетового излучения.

25. С точки зрения синергетики эволюция биосферы прошла через три фундаментальные точки бифуркации. Первая точка бифуркации – это:

- а – возникновение развитой нервной системы;
- б – зарождение эукариотов;
- в – появление гетеротрофов;
- г – появление живого из неживого.

26. Совокупность всех живых организмов, населяющих нашу планету, В.И. Вернадский назвал:

- а – биогенным веществом;
- б – биокосным веществом;
- в – живым веществом;
- г – косным веществом.

27. Согласно биогеохимическому принципу В.И. Вернадского, в процессе эволюции появляются виды, которые:

- а – влияют избирательно на миграцию атомов;
- б – не влияют на скорость миграции атомов;
- в – увеличивают биогенную миграцию атомов;
- г – уменьшают биогенную миграцию атомов.

28. Состояние биосферы, когда ее развитие происходит целенаправленно, когда Разум имеет возможность корректировать развитие биосферы в интересах человека будущего, называется:

- а – гидросфера;
- б – литосфера;
- в – ноосфера;
- г – сфера Дайсона.

29. Учение о биосфере разработал:

- а – В. Вернадский;
- б – И. Дарвин;
- в – Ж. Ламарк;
- г – К. Линей.

Экология

1. Изменение природной среды под влиянием деятельности человека, отражающееся на функционировании экосистемы, связано с фактором:

- а – абиотическим;
- б – антропогенным;
- в – биологическим;
- г – ограничивающим.

2. Популяция – это:

- а – группа организмов, принадлежащих к одному виду;
- б – космическая аномалия;
- в – любое изменение объекта по отношению к окружающей среде;
- г – ядерный синтез.

3. К антропогенным факторам относятся:

- а – интенсивное ультрафиолетовое излучение;
- б – повышенная влажность воздуха;
- в – промышленные загрязнения;
- г – сезонные колебания температуры.

4. К глобальным экологическим проблемам цивилизации можно отнести:

- а – невыполнение гражданином законов своей страны;
- б – непослушание детей;
- в – перенаселение Земли;
- г – слабое природоохранное законодательство африканских стран.

5. Кислотные дожди губят растительность и обитателей внутренних водоемов. Химическое соединение, являющееся основной причиной кислотных дождей – это:

- а – метан;
- б – оксид серы (IV);
- в – оксид углерода (IV);
- г – фреон.

6. Наука, изучающая отношения организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой, называется:

- а – антропологией;
- б – палеонтологией;
- в – систематикой;
- г – экологией.

7. Основное значение озонового слоя для живых существ, обитающих на Земле, заключается в том, что озон:

- а – в процессе разложения выделяет энергию, необходимую для жизни;
- б – как и кислород, используется в процессах дыхания живых организмов;
- в – сильный окислитель, и это делает его способным убивать бактерии;
- г – способен поглощать жесткое (коротковолновое – ультрафиолетовое) излучение.

8. Регулярные наблюдения и контроль состояния окружающей среды называются:

- а – экологическим мониторингом;
- б – экологическими последствиями;
- в – экологической борьбой;
- г – экологической ситуацией.

9. Укажите условие, позволяющее экосистеме сохранять постоянство видового состава:

- а – динамическое равновесие компонентов;
- б – сохранение природно-климатических условий;
- в – сохранение теплового баланса;
- г – сохранение химического состава.

Человек и его здоровье

1. Алкоголь затрудняет переваривание пищи в желудке, так как он:

- а – раздражает стенки желудка;
- б – уменьшает выделение соляной кислоты;
- в – снижает активность желудочного сока;
- г – стимулирует выделение слизи.

2. Артериальная кровь – это:

- а – темная, бедная кислородом;
- б – темная, богатая кислородом;
- в – ярко-красная, бедная кислородом;
- г – ярко-красная, богатая кислородом.

3. Благодаря физическим упражнениям:

- а – мышцы хуже снабжаются кровью;
- б – объем мышц не изменяется;
- в – повышается физическая сила, выносливость;
- г – усиливается рост организма.

4. Болезнетворные микроорганизмы в носовой полости уничтожаются:

- а – клетками мерцательного эпителия;
- б – кровью, выделяемой кровеносными капиллярами;
- в – лейкоцитами, содержащимися в кровеносных капиллярах;
- г – слизью, выделяемой железами слизистой оболочки.

5. Быстрый, или парадоксальный, сон – это сон:

- а – нездоровых людей;
- б – при наступлении которого снятся парадоксы;
- в – следующий за обычным «медленным»;
- г – творческих людей.

6. В качестве профилактики от заболевания гриппом нужно:

а – делать зарядку;

б – заниматься спортом;

в – не бывать на улице;

г – прикрывать рот и нос марлевой повязкой при общении с больными.

7. В левую часть сердца попадает кровь:

а – артериальная, бедная кислородом;

б – артериальная, богатая кислородом;

в – венозная, бедная кислородом;

г – венозная, богатая кислородом.

8. В правую часть сердца попадает кровь:

а – артериальная, бедная кислородом;

б – артериальная, богатая кислородом;

в – венозная, бедная кислородом;

г – венозная, богатая кислородом.

9. В соматических клетках человеческого организма содержится:

а – 20 хромосом;

б – 24 хромосомы;

в – 46 хромосом;

г – 48 хромосом.

10. В состоянии покоя сердце сокращается с частотой ... ударов в минуту:

а – 40–45;

б – 70–75;

в – 90–95;

г – 100–105.

11. В ядрах половых клеток человека содержится ... хромосом:

а – 20;

б – 23;

в – 40;

г – 46.

12. Венозная кровь:

а – темная, богатая кислородом;

б – темная, богатая углекислым газом;

в – ярко-красная, бедная кислородом;
г – ярко-красная, богатая кислородом.

13. Вирус СПИДа поражает в основном ... систему:

а – дыхательную;
б – иммунную;
в – нервную;
г – пищеварительную.

14. Витамины участвуют в образовании:

а – белков;
б – гормонов;
в – нуклеиновых кислот;
г – ферментов.

15. Во время сильных взрывов рекомендуется открывать рот, чтобы:

а – колебания барабанной перепонки передавались слуховым косточкам;
б – давление воздуха на барабанную перепонку было одинаковым снаружи и изнутри;
в – давление на барабанную перепонку было сильнее изнутри;
г – давление на барабанную перепонку было сильнее снаружи.

16. Возбудители венерических заболеваний обычно попадают в организм:

а – воздушно-капельным путем;
б – половым путем;
в – через полотенце;
г – через посуду.

17. Высший отдел центральной нервной системы, с функциями которого у человека связаны память, мыслительная и речевая деятельность, – это:

а – кора больших полушарий;
б – продолговатый мозг;
в – серое вещество мозжечка;
г – серое вещество подкорковых центров.

18. Девочкам не рекомендуется носить обувь на высоких каблуках, так как это приводит:

а – к замедлению роста;
б – искривлению костей нижних конечностей;

- в – изменению походки;
- г – смещению костей таза.

19. Для формирования правильной осанки нужно:

- а – меньше бегать;
- б – носить портфель в правой руке;
- в – спать в очень мягкой постели;
- г – чередовать виды мышечной деятельности.

20. Дышать нужно через нос, так как в носовой полости:

- а – воздух согревается и очищается;
- б – много слизи;
- в – нет капилляров;
- г – происходит газообмен.

21. Жизненная емкость легких – это количество воздуха, которое человек может:

- а – вдохнуть при глубоком вдохе;
- б – вдохнуть при спокойном вдохе;
- в – выдохнуть при спокойном выдохе;
- г – выдохнуть после самого глубокого вдоха и выдоха.

22. Знать особенности строения и жизнедеятельности организма человека нужно для:

- а – более крепкого сна;
- б – борьбы с паразитами;
- в – охраны здоровья;
- г – охраны окружающей среды.

23. Зубы рекомендуется чистить ежедневно, чтобы:

- а – зубы не расшатывались;
- б – не растрескивалась эмаль;
- в – сохранить пломбы в зубах;
- г – удалять налет, содержащий микроорганизмы.

24. К функции левого полушария головного мозга относится:

- а – восприятие музыки;
- б – логическое мышление;
- в – ориентация в пространстве;
- г – работа фантазии.

25. К функции правого полушария головного мозга относится:

- а – восприятие музыки и живописи;

- б – логическое мышление;
- в – математические способности;
- г – принятие решений.

26. Интеллект – это:

- а – большой объем накопленных знаний;
- б – свойство, присущее человеку с высшим образованием;
- в – способность к рациональному мышлению;
- г – способность к самовоспроизводству.

27. Искривление позвоночника чаще возникает в юношеском и детском возрасте, так как:

- а – в организме слабо развиты мышцы;
- б – организм быстро растет;
- в – организму не хватает кислорода;
- г – хрящевая ткань в позвоночнике не заменилась костной.

28. К желудочно-кишечным заболеваниям относится:

- а – грипп;
- б – дизентерия;
- в – малокровие;
- г – туберкулез.

29. К защитным свойствам крови не относится:

- а – иммунитет;
- б – перенос кислорода;
- в – свертывание;
- г – фагоцитоз.

30. К инфекционным болезням относятся:

- а – инфаркт миокарда;
- б – малокровие;
- в – СПИД;
- г – туберкулез.

31. К наследственным болезням человека относят:

- а – грипп;
- б – корь;
- в – дальтонизм;
- г – холеру.

32. Определяющим в психической эволюции человека стал фактор:

- а – воспитание потомства;

- б – захоронение близких;
- в – освоение огня;
- г – совместный труд.

33. Кровь людей I группы можно переливать людям:

- а – с любой группой крови;
- б – только с I группой крови;
- в – только со II группой крови;
- г – только с IV группой крови.

34. Люди, ведущие малоподвижный образ жизни, должны больше потреблять:

- а – мясной пищи;
- б – пищи, содержащей белки;
- в – пищи, содержащей жиры;
- г – продуктов, богатых клетчаткой.

35. Много витамина D содержится:

- а – в капусте;
- б – печени;
- в – плодах смородины;
- г – плодах шиповника.

36. Много витамина С содержится:

- а – в печени;
- б – плодах шиповника;
- в – рыбьем жире;
- г – семенах бобовых растений.

37. Наложение шины на сломанную конечность:

- а – предупреждает смещение обломков кости;
- б – препятствует проникновению микробов в рану;
- в – уменьшает кровотечение;
- г – уменьшает отек.

38. Наука о создании условий, благоприятных для сохранения человеком здоровья, о правильной организации его труда и отдыха, – это:

- а – анатомия;
- б – гигиена;
- в – зоология;
- г – физиология.

39. Невосприимчивость организма к какой-нибудь инфекции – это:

- а – иммунитет;
- б – гемофилия;
- в – малокровие;
- г – фагоцитоз.

40. Нельзя чередовать горячую и холодную пищу, так как это приводит:

- а – к выпадению зубов;
- б – появлению трещин на эмали зубов;
- в – простуде;
- г – расшатыванию зубов.

41. Различают несколько видов памяти: лабильную (кратковременную), иконическую (мгновенную) и:

- а – абстрактную;
- б – ассоциативную;
- в – консолидированную;
- г – постоянную (долговременную).

42. Плоскостопие возникает:

- а – при длительном сидении;
- б – занятии спортом;
- в – нарушении осанки;
- г – ношении тесной обуви.

43. По определению Всемирной организации здравоохранения здоровье – это:

- а – отсутствие болезней;
- б – отсутствие патологий;
- в – состояние полного физического, духовного и социального благополучия;
- г – способность организма сохранять гомеостатическое равновесие.

44. Помещения нужно регулярно проветривать, чтобы удалить:

- а – влажность воздуха;
- б – избыток кислорода;
- в – избыток углекислого газа;
- г – пыль.

45. Предупредительные прививки:

- а – вызывают образование антител;
- б – непосредственно убивают микробы;
- в – ослабляют иммунитет;
- г – останавливают рост микробов.

46. При недостатке витамина D развивается:

- а – куриная слепота;
- б – расстройство деятельности нервной системы;
- в – рахит;
- г – цинга.

47. При недостатке витамина А развивается:

- а – куриная слепота;
- б – расстройство деятельности нервной системы;
- в – рахит;
- г – цинга.

48. При недостатке витамина В₁ развивается:

- а – куриная слепота;
- б – расстройство деятельности нервной системы;
- в – рахит;
- г – цинга.

49. При недостатке витамина С развивается:

- а – куриная слепота;
- б – расстройство деятельности нервной системы;
- в – рахит;
- г – цинга.

50. При обморожении II степени следует:

- а – вскрыть пузыри;
- б – наложить повязку со стрептоцидовой мазью;
- в – обработать рану йодом;
- г – растереть кожу.

51. При ожоге II степени следует:

- а – вскрыть образовавшиеся пузыри;
- б – обработать кожу йодом;
- в – промыть кожу холодной водой и наложить сухую повязку;
- г – сделать содовую примочку.

52. При переломах ребер нужно:

- а – наложить жгут;

- б – наложить марлевую повязку;
- в – наложить шину;
- г – туго забинтовать грудную клетку.

53. При постоянном громком звуке у человека нарушается слух, так как:

- а – барабанная перепонка теряет эластичность;
- б – отмирают слуховые клетки;
- в – разрушается кора головного мозга;
- г – разрушается слуховой нерв.

54. При тепловом и солнечном ударе нужно:

- а – расстегнуть одежду и положить на лоб холодный компресс;
- б – смазать кожу жиром;
- в – смочить лоб раствором питьевой соды;
- г – устранить сквозняки.

55. Причиной близорукости может стать:

- а – разрушение хрусталика;
- б – увеличение выпуклости хрусталика;
- в – укороченное глазное яблоко;
- г – уменьшение выпуклости хрусталика.

56. Раны на поверхности кожи обрабатывают йодом, чтобы избежать:

- а – боли;
- б – кровопотери;
- в – попадания в раны земли;
- г – попадания в раны микроорганизмов.

57. Реакции человека на воздействие внутренних или внешних раздражителей, имеющие ярко выраженную субъективную оценку и охватывающие все виды чувственности и переживаний, называются:

- а – аффектами;
- б – страстями;
- в – стрессом;
- г – эмоциями.

58. Саморегуляцию функций организма под воздействием факторов среды обеспечивает:

- а – выделение;
- б – гомеостаз;

- в – дыхание;
- г – кровообращение.

59. Состояние сильного и длительного психологического напряжения, которое возникает у человека, когда его нервная система получает эмоциональную перегрузку, – это:

- а – аффект;
- б – страсть;
- в – стресс;
- г – эмоция.

60. Строение и форму организма и его органов изучает:

- а – анатомия;
- б – ботаника;
- в – зоология;
- г – микробиология.

61. Температура воздуха в носовой полости даже в сильные холода приближается к температуре тела, так как:

- а – клетки слизистой оболочки имеют реснички;
- б – она выстлана слизистой оболочкой;
- в – она обильно снабжается кровью;
- г – она покрыта слизью.

62. Углекислый газ удаляется из организма через:

- а – кожу;
- б – легкие;
- в – поры тела;
- г – почки.

63. Условный рефлекс у человека – это:

- а – глотание;
- б – кашель;
- в – появление аппетита при запахе пищи;
- г – чихание.

64. Чистота кожи – важнейшее условие здоровья человека, так как грязь:

- а – закупоривает протоки сальных и потовых желез;
- б – разрушает поверхность кожи;
- в – способствует проникновению в кожу ядовитых веществ;
- г – способствует усиленному потоотделению.

65. Во избежание заражения дизентерией нужно:

- а – мыть руки, овощи, фрукты;
- б – пить сырую воду;
- в – стирать полотенце;
- г – употреблять пищу только из холодильника.

Геология

1. Биogeография – это:

- а – отрасль знаний, изучающая географическое распространение и распределение животных и растений и их сообществ;
- б – перечень животных, занесенных в Красную книгу;
- в – система знаний о роли живых существ в биосфере Земли;
- г – нет правильного ответа.

2. Верхняя каменная оболочка Земли – это:

- а – гидросфера;
- б – горы;
- в – земная кора;
- г – литосфера;
- д – мантия;
- е – равнины;
- ж – холмы.

3. Влияние внутренних процессов на эволюцию геологических структур Земли в настоящее время объясняет:

- а – гипотеза глобальной тектоники литосферных плит;
- б – концепция креационизма;
- в – теория биохимической эволюции;
- г – теория панспермии.

4. Геодинамические процессы, связанные с внешней динамикой Земли, называются:

- а – экзогенными;
- б – экзотермическими;
- в – эндогенными;
- г – эндотермическими.

5. Геодинамические процессы, связанные с внутренней динамикой Земли, называются:

- а – экзогенными;

- б – экзотермическими;
- в – эндогенными;
- г – эндотермическими.

6. Геология – это:

а – комплекс наук о химическом составе Земли, закономерностях распространения химических элементов в различных геосферах, законах их поведении, сочетания и миграций;

б – наука о горных породах, их составе, условиях залегания, закономерностях распространения и происхождения;

в – комплекс наук о составе, строении, истории развития земной коры и Земли;

г – система наук, изучающая природные и производственно-территориальные комплексы и их компоненты.

7. Достаточно точные данные о возрасте Земли получают:

а – в результате анализа вулканических газов;

б – на основе длительности эволюции живых организмов;

в – на основе интерпретации данных сейсмической разведки;

г – при анализе радиоактивных превращений элементов Земли и метеоритов.

8. Геофизика – это наука:

а – изучающая природные комплексы и их компоненты;

б – о внутреннем строении, физических свойствах и процессах, происходящих в геосферах;

в – о горных породах, их составе, закономерностях распространения и происхождения;

г – о химическом составе Земли, ее составе, структуре, особенностях формирования и развития.

9. Геохимия – это наука:

а – о внутреннем строении, физических свойствах и процессах, происходящих в геосферах;

б – природных химических соединениях (минералах), их составе, свойствах, особенностях строения и условиях образования;

в – химическом составе Земли, закономерностях распространения химических элементов в различных геосферах, законах их поведения, сочетания и миграций;

г – химических элементах и соединениях, их свойствах, превращениях.

10. Одним из источников тепловой энергии внутренних частей Земли является:

- а – антропогенная деятельность;
- б – вулканическая деятельность;
- в – солнечная энергия;
- г – энергия распада радиоактивных элементов Земли.

11. Одной из внутренних геосферных оболочек Земли является:

- а – атмосфера;
- б – гидросфера;
- в – мантия;
- г – магнитосфера.

12. Следствием экзогенной геодинамической активности Земли являются:

- а – вулканы;
- б – землетрясения;
- в – оползни;
- г – тектонические движения.

13. Следствием эндогенной геодинамической активности Земли являются:

- а – землетрясения;
- б – образование пещер;
- в – оползни;
- г – процессы выветривания.

14. Укажите составные части литосферы:

- а – верхний твердый слой мантии и земная кора;
- б – верхний и нижний слои мантии;
- в – земная кора и нижний слой мантии;
- г – земная кора и атмосфера.

15. Экзогенными геодинамическими процессами являются:

- а – выветривание, деятельность подземных вод, лавины, работа ветра;
- б – вулканизм, криогенные процессы, лавины, тектонические движения;
- в – землетрясения, метаморфизм, выветривание, водные потоки;
- г – тектонические движения, землетрясения, вулканизм, выветривание.

16. Эндогенными геодинамическими процессами являются:

а – землетрясения, метаморфизм, выветривание, водные потоки;

б – деятельность морей и океанов, оползни, выветривание, криогенные процессы;

в – тектонические движения, землетрясения, вулканизм, метаморфизм;

г – тектонические движения, вулканизм, криогенные процессы, лавины.

17. Укажите правильную последовательность расположения биосферных оболочек в направлении от центра Земли:

а – внутреннее ядро, внешнее ядро, мантия, земная кора;

б – внешнее ядро, внутреннее ядро, мантия, земная кора;

в – внутреннее ядро, внешнее ядро, земная кора, мантия;

г – мантия, внутреннее ядро, земная кора, внешнее ядро.

18. В земной оболочке наиболее распространены:

а – водород и гелий;

б – водород и медь;

с – кислород и железо;

г – кислород и кремний.

Предмет и структура естествознания

1. В гуманитарных науках:

а – истины доказываются: объяснение одинаково для всех и общезначимо;

б – преобладают количественные оценки;

в – личная позиция ученого имеет большое значение;

г – основу методологии составляют экспериментальные методы.

2. В основе теории атома Н. Бора лежит:

а – модель атома Томпсона;

б – планетарная модель атома, классическая электродинамика и линейчатый спектр излучения;

в – результат опыта Резерфорда;

г – явление световой интерференции.

3. В принципе относительности Г. Галилея утверждается, что:

а – все находится в движении по отношению к некоторой системе координат;

б – все явления происходят неодинаково в инерциальных системах отсчета;

в – все явления происходят одинаково в инерциальных системах отсчета;

г – все явления происходят одинаково в системах, которые движутся неравномерно и прямолинейно.

4. Верным является утверждение, что физические величины (длина тела, промежуток времени, масса) – для различных инерциальных систем отсчета:

а – время и длина изменяются, а масса нет;

б – масса и время изменяются, а длина нет;

в – масса и длина изменяются, а время нет;

г – одинаковы.

5. Естественные науки характеризуются:

а – затрудненностью экспериментальных методов исследования;

б – идеологическим нейтралитетом;

в – идеологической нагруженностью;

г – преобладанием качественных оценок;

д – совпадением объекта и субъекта познания;

е – упором на строго объективную количественную оценку изучаемых объектов.

6. Естествознание – это:

а – признанные всеми научные достижения;

б – система взглядов, объясняющая какие-либо явления;

в – система взглядов, объясняющих явления микро- и макромира;

г – совокупность знаний и закономерностей о природе как о едином целом, живой и неживой природе и человеку в виде замкнутой системы.

7. Истины в естественных науках:

а – доказываются;

б – истолковываются (понимаются);

в – принимаются безоговорочно;

г – являются результатом чувственного восприятия.

8. Истины в естественных науках:

а – доказываются;

б – истолковываются (понимаются);

в – принимаются безоговорочно;

г – являются результатом чувственного восприятия.

9. К естественным наукам относится:

- а – биология;
- б – геология;
- в – социология;
- г – экономика.

10. К революциям в естествознании можно отнести:

- а – изобретение каменного топора;
- б – открытие радиоактивности;
- в – открытие спутников Юпитера;
- г – появление квантовой механики.

11. К числу основополагающих концепций современного естествознания относятся:

- а – закон всемирного тяготения;
- б – периодический закон Д.И. Менделеева;
- в – теория Г. Менделя;
- г – теория самоорганизации систем;
- д – эволюционная теория Ч. Дарвина.

12. Основой современной цивилизации является форма освоения человеком действительности:

- а – мифологическая;
- б – научная;
- в – религиозная;
- г – художественная.

13. Основное содержание следующей фразы: «Искусство – это я, наука – это мы» (К. Бернар):

- а – искусство субъективно, а наука объективна;
- б – люди искусства эгоистичны;
- в – произведения искусства создаются одиночками, а научные теории – коллективами;
- г – ученые в большей степени преданы науке, чем люди искусства последнему.

14. Картина мира – это:

- а – мировоззрение;
- б – модель явления природы, построенная ученым;
- в – природа, изображенная на картине художника;
- г – система знаний о войне и мире;
- д – способ систематизации знаний об окружающем мире.

15. Космология – это наука:

- а – о Вселенной как целом и ее структуре;
- б – квазарах;
- в – полетах в космическом пространстве;
- г – происхождении жизни во Вселенной;
- д – устройстве Солнечной системы.

16. Материя – это:

- а – все, что нас окружает;
- б – объективная реальность, данная нам в ощущениях;
- в – окружающий мир;
- г – природа;
- д – то, из чего шьют одежду.

17. Мегамир – это:

- а – взаимодействующая и развивающаяся система всех небесных тел;
- б – звездная система;
- в – система галактик;
- г – солнечная система.

18. Наиболее точно естествознание характеризует следующее высказывание:

- а – знание о человеке как мыслящем существе;
- б – наука о строении и развитии нашей планеты;
- в – наука о телах, их движении, превращениях;
- г – совокупность наук о природе, рассматриваемой как единое целое.

19. Наука, наряду с философией, религией, техникой и другими областями человеческого знания, является частью единой духовной культуры. Выберите верное утверждение:

- а – в науке, в отличие от религии, нет места предсказаниям и интуиции;
- б – наука, как и идеология, отражает интересы определенных слоев общества;
- в – наука, как и философия, стремится к объяснению мира в целом;
- г – наука отличается от идеологии тем, что ее истины общезначимы и не зависят от интересов определенных слоев общества.

20. Отличие науки от других способов постижения окружающего мира в том, что она:

- а – имеет метод исследования;
- б – исходит из доказательства своей правоты;
- в – исходит из правильных посылок;
- г – научные знания можно проверить на практике;
- д – при исследовании явлений наука строит гипотезы;
- е – экспериментирует.

21. Планету от звезд отличает:

- а – вид материи;
- б – звезды больше, чем планеты;
- в – масса;
- г – масса и вид материи, из которых состоят соответственно планеты и звезды.

22. Примером интеграции наук является:

- а – биофизика;
- б – физика плазмы;
- в – физика твердого тела;
- г – физика элементарных частиц.

23. Солнечная система входит в галактику:

- а – круговую;
- б – неправильную;
- в – спиральную;
- г – эллиптическую.

24. Укажите положение, которое верно отражает соотношение науки и культуры:

- а – культура – раздел науки;
- б – культура и наука – понятия равнозначные;
- в – культура и наука не связаны друг с другом;
- г – наука – раздел культуры.

25. Установите соответствие между типом научного знания и его критериями:

1. Идеологический нейтралитет.
2. Истины истолковываются, интерпретируются: мера понимания не может быть одинаковой.
3. Объект исследования материален.
4. Преобладание качественных оценок.

- а – гуманитарные науки;
- б – естественные науки.

26. Установите соответствие между типом научного знания и его критериями:

1. Влияние ценностей существенно, открыто.
2. Влияние ценностей малозаметно, неявно.
3. Истины объективны, общеобязательны и в любое время могут быть подтверждены опытом.
4. Личная позиция ученого имеет большое значение.

а – гуманитарные науки;
б – естественные науки.

27. Установите соответствие между типом научного знания и его критериями:

1. Ведущая функция – объяснение.
2. Затрудненность экспериментальных методов исследования личная позиция ученого имеет большое значение.
3. Истины доказываются: объяснение одинаково для всех и общезначимо.
4. Истины истолковываются, интерпретируются: мера понимания не может быть одинаковой.

а – гуманитарные науки;
б – естественные науки.

28. Элементом структуры научной теории является ее ... сторона:

- а – внешняя;
- б – обратная;
- в – содержательная;
- г – формальная.

История естествознания

1. В 1913 году Н. Бор разработал свою модель:

- а – атома;
- б – Вселенной;
- в – клетки;
- г – электрона.

2. В Средние века была принята система строения мира:

- а – атомистическая;
- б – гелиоцентрическая;
- в – геоцентрическая;
- г – пироцентрическая.

3. Гелиоцентрическую систему мира создал:

- а – Т. Брагге;
- б – Н. Коперник;
- в – И. Кеплер;
- г – П. Лаплас;
- д – Д. Максвелл.

4. Идеология сциентизма получает свое развитие в философии:

- а – герменевтики;
- б – неопозитивизма;
- в – позитивизма;
- г – феноменализма;
- д – экзистенциализма.

5. Из перечисленных положений научными являются:

- а – закон;
- б – индивидуальный выбор;
- в – максима;
- г – норма;
- д – обобщение;
- е – теория.

6. Исторически первой физической наукой является:

- а – кинематика;
- б – механика;
- в – физика элементарных частиц;
- г – химия.

7. Томас Кун выбрал для развития науки путь:

- а – программированный;
- б – революционный;
- в – эволюционный;
- г – экстремальный.

8. Квантово-релятивистская картина мира характерна для науки:

- а – античной;
- б – постнеклассической;
- в – современной;
- г – теологической.

9. Механическую картину мира разработал:

- а – Д. Бруно;
- б – Л. да Винчи;
- в – Д. Максвелл.
- г – И. НЬЮТОН;

10. Наука как форма общественного сознания и часть культуры возникла:

- а – в Древней Греции;
- б – Вавилоне;
- в – Древнем Египте;
- г – Древнем Китае.

11. Научная революция XVI–XII веков начинается с работ:

- а – Д. Бруно;
- б – Г. Галилея;
- в – Н. Коперника;
- г – Н. Кузанского.

12. Отличительной особенностью науки Средних веков было:

- а – гуманистическое мировоззрение;
- б – понимание природы как результата божественного творения;
- в – представление о материальной первооснове всех вещей;
- г – философское учение, сводящее все формы движения материи к механическому движению.

13. Отличительной чертой эпохи Возрождения является:

- а – гуманизм;
- б – механицизм;
- в – теологизм;
- г – геоцентризм.

14. Современная естественно-научная картина мира является:

- а – механистической;
- б – статической;
- в – эволюционной;
- г – электромагнитной.

15. Сциентизм – это идеология, в основании которой лежит:

- а – вера в науку;
- б – восхваление науки;
- в – недоверие к науке;
- г – отрицание науки.

16. Установите соответствие между характерными чертами науки и периодами ее развития:

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1. Абстрактность. | а – античные знания; |
| 2. Метафизичность. | б – классическая наука; |
| 3. Теологизм. | в – Средние века; |
| 4. Эволюционизм. | г – современная наука. |

17. Установите соответствие между характерными чертами науки и периодами ее развития:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Гуманизм. | а – античные знания; |
| 2. Иерархизм. | б – Возрождение; |
| 3. Механицизм. | в – классическая наука; |
| 4. Созерцательность. | г – Средние века. |
| 5. Геоцентризм. | |

18. Установите соответствие между научными открытиями и их авторами:

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| 1. Атомизм. | а – Беккерель; |
| 2. Естественная радиоактивность. | б – Дарвин; |
| 3. Планетарная модель атома. | в – Демокрит; |
| 4. Эволюционная теория. | г – Резерфорд. |

19. Установите соответствие между научными открытиями и их авторами:

- | | |
|--|----------------|
| 1. Законы генетики. | а – Менделеев; |
| 2. Закон тяготения. | б – Мендель; |
| 3. Математическая программа. | в – Пифагор; |
| 4. Периодическая система химических элементов. | г – Ньютон. |

Научный метод, наука и ее роль в жизни общества

1. Анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование – это методы:

- а – обыденного уровня;
- б – теологического уровня;
- в – теоретического уровня;
- г – эмпирического уровня.

2. В науке упрощения, огрубления, идеализация отображаемой действительности называются ее ... предпосылками:

- а – гносеологическими;
- б – математическими;
- в – методологическими;
- г – физическими;
- д – экспериментальными.

3. Важнейшая функция науки, дающая возможность сформировать целостную систему представлений об общих свойствах и закономерностях, существующих в природе, называется:

- а – мировоззренческой;
- б – объяснительной;
- в – прогностической;
- г – систематизирующей.

4. Верификация – это:

- а – замена теории;
- б – опровержение;
- в – подтверждение;
- г – сравнение.

5. К абстрактным понятиям относятся:

- а – брусок;
- б – книга;
- в – масса;
- г – самолет;
- д – теплопроводимость;
- е – энергия.

6. Наиболее подходящее определение термина «революция»:

- а – замена старого новым;
- б – изменение в жизни общества;

в – качественное изменение в развитии системы;
г – общественный переворот.

7. Интеллект – это:

а – обладание большим объемом информации;
б – образ жизни;
в – образ мышления, познание, рассудок;
г – процесс мышления.

8. К природным системам относятся:

а – город;
б – каменный топор;
в – культура;
г – почва;
д – телевизор.

9. Концепция – это:

а – определенный способ понимания и трактовки явлений;
б – совокупность законов, объясняющих явление;
в – система научных принципов;
г – система понятий, принятых для описания явлений.

10. Метод научного познания, который заключается в переходе от общих посылок к частным результатам – следствиям, – это:

а – дедукция;
б – моделирование;
в – синтез;
г – эксперимент.

11. Метод научного познания, представляющий собой формулирование логического умозаключения путем обобщения данных наблюдения и эксперимента – это:

а – анализ;
б – индукция;
в – синтез;
г – эксперимент.

12. Метод познания, в основу которого положена процедура мысленного или реального расчленения предмета на составляющие его части – это:

а – анализ;
б – аналогия;
в – синтез;
г – эксперимент.

13. Метод познания, в основу которого положена процедура соединения различных элементов предмета в единое целое:

а – аналогия;

б – моделирование;

в – синтез;

г – эксперимент.

14. Метод познания, основанный на сознательном отвлечении от ряда свойств и отношений изучаемого явления с одновременным выделением интересующих исследователя свойств и связей, называется:

а – абстрагирование;

б – анализ;

в – синтез;

г – формализация.

15. Метод познания, основанный на изучении каких-либо объектов посредством их моделей:

а – аналогия;

б – наблюдение;

в – моделирование;

г – эксперимент.

16. Метод познания, основывающийся на умозаключении, которое приводит к получению общего вывода на основе частных посылок, называется:

а – анализ;

б – идеализация;

в – индукция;

г – синтез.

17. Метод познания, при котором происходит перенос знания, полученного при анализе одного объекта на другой:

а – аналогия;

б – наблюдение;

в – синтез;

г – эксперимент.

18. Метод познания, при помощи которого явления действительности исследуются в контролируемых и управляемых условиях:

а – индукция;

б – наблюдение;

- в – синтез;
- г – эксперимент.

19. Мышление – это:

- а – процесс и результат решения задачи;
- б – процесс познавательной деятельности;
- с – процесс решения задачи;
- г – умение решать задачи;
- е – чувственное отражение окружающей действительности.

20. Наблюдение, сравнение, измерение, описание и эксперимент – это методы:

- а – обыденного уровня;
- б – теологического уровня;
- в – теоретического уровня;
- г – эмпирического уровня.

21. Главное(-ые) требование(-я) к эксперименту как к методу познания:

- а – воспроизводимость результатов;
- б – использование приборов;
- в – математическая теория планирования;
- г – теоретическая нагруженность.

22. Наука – это:

- а – высшая ценность человеческой цивилизации;
- б – мировоззрение;
- в – способ познания и освоения мира;
- г – часть духовной культуры общества.

23. Научные революции лежат в основе логики развития науки в концепции:

- а – Т. Куна;
- б – И. Лакатоса;
- в – К. Поппера;
- г – Б. Рассела.

24. Научный факт отличается от эмпирического тем, что:

- а – научный факт получают в результате экспериментов;
- б – он воспроизводим в любом месте в любое время любым человеком;
- в – он нуждается в повторении;
- г – эмпирический факт есть результат непосредственных ощущений органов чувств, а научный может быть получен только с помощью приборов.

25. Парадигма – это:

- а – исходная концептуальная схема;
- б – система научных знаний;
- в – совокупность методов исследования;
- г – совокупность теорий;
- д – совокупность фундаментальных законов.

26. Процедура, устанавливающая ложность гипотезы в результате экспериментальной или теоретической проверки, называется:

- а – дифференциация;
- б – интеграция;
- в – поляризация;
- г – фальсификация;
- д – нет правильного ответа.

27. Уровнями научного познания являются:

- а – обыденный;
- б – теологический;
- в – теоретический;
- г – фантастический;
- д – эмпирический.

28. Установите соответствие между определением метода научного познания и самим методом:

- | | |
|--|----------------|
| 1. Подобие, сходство каких-то свойств, признаков или отношений у различных в целом объектов. | а – аналогия; |
| 2. Прием мышления, в результате которого устанавливаются общие свойства и признаки объектов. | б – обобщение; |
| 3. Соединение ранее выделенных частей предмета в единое целое. | в – синтез; |
| 4. Способ рассуждения, в котором общий вывод строится на основе частных посылок. | г – индукция. |

29. Установите соответствие между определением метода научного познания и самим методом:

1. Изучение объекта путем создания и исследования его копии, замещающей объект исследования с определенных сторон.
2. Преднамеренное и целенаправленное изучение объектов, опирающееся на чувственные способности человека.
3. Прием познания, при котором на основе сходства объектов в одних признаках заключают об их сходстве и в других признаках.
4. Чувственное отражение предметов и явлений внешнего мира.

- а – аналогия;
б – индукция;
в – моделирование;
г – наблюдение.

30. Установите соответствие между функцией науки и ее содержанием:

1. Внесение полученных знаний в существующую картину мира, позволяющее сформировать научную картину мира.
2. Возможность применения полученных знаний в производстве, для регуляции общественной жизни, в социальном управлении.
3. Отнесение описанного по классам и разделам.
4. Предсказание новых открытий в рамках существующих теорий.

- а – мировоззренческая;
б – прогностическая;
в – производственно-практическая;
г – систематизирующая.

31. Цель наблюдения и эксперимента – давать науке:

- а – аксиомы;
б – факторы;
в – факты;
г – функции отклика.

ГЛОССАРИЙ

Абстрагирование – способ образования научных понятий путем мысленного отвлечения от несущественных для данной теории свойств, связей и отношений изучаемого объекта.

Автотрофы – организмы, осуществляющие питание посредством фотосинтеза.

Адроны (греч. *adros* – сильный) – общее название элементарных частиц, подверженных сильному взаимодействию.

Аксиома – исходное положение какой-либо теории, лежащее в основе доказательств других положений этой теории, в пределах которой оно принимается без доказательств.

Алгоритм – совокупность правил, определяющих эффективную процедуру решения любой задачи из некоторого заданного класса задач.

Алхимия – этап в развитии научного знания, предшествующий химии; ставила своей задачей превращение простых металлов в золото и серебро посредством особого вещества – философского камня.

Анализ – логическая операция расчленения объекта, явления, события на составные элементы, выполняемая в процессе познания и практической деятельности.

Аннигиляция (лат. *nihil* – ничто) – букв. превращение в ничто, уничтожение; в физике – условное название процесса превращения частицы и античастицы в другие частицы кванты поля.

Аномальное явление (АЯ) – необычайно редко встречающееся явление, которое не может быть достоверно зафиксировано или объяснено с помощью известных законов. По месту появления АЯ различают: аномальные космические явления, аномальные наземные и подземные явления, аномальные наводные и подводные явления.

Античастица – элементарная частица, масса и спин которой точно равны массе и спину данной частицы, а электрический заряд, магнитный момент и другие соответствующие характеристики равны по величине, но противоположны по знаку. Например, позитрон является античастицей электрона.

Антропогенез – учение о происхождении человека.

Антропоцентризм (греч. *anthropos* – человек, *kentron* – центр) – религиозно-идеалистическое представление, согласно которому человек является центром вселенной и конечной целью мироздания.

Апейрон (греч. *apeiron* – безграничное) – беспредельная, неопределенная, безкачественная материя, находящаяся в вечном движении.

Аттракторы (лат. *attraction* – притягивание) – точки, задающие направление процессам самоорганизации.

Барионы – «тяжелые» элементарные частицы-адроны с массой, не меньшей массы протона и полуцелым спином.

«Белая дыра» – результат взрыва «черной дыры», происшедшего вследствие сверхсжатия последней.

Биогенез – концепция, утверждающая, что между живой и неживой материей лежит непреодолимая преграда, а, следовательно, все живое может происходить только от живого.

Биогеоценоз – сложная природная система, объединяющая на основе обмена веществ и энергии совокупность живых организмов с неживыми компонентами – условиями обитания.

Биокатализаторы – вещества, присутствие которых обуславливает ускорение или торможение свойственных живой материи химических процессов.

Биосфера (от греч. *bios* – жизнь, *sphaira* – шар) – область распространения жизни на Земле, состав, структура и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов. Включает в себя населенную организмами верхнюю часть литосферы, воды, рек, озер, морей, океанов (гидросферу) и нижнюю часть атмосферы (тропосферу).

Биоценоз – совокупность животных, растений и микроорганизмов, населяющих участок среды с однородными условиями жизни, например, луг, озеро, берег реки и т.д.

Бифуркация (от лат. *bifurcus* – раздвоенный) – ситуация возможного раздвоения («вилки»), разветвление в траектории движения системы в определенной точке.

Близкодействие – передача взаимодействия от тела к телу, от точки к точке с конечной скоростью, не превышающей скорость света в вакууме.

Бозон – элементарная частица с целочисленным спином.

Вакуум (от лат. *vacuum* – пустота) – пространство, в котором отсутствуют реальные частицы и выполняется условие минимума плотности энергии в данном объеме.

Вероятность – числовая характеристика (мера) степени возможности наступления какого-либо определенного события.

Вещество – вид материи, совокупность дискретных образований, обладающих массой покоя.

Взаимодействие – развертывающийся во времени и пространстве процесс воздействия одних объектов на другие путем обмена материей и движением.

Взаимодействия фундаментальные – в физике известно четыре типа: сильное взаимодействие, электромагнитное взаимодействие, слабое взаимодействие и гравитационное взаимодействие.

Виртуальная частица (от позднелат. *virtualis* – возможный) – теоретически вычисленные элементарные частицы, непрерывно возникающие и исчезающие в очень короткие промежутки времени.

Время – одна из основных форм существования материи; форма последовательной смены явлений и состояний материи; форма возникновения, становления, течения, разрушения в мире; мера длительности процессов. Объективное время, измеряемое отрезками пути небесных тел, нужно отличать от субъективного, которое основано на осознании времени. Будущее, настоящее, прошлое – суть абстракции от естественного понятия времени.

Вселенная – в традиционном понимании – материальный мир, вся совокупность материальных объектов, качественно различных форм материи. В настоящее время такое понимание вытесняется уточненным: Вселенная – объект космологии, та часть материального мира, которая на данном уровне познания доступна астрономическому (наблюдательному и теоретическому) исследованию.

Галактика (от греч. *galakticos* – млечный) – звездная система, в которой находится и Солнце, содержит порядка 100 миллиардов звезд.

Гармония (греч. *harmonia* – связь, соразмерность) – отношение всех вещей во Вселенной. Созвучие, согласие, соответствующая эстетическим законам согласованность частей в расчлененном целом. Идея гармонии лежала еще в основе пифагорейской идеи гармонии сфер. В преобразованной форме в новой философии у Шефтсбери, Кеплера, Дж. Бруно, Лейбница, в немецком идеализме.

Ген (от греч. *genos* – происхождение) – единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо элементарного признака. У высших организмов (эукариотов) входит в состав хромосом.

Генезис (греч. *genesis* – происхождение, становление) – происхождение, возникновение, развитие (например, биогенезис – возникновение и развитие жизни).

Генобиоз – методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на убеждении в первичности молекулярной системы со свойствами первичного генетического кода.

Геном – совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма.

Гетеротрофы – организмы, питающиеся органическими веществами. К ним относятся грибы, многие организмы, все животные и люди.

Гипотеза – научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо явления и требующее проверки на опыте и теоретического обоснования для того, чтобы стать достоверной научной теорией.

Глобальные проблемы современности – проблемы, возникающие в результате объективного развития общества на современном этапе, создающие угрозы всему человечеству и требующие для своего решения объединенных усилий всего мирового сообщества. К ним относятся проблема предотвращения ядерной войны, экологическая проблема, проблема истощения энергетических ресурсов (энергетический кризис), продовольственная проблема, связанная с трудностями обеспечения продовольствием населения отдельных районов земного шара, и многие другие.

Голобиоз – методологический подход в вопросе происхождения жизни, основанный на идее первичности структур, наделенных способностью к элементарному обмену веществ при участии ферментного механизма.

Гомеостаз (*gomeo* – подобный, одинаковый, *statis* – неподвижность, состояние) – относительное динамическое постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость основных физиологических функций организма (температуры тела, кровяного давления и др.).

Гравитационный коллапс (от лат. *gravitas* – тяжесть, *collapses* – ослабевший) – сверхсжатие массивной звезды под действием сил тяготения после исчерпания в ее недрах ядерной энергии, приводящее к образованию «черной дыры».

Дальнодействие – представление, согласно которому действие тел друг на друга передается мгновенно через пустоту на любое расстояние без каких-либо посредствующих звеньев.

Движение – способ существования материи; изменение вообще, всякое взаимодействие материальных объектов.

Дедукция – логическое умозаключение от общего к частному, от общих суждений к другим общим выводам.

Деизм (от лат. *dues* – Бог) – религиозно-философское учение, распространенное в XVII–XVIII вв., признающее Бога творцом мира, но отвергающее его участие в жизни природы и общества.

Детерминизм – философская концепция, признающая объективную закономерность и причинную обусловленность всех явлений природы и общества.

Диалектика (греч. *dialektike*) – наука о наиболее общих законах развития природы, общества и мышления.

Дискретный (от лат. *discretus*) – разделенный, прерывистый.

Диссимиляция (катаболизм) – распад сложных органических веществ в организме, сопровождающийся освобождением энергии, используемой в процессах жизнедеятельности.

Диссипативные структуры (от лат. *dissipation* – рассеивать) – новые структуры, требующие для своего образования большого количества энергии.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) – высокомолекулярное соединение, содержащееся в ядрах клеток организмов и вместе с белками-гистонами образующее вещество хромосом. ДНК – носитель генетической информации, ее отдельные участки соответствуют определенным генам.

Дуализм (лат. *duo* – два) – философское учение, считающее в противоположность монизму материальную и духовную субстанции равноправными началами. Исходным мотивом дуализма часто является попытка примирения материализма и идеализма.

Дух (лат. *spiritus*, букв. дуновение, тончайший воздух, дыхание, запах) – в широком смысле слова понятие, которое тождественно идеальному сознанию как высшей форме психической деятельности; в узком смысле равнозначно понятию мышление.

Естествознание – естественные науки, совокупность наук о природе.

Жизнь – форма движения материи, высшая по отношению к физической и химической формам, обладающая рядом специфических особенностей, то, чем мир организмов (т.е. растения, животные, человек) отличается от всей остальной действительности.

Закон – необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе (обществе). Понятие закона близко к понятию сущности, которая представляет собой совокупность глубинных связей процессов, определяющих важнейшие черты и тенденции развития объектов.

Идея (греч. *idea* – букв. «то, что видно», образ) – философский термин, обозначающий «смысл», «значение», «сущность», и тесно связанный с категориями мышления и бытия.

Иерархические системы – системы, имеющие многоуровневую (многоступенчатую) структуру в функциональном, организационном или каком-либо другом смысле.

Изомеры – химические соединения, одинаковые по молекулярной массе и составу, но различающиеся по строению.

Имманентный – внутренне присущий какому-либо предмету, явлению, проистекающий из его природы.

Императив – требование, предъявляемое к человеку обстоятельствами или моральным законом, например, экологический императив.

Импульс (лат. *impulsus*) – в физике – произведение массы на скорость, мера механического движения; в более широком смысле – побуждение, стремление, воздействие.

Индукция – способ рассуждения или метод получения знаний, при котором общий вывод дается на основе обобщения частных посылок.

Инерциальная система (от лат. *inertia* – неподвижность) – система, движущаяся прямолинейно и равномерно.

Интеллект (от лат. *intellectus* – познание, понимание, рассудок) – определяется совокупностью психических функций высших отделов мозга, высших сенсорных функций, исчерпываемых четырьмя основными аспектами: перцепцией, обучением, использованием языка и планированием, в каждом из которых главенствующим является реализация принципа решения в условиях дефицита информации.

Интуиция (от лат. *intueri* – пристально, внимательно смотреть) – знание, возникающее без осознания путей и условий его получения, в силу чего субъект имеет его как результат «непосредственного усмотрения». И. трактуется и как специфическая способность (например, художественная или научная И.), и как «целостное охватывание» условий проблемной ситуации (чувственная И., интеллектуальная И.), и как механизм творческой деятельности (творческая И.).

Информация – мера (характеристика, признак; лат. *Informatio* – разъяснение, изложение) разнообразия окружающей среды. Первоначально – сведения, передаваемые людьми различными способами. Общенаучное понятие, включающее в себя обмен сведениями между людьми; человеком и автоматом; автоматом и автоматом; обмен сиг-

налами в живом и растительном мире; передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму (генетическая информация – одно из основных понятий кибернетики).

Информация генетическая – программа свойств организма, получаемая от предков и заложенная в наследственных структурах (ДНК, у отдельных вирусов и РНК) в виде генетического кода.

Иррационализм – направление в философии, отрицающее возможность разумного логического познания действительности, признающее основным видом познания инстинкт, откровение, веру.

Иррациональное – то, что не может быть постигнуто разумом, что не подчиняется законам логики, что оценивается как «сверхразумное», «противоразумное».

Камера Вильсона – устройство для исследования элементарных частиц на основе анализа оставленных ими на фотопластинке следов (треков).

Катализ – возбуждение реакций или изменение скорости их протекания посредством добавления особых веществ-катализаторов, не участвующих непосредственно в реакции, но изменяющих ее ход.

Катастрофа (греч. *katastrophe* – переворот, поворот, конец, гибель) – скачкообразное изменение, возникающее в виде внезапного ответа системы на плавные изменения внешних условий.

Квезары (англ. *quasar*, сокр. от *quasistellarradiosource* – звездоподобный источник излучения) – космические объекты, предположительно ядра галактик, со сверхплотным веществом, интенсивным радиоизлучением и чрезвычайно малыми условными размерами.

Квант (от лат. *quantum* – количество) – неделимая порция (энергии).

Кварки – элементарные частицы с дробным электрическим зарядом, соединения которых образуют адроны (барионы и мезоны).

Кибернетика (греч. *kybernetike* – искусство управления) – наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе.

Киральность молекулярная (диссиметрия) – отсутствие зеркальной симметрии у молекул живой материи, приводящее к отклонению ими поляризованного луча света.

Коацерваты – капли или слои с большей концентрацией растворенного вещества, находящиеся в растворе этого же полимера или биополимера.

Код – универсальный способ отображения информации при ее хранении, передаче и обработке.

Код генетический – свойственная организмам единая система «записи» наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде нуклеотидов.

Континуальный (лат. *continuuus*) – непрерывный.

Континуум – сплошная материальная среда, свойства которой изменяются в пространстве непрерывно.

Концепция (лат. *conceptio* – понимание, система) – основная точка зрения, руководящая идея; ведущий замысел, основополагающий конструктивный принцип различных видов деятельности; определенный способ понимания, трактовки каких-либо явлений.

Корпускула (лат. *corpuskulum* – тельце) – физическая мельчайшая частица материи.

Корпускулярно-волновой дуализм – лежащее в основе квантовой теории представление о том, что в поведении микрообъектов проявляются как корпускулярные, так и волновые черты.

Космология – физическое учение о Вселенной как едином целом, основанное на исследовании той ее части, которая доступна для астрономических наблюдений и других способах ее изучения; представление о мироздании у разных народов.

Космос (греч. *kosmos* – Вселенная) – мир, мыслимый как упорядоченное единство. Вселенная, мир в целом и как целое, вся совокупность движущейся материи, включая Землю, Солнечную систему, нашу и все остальные галактики.

Креационизм (лат. создание, творение) – учение о сотворении мира из пустоты. Направление в биологии, считающее, что возникновение мира, жизни, человека есть результат божественного творения, отрицающее изменение видов в их историческом развитии.

Кризис – перелом, тяжелое переходное состояние.

Критерий – признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация чего-либо.

Макромир – уровень в структурной иерархии материи в масштабе звезд, планет, физических тел.

Макроэволюция – эволюционные преобразования за длительный исторический период, приводящие к возникновению новых надвидовых форм организации живого.

Материя (лат. *materia*) – вещество (масса); поле (энергия); физический вакуум; понятие, первоначально обозначающее отличитель-

ный признак очевидной пространственной телесности еще без противопоставления его жизни, душе, духу, и только после ряда исторических превращений развившееся в понятие «мертвого вещества», которое является также и понятием, противоположным понятиям жизни, души и духа. В области мировоззрения это оформляется в материализме, в сфере науки – в современном естествознании. В новейшей физике «материя» – обозначение некоторой особой точки поля. Определение: материя – это все, из чего все состоит, во что все превращается, из чего все происходит. Философская категория для обозначения объективной реальности, которая существует независимо от сознания и отражается в нем (диалектический материализм).

Мегамир – уровень в структурной иерархии материи, имеющий крупномасштабные параметры (Метагалактика, сверхгалактики, галактики, звездные системы).

Мезоны – неустойчивые, самопроизвольно распадающиеся элементарные частицы с нулевым или целым спином, принадлежащие к классу адронов.

Метаболизм (*metabole* – перемена, превращение) – 1) обмен веществ; 2) в узком смысле – промежуточный обмен веществ, превращение определенных веществ внутри клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов (метаболизм белков, глюкозы, лекарственных препаратов).

Метагалактика – (букв. «то, что находится за галактикой») – космическая система, включающая миллиарды галактик.

Метод (греч. *methodos* – букв. «путь к чему либо») – путь, исследование, прослеживание. Способ достижения определенной цели, совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности. В области науки метод есть путь познания, который исследователь прокладывает к своему предмету, руководствуясь своей гипотезой.

Методология – 1) совокупность приемов исследования, применяемых в какой-либо науке; 2) учение о методе научного познания и преобразования мира.

Механицизм – философское учение, сводящее все качественное разнообразие форм движения материи к механическому движению, а все сложные закономерности движения – к законам механики.

Микромир – уровень иерархической структуры материи в масштабе атомов, ядер, элементарных частиц, субэлементарных частиц.

Микроэволюция – совокупность эволюционных изменений, происходящих в генофондах популяций за сравнительно небольшой период времени.

Мировоззрение – система взглядов на объективный мир и место в нем человека, на отношение человека к окружающей его действительности и самому себе, а также обусловленные жизненные позиции людей, их убеждения, идеалы, принципы познания и деятельности, ценностные ориентации. В качестве субъекта М. реально выступает социальная группа и личность.

Моделирование – процесс построения модели одним из доступных методов или их сочетанием.

Модель – отображение оригинала (первичной информационной системы, совокупности признаков) любыми средствами или путями (математические, логические, физические модели).

Мультиплеты (от лат. *multiplex* – многократный) – группы частиц, возникающих в «сильных» взаимодействиях.

Мутации (от лат. *mutation* – изменение) – внезапно возникающее естественное или искусственное изменение наследственных структур, ответственных за хранение генетической информации в результате перестроек или нарушений в хромосомах и генах.

Натурфилософия – философия природы, умозрительное истолкование природы, рассматриваемой в ее целостности. Ранняя древнегреческая натурфилософия до сократовского периода (милетская школа и др.), по существу первая историческая форма философии. Эпоха Возрождения – новый расцвет натурфилософии (Дж. Бруно, Б. Телезио, Т. Кампанелла, Дж. Кардано, Парацельс, Ф. Патрици). Немецкая классическая натурфилософия получила развитие у Шеллинга и его последователей (Л. Окен, Х. Стеффенс, Г. Карус, Г. Шуберт и др.). Наряду с метафизическими натурфилософия содержит глубокие диалектические идеи в трактовке природных явлений. Развитие экспериментального естествознания привело к вытеснению натурфилософии теориями природы, базирующимися на естественно-научных данных.

Наука – динамическая система объективно истинных знаний о существенных связях действительности, получаемых и развиваемых в результате специальной общественной деятельности и превращаемых благодаря их применению в непосредственную силу общества.

Научное мировоззрение – система взглядов на мир, отражающих достижения науки. Может быть частным, общим, универсальным (всеобщая картина мира).

Негаэнтропия – количественная характеристика понятия информации.

Нейтронные звезды – космические тела, состоящие из нейтронов (в которые превращаются также протоны вследствие поглощения их ядрами).

Ноосфера (*nous* – разум) – сфера разума. В учении В.И. Вернадского биосфера, преобразованная человеческой мыслью и трудом в качественно новое состояние, в котором разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором динамики общества и природы.

Образ мира – целостная, многоуровневая система представлений человека о мире, других людях, о себе и своей деятельности. В этом понятии воплощена идея целостности и преемственности в зарождении, развитии и функционировании познавательной сферы личности.

Онтогенез (греч. *ontos* – происхождение) – индивидуальное развитие организмов, охватывающее все изменения от момента зарождения до окончания жизни.

Органогены – химические элементы, входящие в состав органических веществ (углерод, кислород, водород, азот, фосфор, сера).

Относительности принцип – во всех инерциальных системах отсчета движение объектов происходит по одинаковым законам.

Отображение – содержание (образ, копия, сообщение) отражения, характеризующееся модальностью (качественной разнородностью); вид соответствия между оригиналом и образом.

Отражение – всеобщее свойство материи, заключающееся в воспроизводстве особенностей отражаемого предмета в отражающем объекте или субъекте (сознании).

Панспермия – гипотеза о появлении жизни на Земле в результате переноса с других планет неких зародышей жизни.

Пантеизм (от греч. *pan* – все, *theos* – Бог) – философское учение, отождествляющее Бога с природой и рассматривающее природу как воплощение божества.

Парадигма (от греч. *paradeigma* – образец) – исходная концептуальная схема, модель постановки и решения проблемы, способ организации научного знания, которые в течение определенного времени дают научному сообществу определенное видение мира. Смена парадигм происходит в ходе научных революций.

Пассионарность – в концепции Л.Н. Гумилева повышенная тяга к действию у людей, возникающая из-за их специфической способности усваивать больше энергии, чем необходимо для нормальной жизнедеятельности. Появляется в результате мутации.

Поведение – система взаимосвязанных реакций, осуществляемых человеком (животным) для приспособления к среде. Поведение человека изучают этология, социология, психология.

Познание – обусловленный законами общественного развития и неразрывно связанный с практикой процесс отражения и воспроизведения в человеческом мышлении действительности.

Поле физическое – особая форма материи, переносчик физических взаимодействий.

Популяция (от франц. *population* – население) – совокупность особей одного вида, населяющая некоторую территорию, относительно изолированная от других и обладающая определенным генофондом; рассматривается как элементарная единица эволюции.

Принцип (лат. *principium* – основа, первоначало) – первоначало, руководящая идея, основное правило поведения.

Природа – окружающий нас мир во всем бесконечном многообразии своих проявлений. Природа представляет собой объективную реальность, существующую вне и независимо от сознания. Она не имеет ни начала, ни конца, бесконечна во времени и пространстве, находится в непрестанном движении и изменении.

Прокариоты – организмы, лишенные оформленного ядра (вирусы, бактерии, синезеленые водоросли).

Пространство – форма существования материальных объектов; место, где находятся физические поля; мера протяженности тел; характеризующая структурность и протяженность материальных систем.

Процесс (лат. *processus* – прохождение, продвижение) – закономерное, последовательное изменение явления, его переход в другое явление.

Пульсар (англ. *pulsar*, сокр. от *pulsaring source of radioemission* – пульсирующий источник радиоизлучения) – космические источники радио-, оптического, рентгеновского, гамма-излучения, приходящего на Землю в виде периодически повторяющихся импульсов.

Развитие – процесс движения от низшего (простого) к высшему (сложному), главной характерной чертой которого является исчезновение старого и возникновение нового.

Рационализм – особый тип мировоззрения, связанный с утверждением всемогущества человеческого разума, выраженного прежде всего в высоком развитии науки.

Рациональный – разумный, целесообразный, обоснованный.

Реальность – бытие вещей в его сопоставлении с небытием, а также с другими (возможными, вероятными) формами бытия.

Редукция (от лат. *reduction* – возвращение) – сведение сложного к простому.

Религия – мировоззрение и мироощущение, соответствующее поведение и специфические действия (культ), основанные на существовании «священного», той или иной разновидности сверхъестественного. Наиболее ранние проявления – магия, тотемизм, фетишизм, анимизм и т.п. Исторические формы развития религии: племенная, национально-государственные (этнические), мировые (буддизм, христианство, ислам).

Релятивизм (от лат. *relatives* – относительный) – методологический принцип, выделяющий относительность, неполноту любого знания; в теории относительности выделяется и тот аспект, что результаты любых исследований (изменений) зависят от системы отсчета.

Ритм – чередование каких-либо элементов (звуковых, световых), происходящее с определенной последовательностью; частота, скорость протекания чего-либо. Все и вся живут в системе повторяющихся колебаний, подъемов и спадов, у всего есть свой цикл: рождение, развитие, умирание.

Самоорганизация – природный скачкообразный процесс, переводящий открытую неравновесную систему, достигшую в своем развитии критического состояния, в новое устойчивое состояние с более высоким уровнем сложности и упорядоченности по сравнению с исходным.

Симметрия (от греч. *symmetria*) – правильность, соразмерность формы (объекта, модели, теории). Симметрия в физике – свойство физических величин оставаться неизменными при определенных преобразованиях. Лежит в основе всех физических законов сохранения.

Сингулярность (от лат. *singularis* – отдельный, особый) – точечный объем с бесконечно большой плотностью. В космологии особенное состояние в «окрестностях» Большого взрыва.

Синергетика (от греч. *sinergeia* – совместное, согласованное действие) – учение о самоорганизующихся системах.

Синтез – логическая операция соединения различных элементов в единое целое (включает методы моделирования, идеализации и т.п.).

Синхронный (от греч. *syn* – вместе, *chronos* – время) – одновременный.

Система (от греч. *systema* – соединение) – упорядоченное множество взаимосвязанных элементов, определенная целостность, проявляющаяся как нечто единое по отношению к другим объектам или внешним условиям.

Сознание – высшая, свойственная лишь человеку форма отражения объективной действительности. Сознание представляет собой совокупность психических процессов, активно участвующих в осмыслении человеком объективного мира и своего собственного бытия.

Соответствия принцип – сформулированный Н. Бором принцип взаимоотношений последовательно сменяющих друг друга теорий в той или иной области знаний. Суть данного принципа заключается в том, что всякая новая теория не отвергает начисто предшествующую, а включает ее в себя на правах частного случая. Так, законы релятивистской механики переходят в законы классической механики Ньютона, если скорости тел существенно меньше скорости света; а законы квантовой механики приводят к тем же результатам, что и законы классической механики, если можно пренебречь величиной кванта действия и т. д.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга – произведение погрешностей, ограниченное постоянной Планка, с которыми могут быть одновременно определены положение и импульс квантовой частицы или энергия и время. Абсолютная точность в определении первого сомножителя пары величин влечет за собой полную неопределенность значения второго сомножителя.

Спонтанный (лат. *spontaneus*) – самопроизвольный.

Структура (от лат. *structura* – строение, расположение) – отражение системы с точки зрения ее элементов и связей между ними, когда определено влияние их на целостные свойства системы и ее внешние связи; совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т.е. сохранение основных свойств при различных внутренних и внешних изменениях.

Сциентизм (от лат. *scientia* – знание, наука) – мировоззренческая позиция, в основе которой лежит представление о научном знании как о наивысшей культурной ценности и достаточном условии

ориентации человека в мире. Идеал для сциентизма – не всякое научное знание, а «рациональные», точные результаты и методы естественно-научного познания. Сциентизм представляется как главный фактор общественного прогресса.

Творчество – это деятельность, порождающая новое и отличающаяся неповторимостью, оригинальностью, уникальностью. Творчество специфично только для человека, так как всегда предполагает творца – субъекта деятельности.

Тезаурус – полное содержание организованной (связной), осознанной части познания – интеллект (применительно к человеку), программа и характеристики (для машины). Набор данных о какой-либо области знания (в информатике систематизированный), представленный в виде ключевых слов (дескрипторов), соотнесенных между собой по каким-либо семантическим параметрам и позволяющих человеку или вычислительной машине в них ориентироваться.

Теизм (от греч. *theos* – Бог) – религиозно-философское учение, считающее Бога абсолютной личностью, стоящей над миром и человеком, рассматривающее мир как осуществление божественного промысла.

Телеология (греч. *telos* – цель, *logos* – учение) – философская концепция, согласно которой все в мире (действия человека, природные явления) устроено целесообразно, развитие согласуется с его целями. Всякое развитие в мире служит осуществлению заранее predeterminedных целей.

Теория – рассмотрение, исследование. Система основных идей и законов в той или иной отрасли знаний.

Термодинамика – раздел физики, в котором изучаются наиболее общие свойства систем, находящихся в состоянии теплового равновесия, и процессы перехода между такими состояниями, сопровождаемые превращением теплоты в другие виды энергии.

Термоядерная реакция – реакция синтеза (слияния) атомных ядер, эффективно протекающая при сверхвысоких температурах и способствующая поддержанию этих температур за счет большого энерговыделения.

Трофика (от греч. *trophe* – питание) – воздействия нервной системы, непосредственно влияющие на обмен веществ в тканях и органах живого организма.

Тяготение (гравитация, гравитационное взаимодействие) – универсальное взаимодействие между любыми видами материи. Если

это взаимодействие относительно слабое и тела движутся медленно (по сравнению со скоростью света), то справедлив закон всемирного тяготения Ньютона. В общем случае Т. описывается в созданной А. Эйнштейном общей теории относительности.

Управление – функция операционной системы, воздействия на систему с целью достижения ею заданного состояния.

Фенотип (греч. *phaino* – являю, *typos* – форма, образец) – совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития. Складывается в результате взаимодействия наследственных свойств организма – генотипа и условий среды обитания.

Фермент (энзим) (от лат. *fermentum* – закваска) – биологические катализаторы, регулирующие биологический обмен веществ.

Филогенез (греч. *phyle* – род, вид, *genesis* – происхождение) – развитие вида.

Флуктуация (от лат. *fluctuation* – колебание) – случайные отклонения системы от равновесного положения.

Фотон (от греч. *photos* – свет) – элементарная частичка света.

Фотосинтез – образование в клетках зеленых растений, водорослей и некоторых микроорганизмов углеводов и кислорода из углекислоты и воды под действием света.

Фотоэффект – изменение электрических свойств вещества под действием электромагнитных излучений (света, ультрафиолетовых, рентгеновских и др. лучей); например, испускание электронов под действием света.

Фрактал (от лат. *fractus* – ломать, дробить). Понятие было впервые введено Бенуа Мандельбротом в 1975 г. Этим неологизмом Б. Мандельброт обозначил широкий класс естественных и искусственных топологических форм, главной особенностью которых является самоподобная иерархически организованная структура. Самоподобие подразумевает, что внешне, с точки зрения формы, фрактальный объект состоит из большого числа точных или статистических «копий» самого себя, которые последовательно обнаруживаются на все более подробных масштабных шкалах.

Хаос (от греч. *chainein* – зиять) – открытая, зияющая пропасть; беспорядочное, бесформенное, неопределенное состояние. В космогонии первобытное состояние или первоматерия, из которого произошел или сотворен мир как упорядоченный космос.

Хемосинтез – тип питания, свойственный некоторым микроорганизмам, способным создавать органические вещества из неорганических за счет энергии, получаемой при окислении ими других неорганических соединений (например, аммиака, сероводорода).

Хромосомы (от греч. *chroma* – цвет, *soma* – тело) – структурные элементы ядра клетки, содержащие ДНК, в которой заключена наследственная информация организма. В хромосоме в линейном порядке расположены клетки, содержащие ДНК, в которой заключена непосредственная информация организма. В хромосоме в линейном порядке расположены гены.

Цикл (от греч. *kuklos* – колесо, круг, кругооборот) – совокупность каких-либо явлений, работ, процессов, совершающихся в определенной последовательности в течение какого-либо промежутка времени и составляющих завершённый круг развития чего-либо. Циклические явления – явления, происходящие в определенной последовательности друг за другом с соблюдением некоторого временного интервала между отдельными стадиями. Например, смена времен года; чередование определенных фаз в процессе деления клетки и др.

Человек – биосоциальное существо, генетически связанное с другими формами жизни, но выделившееся из них благодаря способности производить орудия труда, обладающее членораздельной речью и сознанием, творческой активностью и нравственным самосознанием; высшая ступень живых организмов на Земле.

«Черная дыра» – космический объект столь огромной массы, что от него не может вырваться даже электромагнитное излучение (включая свет) – напротив, в эти невидимые «дыры» все «проваливается».

Эволюционизм – теория, понимающая развитие только как постепенное, количественное изменение, отрицающее скачкообразные переходы.

Эволюция (от лат. *evolutio* – развертывание) – развитие.

Экология (греч. *oikos* – дом, родина, *logos* – учение) – учение об окружающей среде и взаимоотношениях с ней.

Экстраполяция (от лат. *extra* – сверх меры, *polire* – делать гладким) – метод научного исследования, заключающийся в распространении выводов, полученных из наблюдений над одной частью явления, на другую его часть.

Элемент – составная часть сложного целого, выделенная по определенному (заданному) набору признаков, например, инвариантности к воздействию.

Элементарные частицы – далее неразложимые частицы, качественно отличающиеся от сложных частиц и составляющие глубинный уровень структуры материального мира.

Элиминация (от лат. *eliminare* – изгонять) – удаление, устранение.

Эмпиризм – учение, признающее чувственный опыт единственным источником знаний.

Энергия (от греч. *energeia* – действие, деятельность) – общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи. Одна из характеристик материи, отражающая уровни взаимодействия материальных систем.

Эниология – новое научное направление, акцентирующее свое внимание на процессах энергоинформационного обмена, происходящего в объектах живой и неживой природы, включая процессы, традиционно относимые к паранормальным (парапсихология, телекинез, ясновидение и т.п.).

Энтропия (греч. *en* – в, внутрь, *trope* – поворот, превращение) – мера хаоса (беспорядка) в изолированной системе. Введена в науку Р. Клаузиусом. Принимает только положительные значения. В термодинамике известен принцип возрастания энтропии – стремление любой системы к состоянию термодинамического равновесия – состоянию с наименьшей упорядоченностью движения частиц (хаосу). Энтропия также является количественной мерой неопределенности ситуации (мерой незнания).

Этология (греч. «обычай») – биологическая наука, изучающая поведение организмов в естественных условиях, уделяет внимание анализу генетически обусловленным формам поведения, их эволюции.

Эукариоты – высшие организмы, клетки которых содержат оформленное ядро.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Горбачев, В.В. Концепции современного естествознания: учебник / В.В. Горбачев. – М.: Оникс, 2008. – 592 с.
2. Концепции современного естествознания: учебник / под ред. Л.А. Михайлова. – СПб: Питер, 2008. – 336 с.
3. Алексеев, С.И. Практикум по дисциплине «Концепции современного естествознания» / С.И. Алексеев. – М., 2003. – 19 с.

Дополнительная литература

4. Вертьянов, С.Ю. Происхождение жизни: факты, гипотезы, доказательства / С.Ю. Вертьянов. – 5-е изд., доп. – М.: Свято-Троицкая Сергиева Лавра, 2009. – 146 с.
5. Грин, Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории: пер. с англ. / под общ. ред. В.О. Малышенко. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 288 с.
6. Длугач, Т.М. Две философские рефлексии: от Гольбаха к Канту. Сравнительно-исторический анализ / Т.М. Длугач. – М.: Канон, 2011. – 351 с.
7. Новикова, В.Б. Экология: биосфера и человек: курс лекций / В.Б. Новикова, О.В. Злотникова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 114 с.
8. Пригожин, И. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / И. Пригожин, Д. Кондепуди. – М.: Мир, 2002. – 464 с.
9. Пригожин, И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
10. Саган, К.С. Космос: эволюция Вселенной, жизни и цивилизации / К. Саган; пер. с англ. А. Сергеева. – СПб.: Амфора, 2005. – 525 с.
11. Хокинг, С. Кратчайшая история времени / С. Хокинг, Л. Млодинов. – СПб.: Амфора, 2006. – 86 с.
12. Тарасов, Л.В. Закономерности окружающего мира. В 3 кн. Кн. 1. Случайность, необходимость, вероятность / Л.В. Тарасов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 384 с.

13. Тарасов, Л.В. Закономерности окружающего мира. В 3 кн. Кн. 2. Вероятность в современном обществе / Л.В. Тарасов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 360 с.

14. Тарасов, Л.В. Закономерности окружающего мира. В 3 кн. Кн. 3. Эволюция естественно-научного знания / Л.В. Тарасов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 360 с.

15. Шилов, И.А. Экология: учебник / И.А. Шилов. – 7-е изд. – М.: Юрайт-Издат, 2011. – 512 с.

16. Бандурка, А.М. Основы психологии и педагогики: учеб. пособие / А.М. Бандурка, В.А. Тюрина, Е.И. Федоренко. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 250 с.

17. Плащинская, Н.С. Психология и педагогика: учеб.-метод. пособие / Н.С. Плащинская. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2009. – 108 с.

*Методические указания, рекомендации
и другие материалы к занятиям*

18. Матвеев, В.А. Концепции современного естествознания: УМК / В.А. Матвеев. – СПб.: Академия управления и экономики, 2006. – 102 с.

19. Тихонов, А.С. Концепции современного естествознания: УМК для студентов вузов / А.С. Тихонов, Г.А. Петров. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. гос. пед. ун-та им. И.Я. Яковлева, 2007. – 44 с.

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Учебное пособие

Степанов Юрий Михайлович

Редактор Н.В. Красовская

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 05.03.2014. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. 19,0. Тираж 54 экз. Заказ № 114

Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117