

Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский государственный технический университет»

В.С. Кирчанов, А.И. Цаплин

КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

**Под общей редакцией
доктора технических наук, профессора А.И. Цаплина**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия для студентов
очного и заочного отделений всех специальностей*

Издательство
Пермского государственного технического университета
2008

УДК 53(07):378

К 43

Рецензенты:

Е.Л. Тарунин, доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики и информатики Пермского государственного университета;

Г.М. Трунов, кандидат технических наук, доцент кафедры общей физики Пермского государственного технического университета

Кирчанов, В.С.

К 43 Концепции современного естествознания: учеб. пособие / В.С. Кирчанов, А.И. Цаплин / под общ. ред. А.И. Цаплина. – Изд-во Перм. гос. техн. ун-та. – Пермь, 2008. – 181 с.

ISBN 978-5-88151-823-3

Рассмотрены основы современного естествознания, необходимые для изучения курса «Концепции современного естествознания» в техническом вузе. Приведены примеры и вопросы, варианты контрольных работ, темы рефератов, тесты для контроля уровня обученности.

Предназначено для студентов очного и заочного отделений всех специальностей и преподавателей.

УДК 53(07):378

К 43

© ГОУ ВПО

«Пермский государственный

ISBN 978-5-88151-823-3

технический университет», 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ПРИРОДА И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ	9
1.1. Введение в естествознание	9
1.2. История естествознания	14
1.3. Система естественных наук	19
1.4. Вопросы для самоконтроля	32
2. СОВРЕМЕННАЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА.....	34
2.1. Основные концепции физической картины мира	34
2.2. Основные концепции химии	67
2.3. Вопросы для самоконтроля	76
3. МЕГАМИРЫ И ПЛАНЕТАРНЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ	78
3.1. Вселенная.....	78
3.2. Галактика	82
3.3. Солнечная система	89
3.4. Геосферные оболочки Земли.....	95
3.5. Основные концепции геологии.....	103
3.6. Вопросы для самопроверки	107
4. БИОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ	109
4.1. Основные концепции биологии	109
4.2. Биосфера Земли.....	114
4.3. Человечество.....	123
4.4. Человек.....	132
4.5. Вопросы для самоконтроля	149

5. ВЫСШИЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ.....	151
5.1. Ноосфера – сфера разума и техносфера	151
5.2. Самоорганизация.....	162
5.3. Естественная и гуманитарная культура	177
5.4. Вопросы для самоконтроля.....	188
6. МОДЕЛИРОВАНИЕ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ.....	190
6.1. Метод математического моделирования	190
6.2. Эволюционная экономика	200
6.3. Вопросы для самоконтроля.....	209
7. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	211
7.1. Методические указания по самостоятельному изучению курса.....	211
7.2. Планы практических (семинарских) занятий.....	215
7.3. Задания к контрольной работе №1.....	243
7.4. Задания к контрольной работе №2.....	272
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	278
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	280
Список основной литературы	280
Список дополнительной литературы	280
ПЕРСОНАЛИИ	289
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	295
О приближенных вычислениях.....	295
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	299
Справочные данные	299
ПРИЛОЖЕНИЕ 3.....	302
Список вопросов для сдачи экзамена/зачета.....	302

ВВЕДЕНИЕ

Предметом дисциплины «Концепции современного естествознания» (КСЕ) являются наиболее общие фундаментальные представления о мире. Эти представления сформировались внутри отдельных направлений естествознания в виде концепций. Следующий уровень абстракции состоит в критическом анализе этих концепций с целью получения объективной картины мира. Затем возникает проблема определения истинности этой естественно-научной картины мира и сравнения её с художественной картиной мира, полученной в рамках искусства как другого способа познания мира с целью получить более полную картину действительности. Таким образом, удается преодолеть некую односторонность научного подхода и лучше понять специфику научной формы познания. Актуальность курса КСЕ обеспечивается рассмотрением главным образом современного естествознания. История естествознания, философия и методология естествознания составляют предмет других дисциплин.

КСЕ продолжает оставаться универсальной дисциплиной естественно-научного цикла в Государственных образовательных стандартах (ГОС) третьего поколения. Она предназначена для естественно-научного образования студентов гуманитарных, общественных, экономических специальностей и может быть полезна студентам технических и других специальностей. По сравнению со стандартами второго поколения в современных появилось понятие *компетенции*, т.е. реальные способности применения освоенных знаний в практических ситуациях, особенно новых и нестандартных. Главным в обучении становится обеспечение развития личности специалиста или руководителя, обретение им ярко выраженной

способности к лидерству, коммуникабельности, работе в команде, способности к освоению новых знаний, саморазвитию. В информационную эпоху такой тип личности становится востребованным в новой «экономике знаний», в которой корпорации превращаются в интеллектуальные предприятия, а знания становятся интеллектуальным капиталом, приносящим прибыль. В этом случае образованный человек, обладающий знаниями в области гуманитарной культуры, естественно-научной культуры и бизнес-культуры, становится ключевой фигурой, обеспечивающей успех. Таким образом, модифицированная дисциплина КСЕ является необходимым и обязательным компонентом при подготовке лидеров и активных участников бизнеса. С другой стороны, некоторые разделы КСЕ могут служить основой для понимания эволюции поведения государств как сложных самоорганизованных живых систем и глобальных центров капитала и информации.

Проблема преподавания КСЕ состоит в том, что профессиональная, личностная и идейная позиция авторов значительно влияет на отбор материала, уровень и стиль изложения. Количество учебников и учебных пособий превышает сотню, однако в этом ряду отсутствуют издания, содержащие хотя бы минимум учебного и методического материала, необходимого студенту для самостоятельного изучения предмета и оценки уровня усвоения полученных знаний.

Цель настоящего пособия состоит в том, чтобы снабдить студентов различных специальностей технического университета всех форм обучения основными материалами для самостоятельного изучения данного курса и сэкономить при этом их время. Этим обусловлен небольшой объем пособия, однако предполагается, что оно будет обязательно прочитано полностью. Авторы придерживались двухуровневой схемы изложения материала: концептуальной и фактической, полагая, что студент в состоянии запомнить и осмыслить не-

сколько ключевых утверждений, понятий, формул и чисел. Авторы по возможности следовали системному подходу, стремясь к тому, чтобы у студента сформировалось современное представление о целостной неживой и живой природе и о своем собственном временном и пространственном месте в этом мире.

При изложении материала за основу принималась общепринятая точка зрения, в соответствии с которой экспериментальные факты отделялись от гипотез и сообщалась лишь достоверная информация. Наиболее надежными считаются энциклопедии, справочники и словари, учебники и другие известные источники, поэтому они цитировались без ссылок. «В этой книге нет ничего, что не было ранее сказано другими». Авторы разделяют мнение о том, что дисциплина КСЕ принадлежит к естественно-научному циклу, и считают, что проникновение физики в различные разделы естествознания и открытие физических основ наблюдаемых явлений в геополитике, экономике, общественных и гуманитарных науках благотворно влияет на развитие этих наук и естествознания в целом.

В учебном пособии в разделе 1 приведены основные термины, краткий очерк по истории естествознания и краткая характеристика системы естественных наук. В разделе 2 рассмотрены панорама физической науки и основные концепции химии. В разделе 3 прослежены образование и последующая эволюция Вселенной, Галактики, различных звезд, Солнечной системы, планеты Земля и её геосферных оболочек. В разделе 4 рассматриваются основные концепции биологии, структура биосферы, человечество и человек как часть биосферы. В разделе 5 дается характеристика эволюции ноосферы и техносферы, приведена общая классификация технологий, рассмотрены элементы самоорганизации в сложных системах, кратко характеризуются основные элементы естественной и гуманитарной культур, принцип

универсального эволюционизма и картина мира. Раздел 6 посвящен моделированию динамических систем, встречающихся в биологии, демографии, здесь кратко рассмотрены основные положения новых направлений в экономике (эволюционной и синергетической экономики). В разделе 7 приведены задания для самостоятельной работы: планы семинарских занятий и темы рефератов и заданий к контрольным работам. В конце пособия приведен примерный список вопросов к зачету/экзамену.

Поскольку дисциплина КСЕ содержит сведения из различных разделов естествознания, авторы заранее благодарны за указания на возможные ошибки и недочеты и дельные замечания.

1. ПРИРОДА И ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ

1.1. Введение в естествознание

Введение. Материя и ее виды – вещество, поле и вакуум. Структурные уровни организации материи. Микро-, макро- и мегамиры. Движение материи. Пространство и время. Определения понятий «концепция» и «естествознание».

Согласно философии материализма в мире нет ничего, кроме движущейся материи. С точки зрения науки **материя** состоит из вещества, поля и вакуума. Возможны другие формы материи.

Вакуум – это не абсолютная пустота, а основное состояние материи. Физический вакуум – основное состояние квантовых полей, обладающее минимальной энергией, в котором отсутствуют реальные частицы. В этом состоянии вакуум представляется в виде своеобразной среды, в которой флуктуируют (появляются и исчезают) виртуальные частицы различных полей. Вакуум реально проявляет себя, например, в экспериментальных фактах: сдвиге Лэмба и эффекте Казимира.

Лэмбовский сдвиг уровней – экспериментально обнаруженное смещение уровней энергии связанных состояний электрона во внешнем магнитном поле. Физической причиной сдвига уровней являются *квантовые флуктуации вакуума* (случайные отклонения от средних значений) электромагнитного поля и электронно-позитронного поля, которые меняют потенциальную энергию взаимодействия электрона с ядром. Квантовые флуктуации вакуума случайно толкают электрон. «Дрожание» электрона приводит к сдвигу атомного уровня вверх примерно на 1000 МГц, что выражается в увеличении частоты переходов между уровнями.

Эффект Казимира – возникновение вакуумной энергии нулевых колебаний электромагнитного поля при квантовании электромагнитного поля между двумя бесконечными параллельными проводящими пластинами в вакууме. Конечная часть вакуумной энергии нулевых колебаний обратно пропорциональна расстоянию между двумя проводящими пластинами в третьей степени. Это теоретическое значение совпадает с результатами экспериментальных измерений силы притяжения двух проводящих пластин в вакууме. Это значит, что нулевые колебания экспериментально наблюдаются. *Нулевые колебания* – флуктуации квантового поля в основном (вакуумном) состоянии, которые возникают из-за квантового соотношения неопределенности и не имеют классического аналога.

Для «квантов вакуума» в настоящее время существуют только оценки их протяженности и длительности. Частицы вещества и кванты четырех полей могут быть получены путем возбуждения вакуума. При соответствующей энергии возбуждения из вакуума можно получить новую Вселенную.

Взаимодействие – воздействие тел или частиц друг на друга, приводящее к изменению состояния их движения. Взаимодействие характеризуется силой или потенциальной энергией. Согласно представлению о *дальнодействии* передача воздействия происходит мгновенно, т.е. с бесконечной скоростью. После установления факта конечности скорости передачи взаимодействия, равной скорости света в вакууме, появилась концепция *близкодействия*. Согласно этой точке зрения передача воздействия осуществляется через промежуточный «агент» – поле. Частица создает поле. Это поле действует на другую частицу.

Всего существует четыре физических **поля**, соответствующие четырем взаимодействиям: сильному, электромагнитному, слабому и гравитационному.

Сильное взаимодействие отвечает за стабильность ядер атомов. *Электромагнитное* взаимодействие обеспечивает существование атомов, молекул и жизни. От *слабого* взаимодействия зависят термоядерные реакции в звездах. *Гравитационное* взаимодействие определяет существование Земли, Солнца, Галактики и структуру Вселенной.

Согласно кантовой теории поля все поля квантованы, т. е. состоят из частиц поля – квантов. Квант электромагнитного поля называется **фотон** или **гамма-квант**. Квантов сильного поля восемь, они называются **глюоны**. Кванты слабого поля называются **вионы**, их три. Квант гравитационного поля называется **гравитон**. В настоящее время он еще не обнаружен экспериментально. Интенсивность взаимодействия определяется константой взаимодействия, называемой константой связи. Таким образом, полевые формы материи состоят из гамма-квантов, глюонов, вионов и гравитонов.

Структура **вещества** представляет собой следующие уровни, различные по масштабу расстояний, времен и энергий:

Вселенная (Метагалактика), размер 10^{30} м, возраст $4 \cdot 10^{17}$ с.

Галактика (скопление звезд), 10^{24} м, возраст $4 \cdot 10^{17}$ с.

Звезда (Солнце), 10^9 м, возраст $1,4 \cdot 10^{17}$ с.

Планета (Земля), 10^7 м, возраст $1,4 \cdot 10^{17}$ с.

Человек, размер 1 м, время жизни $2 \cdot 10^9$ с.

Клетка больше 10^{-5} м.

Молекула больше 10^{-9} м.

Атом 10^{-10} м.

Элементарные частицы: протоны, нейтроны и др. 10^{-15} м.

Кварки и лептоны меньше 10^{-33} м.

Согласно основной концепции физики существуют три мира – микромир, макромир и мегамир. *Мегамиром* называют Вселенную, галактики и звезды. *Макромиром* – планеты и тела до клеток. *Микромир* считается фундаментальным. Он включает все остальное.

Кварки – это частицы вещества, из которых состоят протоны и другие тяжелые элементарные частицы, в каждой частице по три кварка. Имеется всего шесть сортов кварков. Каждый кварк может обладать одним из трех цветовых зарядов. В свободном состоянии кварки не наблюдаются. Кварки взаимодействуют, обмениваясь глюонами. **Лептоны** – это «легкие» частицы вещества. Их шесть сортов. Электрон и нейтрино – лептоны. В лептонах кварков нет, и наоборот. Лептоны участвуют в слабом взаимодействии. Таким образом, кварки и лептоны это мельчайшие частицы, из которых состоит вещественная форма материи.

Движение – это изменение вообще (в пространстве и с течением времени). Движение – способ существования материи. Движение материи существует в различных формах, начиная от простейшего механического движения частиц и кончая сложными биологическими и социальными процессами.

Пространство – форма существования материальных объектов и процессов (характеризует структурность и протяженность материальных систем). Всеобщее свойство пространства – протяженность, единство прерывности и непрерывности.

Время – форма и последовательность смены состояний объектов и процессов (характеризует длительность их бытия). Универсальное свойство времени – длительность, неповторимость, необратимость. Следует различать время как локальный параметр, связанный с движением частиц, и время как характеристику изменения формы системы, т.е. необратимого движения системы через её состояния.

Пространство и время вместе образуют пространственно-временной континуум, единый четырехмерный мир, в котором мы живем. С точки зрения метрики время является четвертой мнимой пространственной координатой. Поэтому метрика пространства-времени псевдоевклидова. При этом время похоже на координату, однонаправленно движущуюся с постоянной скоростью. Остальные три пространственные координаты – длина, ширина и высота – действительны и ортогональны (перпендикулярны) времени. Материя, которая находится в четырехмерном мире, искривляет пространство-время вследствие тяготения. Существует предположение, что пространство-время может состоять из своих квантов.

Концепция – (понимание, система) определенный способ понимания, трактовки каких-либо явлений, основная точка зрения, руководящая идея.

Естествознание – система наук о природе, взятая как целое. Естествознание как область человеческого знания может быть разделена на классическое естествознание и неклассическое естествознание, которые различаются исходными положениями при изучении природы.

Классическое естествознание. В природе нет случайностей и все закономерно. Изучаемая система познаваема полностью. Формальная классическая логика с законом исключения третьего реализует только одно суждение из двух возможных. Рациональное классическое мышление: все свойства системы доступны внешнему наблюдателю. Классические представления всегда наглядны. В результате исследования вычисляются средние значения измеряемых величин. Вероятность вторична и в принципе устранима в эксперименте.

К классическому естествознанию относятся: механическая теория Ньютона, электромагнитная теория Максвелла, специальная теория относительности Эйнштейна. Периодический закон химических элементов Менделеева, теория естественного отбора Дарвина.

Неклассическое естествознание. Случайность – фундаментальное свойство природы характеризуется вероятностью. Явления природы имеют стохастический (нерегулярный) характер. Воздействие на объект со стороны окружения принципиально неконтролируемо. Неконтролируемое воздействие окружения приводит к *флуктуациям* – случайным отклонениям характеристик объекта от своих средних величин. Состояние объекта всегда меняется при взаимодействии с окружением.

К неклассическому естествознанию относятся: квантовая механика Гейзенберга, Шредингера, Борна, квантовая электродинамика Дирака, статистическая термодинамика Эйнштейна и Гиббса, генетика и молекулярная биология.

Классическое и неклассическое (квантовое) естествознание используют различные типы мышления – различные, но взаимодополняющие взгляды на мир.

1.2. История естествознания

Естествознание в Древнем мире: Шумерская цивилизация, Вавилон, Египет, Греция, Рим, Китай, Индия; в Средние века – Арабский Восток, Европа; в Новое время – эпоха Возрождения. Научная революция XVII–XVIII веков. Естествознание в России. Естествознание в XIX веке. Научно-техническая революция XX века.

Древний мир. Шумерская цивилизация возникла более 3000 лет до н. э. на юге современного Ирака. Здесь существовала клинописная система письма, использовались астрономические и метеорологические справочники. Предсказывались затмения Луны и Солнца. Была развита медицина.

Вавилон, государство начала 2-го тыс. – 539 г. до н. э. Здесь существовали зачатки научных знаний, создан календарь, звезды распределены по созвездиям, открыты пять планет. Изобретен асфальт.

Древний Египет. Достижения в геометрии и архитектуре воплотились в пирамидах. В астрономии главная звезда – Сириус. Существовал высокоточный календарь. Во время мумификации изучили внутреннее строение тела человека.

Древняя Греция. Основные достижения III–VI веков до н. э. в естествознании: Архимед (оценил общее количество песчинок во Вселенной, т.е. угадал общее число атомов во Вселенной 10^{80}), математическая школа Пифагора, «Начала» Евклида. Атомистическая гипотеза вещества Демокрита. Теория движения Аристотеля. Медицина, философия и естествознание неразделимы.

Древний Рим. Тит Лукреций Кар в поэме «О природе вещей» в 5 книгах рассмотрел вопросы естествознания, относящиеся к космогонии, оптике, астрономии, метеорологии, географии, геологии, технике, истории, анатомии и т.д. Птолемей в книге «Математическая система» описал созданную им эпиклическую систему движения планет и Солнца вокруг Земли. Значительное развитие получила архитектура.

Древний Китай. Наибольшее развитие естественно-научные знания получили в I и II веках до н. э. Во II веке до н. э. написан трактат «Математика в девяти книгах» – руководство для землемеров, чиновников, астрономов. В I веке до н. э. определен период обращения Юпитера, ранее были определены свыше ста созвездий. В 104 году до н. э. составлен высокоточный календарь. Значительное развитие получила медицина и метод иглоукалывания. Первый сейсмограф для регистрации места и силы землетрясения.

Древняя Индия. Философия «Вед» и возникновение мира, оценено время одного галактического года, медицинские знания отражены в «Аюрведе».

Средние века. Арабский Восток. Арабы в VII–XII веках завоевали Египет, Сирию, Персию. Арабские ученые приняли античное культурное и научное наследие. Астрономическая обсерватория Улугбека. Математика – «Алгебра» (доказательство

словами). Механика Аль Бируни, медицина – Авиценна «Канон врачебной науки». Алхимия – «Изумрудная скрижаль».

Европа в эпоху Возрождения. В 1453 г. пал Константинополь – столица Византийской империи. Образованные греки бежали в Италию, унося с собой знания и умения. Вскоре в Италии появились свои ученые: Джордано Бруно, Галилей – первый ученый-физик современного типа. Португалия и Испания XV–XVI веков – родина кругосветных путешествий и великих географических открытий. В Германии Коперник построил гелиоцентрическую модель Солнечной системы. В Англии по инициативе Ф. Бэкона основано Королевское общество (Академия наук). В 1660 г. Ньютон создал классическую механику, он и Лейбниц открыли математический анализ бесконечно малых величин.

Новое время. Научная революция. Её первый этап начался в XVI–XVIII веках, когда мануфактурное производство, нужды торговли, мореплавание потребовали теоретического и экспериментального решения практических задач. С XVII века начинается новый период в развитии математики: создаются дифференциальное и интегральное исчисление. Второй этап развития естествознания, начиная с конца XVIII века, связан с развитием машинного производства и созданием промышленных технологий и структурированием промышленности. Формируется система естественных наук: физика, химия, биология, геология, которые решают задачи, встающие перед промышленностью по созданию новых веществ и материалов для машин и кораблей, самолетов, поиску новых источников энергии, средств связи – радио, телеграфа.

Естествознание в России связано с М. В. Ломоносовым – первым российским ученым естествоиспытателем, энциклопедистом. Родился в 1711 г. Сформулировал принцип сохранения материи и движения. Открыл атмосферу на Венере. Исследовал атмосферное электричество.

Естествознание в XIX веке. В области физики – исследование строения веществ, изучение энергии, создание новой картины мира, открытие радиоактивности. В биологии – эволюционное учение Дарвина, в химии Периодический закон Д. И. Менделеева.

Научно-техническая революция XX века – ускоренное развитие науки и техники, возникшее под влиянием крупнейших научных и технических открытий в середине XX века. Научные открытия приводят к созданию новых технических устройств и приборов, которые, в свою очередь, позволяют открыть другие новые явления и эффекты. Такая положительная обратная связь между наукой и техникой приводит к генерации (т. е. возникновению) новых технологий и отраслей промышленности, распространяется на транспорт, связь, медицину, образование и быт и полностью меняет все стороны жизни в течение одного поколения.

Этапы развития точного естествознания

Античное естествознание.

1. Создание древнегреческими учеными современной математической системы геометрии из эмпирической геометрии (Евклид). Возникновение концепции атомизма – учения о прерывистом строении материи (Демокрит). Древнегреческая натуральная философия была завершена в трудах Аристотеля.

Естествознание в Средние века (натуральная философия).

2. Возникновение современной физики (Коперник, Кеплер, Галилей).

3. Создание Ньютоном классической физико-математической универсальной картины мира.

Естествознание Нового времени.

4. Возникновение неевклидовой геометрии (Бойяи, Лобачевский) и её обобщение в дифференциально-геометрические

теории «искривленных» пространств Гаусса и Римана. Электромагнитная теория Максвелла. Концепция энтропии и второго закона термодинамика Клаузиуса. Периодический закон Менделеева. Теория естественного отбора Дарвина.

Глобальная научная революция конца XIX середины XX века.

5. Критика Эйнштейном понятия времени, вызвавшая появление специальной теории относительности.

6. Толкование мира физических событий как лоренцевой геометрии четырехмерного пространственно-временного многообразия (Эйнштейн, Пуанкаре, Минковский).

7. Объяснение гравитации с помощью римановой метрики «искривленного» четырехмерного мира на основе общей теории относительности (Эйнштейн).

8. Создание квантовой теории (Бор, М. Борн, Гейзенберг, Шредингер).

Современный этап: попытки создания целостного эволюционного естествознания как единой науки, конец XX века начало XXI века.

В физике – работы по созданию единой теории поля, объединяющей все четыре взаимодействия. В химии – работы по получению веществ с заранее заданными свойствами. В биологии – создание теоретической биологии и генетики. В геологии – работы по построению общей теории Земли.

Каждый из этапов представлял собой глубокий переворот в представлениях. Однако переход к более новой точке зрения не означает полного отказа от прежних представлений. Новые теории пространства сохраняют евклидову структуру пространства в малых, достаточных для практики, пространственных областях. В практической жизни можно пользоваться классическим понятием абсолютного времени, так как относительность

времени возникает только при движении со скоростями, близкими к скорости света. Современная квантовая теория содержит классическую физику как свой предельный случай и нуждается в нем для своего обоснования. Идеи синтетической теории эволюции могут иметь аналитические продолжения для любых объектов природы и их состояний.

1.3. Система естественных наук

Наука. Научный метод. Факты. Гипотезы. Эксперименты. Модели. Теории. Принципы законы и категории. «Бритва Оккама». Корпускулярная и континуальная концепция описания природы. Динамические и статистические закономерности в природе. Развитие науки. Научные революции. Система естественных наук.

Наука – сфера человеческой деятельности. Функция науки – выработка теоретических систематизированных объективных знаний о действительности. Результат науки – сумма знаний, лежащих в основе картины мира. Цель науки – описание, объяснение и предсказание явлений и процессов, происходящих в мире. Научная деятельность с точки зрения общества определяется как познавательная, мировоззренческая, методологическая, систематизирующая, производственная и прогностическая.

Эволюция науки. Наука возникает как особая форма мышления и познания мира. В донаучное время в первобытных и традиционалистских обществах знания получали из наблюдений, опытов, догадок, случайных открытий, практической деятельности и т.д. Синкретическое знание накапливается, хранится и передается символами и образами внутри определенной группы людей (касты) в виде мифологии. Мифология формировала мировоззрение человека и порядок его взаимодействия с природой и богами. Появление элементов науки

в Древней Греции в VII–VI веках до н. э. связано с объединением кастовых знаний в единое знание. В своих трудах Аристотель стал использовать универсальные понятия и логические правила для операций с ними. Появились такие формы познавательной деятельности, как систематическое доказательство, рациональное обоснование, логическая дедукция. Греческая наука развивала философию как учение о природе.

Понятие – в логике, мысль в которой обобщаются и выделяются предметы некоторого класса по определенным общим и в совокупности специфическим для них признакам. **Суждение** – мысль, в которой что-либо утверждается или опровергается относительно предмета или явления. **Умозаключение** – логический процесс выведения из двух или нескольких суждений заключения. Рациональность как мышление понятиями становится новым методом познания реальности. Возникает философия – форма сознания, рассматривающая общие фундаментальные законы бытия, и натуральная философия, изучающая природу, а также математика, астрономия и другие науки. Появление науки привело к её дифференциации (разделению) из-за разнообразия явлений природы и интеграции (соединению) вследствие единых законов, действующих на различных уровнях природы.

Наука в современном понимании начинается в XVI–XVII веках в Европе. Новое содержание появилось в связи с упором на эксперимент, в отличие от чисто умозрительного подхода древних греков. Вторым фактором стало открытие математического анализа Лейбницем и Ньютоном. Применение математических методов в естествознании, в первую очередь в механике, которая становится точной наукой после работ Галилея и Ньютона, привело к научной революции и появлению точного естествознания. Существует мнение, что наука возникла из хри-

стианской религии как развитие методов познания мира как божественного творения.

Развитие науки – это ряд экстенсивных и революционных периодов – научных революций, когда меняется структура науки, принципы познания, категории и методы. Объем научной деятельности начиная с XVII века удваивается примерно каждые 10–15 лет (рост числа открытий, научной информации, научных работников).

Система наук условно делится на *естественные науки* (изучают природу), *технические* (изучают технику), *общественные* (изучают общество) и *гуманитарные* (изучают человека). Фундаментальные науки ориентированы на открытие новых принципов, законов и явлений природы. Прикладные науки решают практические задачи, возникшие перед обществом. Какие науки важнее – определяют объемом финансирования.

Научный метод (путь исследования) – способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи; совокупность приемов или операций практического или теоретического познания действительности. Научные методы подразделяются на экспериментальные (эмпирические) и теоретические. Виды научных методов: *наблюдение, измерение, сравнение, обобщение.*

Индукция – умозаключение от фактов к некоей гипотезе, общему утверждению. *Дедукция* – вывод по правилам логики. Аксиоматический метод – способ построения системы аксиом (постулатов), позволяющих путем логического вывода получать утверждения (теоремы) данной теории.

Редукция – упрощение, сведение сложного к более простому, обозримому, более доступному для анализа или решения. *Аналогия* – знание, полученное при рассмотрении одного объекта, переносится на объект сходный по сущест-

венным свойствам. *Моделирование* – исследование явлений или объектов путем построения и изучения модели – образа или «заместителя» данного явления или объекта.

По М. Борну «сущность науки состоит в установлении объективных отношений между результатами двух или более опытов отдельных чувственных опытов, а особенно соотношений равенства. Такие соотношения можно сообщить и их могут проверить различные экспериментаторы. Если намеренно ограничиваться употреблением только таких научных утверждений, то получается объективная ... картина мира».

Факт – истинное событие, результат или явление.

Артефакт – любые искусственные (созданные деятельностью человека) объекты, предметы, процессы, идеи или образы, технологии, формы поведения.

Задача науки состоит в отделении фактов от артефактов.

Гипотеза – предположение, при котором на основе ряда фактов делается вывод о существовании объекта, связи или явления. Гипотезы нуждаются в подтверждении.

Основные правила выдвижения и проверки гипотез:

1) согласование или совместимость со всеми фактами;
2) предпочтительнее гипотеза, объясняющая большее число фактов;

3) «Бритва Оккама»: *entia non sunt multiplicanda practer necessitatem* («чем ближе к истине, тем проще её законы»); поздний комментарий: «не следует умножать сущности сверх меры»;

4) гипотеза имеет вероятный характер;

5) гипотезы, противоречащие друг другу, не могут быть истинными одновременно, так как истина всегда единственна.

Эксперимент – исследование явления природы путем активного воздействия на него, при помощи создания условий,

в которых это явление наблюдается и измеряется. Основное требование: чистота эксперимента, т.е. устранение всех мешающих воздействий и факторов. «Мысленный эксперимент» – логическое рассуждение о протекании явления, если создать условия для его наблюдения.

Измерение – экспериментальное определение значения измеряемой величины с применением средств измерения. Измерение – это сравнение измеряемой величины с другой однотипной величиной (эталоном). К средствам измерения относятся меры, компараторы (сравнители), измерительные приборы, преобразователи, системы, комплексы. Конечный продукт процесса измерения – его результат – выражается числом или совокупностью чисел. Измерение – основной инструмент познания материального мира, так как обеспечивает сравнение результатов теоретических исследований объектов с результатами экспериментальных исследований.

Важнейшая особенность измерения – принципиальная невозможность получения результатов измерения, в точности равных истинному значению измеряемой величины, – является следствием невозможности абсолютного познания мира. Поэтому необходимо оценивать степень близости результата измерения к истинному значению измеряемой величины, т.е. оценивать погрешность измерения.

Измерения подразделяются на прямые, косвенные, статистические и динамические, и по виду величин – на механические, электрические, тепловые, оптические и др.

Основные компоненты процесса измерения:

1) восприятие информации о «размере» измеряемой величины непосредственно от объекта измерения с помощью средства измерения;

2) преобразование полученной информации в форму, удобную для передачи на расстояние и/или для регистрации на определенном носителе;

3) запись информации при помощи кода (числа) на данном носителе.

Единицы физических величин – конкретные физические величины, которым по определению присвоены числовые значения, равные единице. В качестве основных единиц выбираются те, которые могут быть воспроизведены эталонами или эталонными установками с наивысшей для соответствующего уровня развития науки и техники точностью. Остальные – производные единицы – образуются по уравнениям связи между физическими величинами.

Международная система единиц (**СИ**) – система единиц физических величин, принятая 11-й Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 г. Она состоит из следующих семи основных единиц: длина (метр), масса (килограмм), время (секунда), электрический ток (ампер), температура (кельвин), сила света (кандела), количество вещества (моль), и двух дополнительных: плоский угол радиан (рад) и телесный угол стерadian (ср).

Кратные и дольные единицы образуются умножением системной основной единицы на множитель 10^{-n} , где n – положительное или отрицательное число ($10^{-2}\text{м} = 1\text{см}$).

Идеализация – мыслительное конструирование понятий об объектах, процессах и явлениях, не существующих в действительности, но таких, которые имеют прообразы в реальном мире (например, «частица», «абсолютно твердое тело», «идеальный газ»). Идеализация позволяет формулировать законы, строить абстрактные схемы реальных процессов; используется в моделировании.

Модель – приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики. Построение математической модели – мощный метод познания внешнего мира, а также прогнозирования и управления.

Математическое моделирование – процесс изучения явления, заключающийся в построении модели явления и состоящий из следующих этапов:

1) формирование законов, связывающих основные объекты модели;

2) решение прямой задачи, т.е. получение в результате анализа выходных данных модели для дальнейшего сопоставления с результатами наблюдений изучаемого явления;

3) решение обратной задачи: выяснение того, удовлетворяет ли принятая модель критерию практики (проверка адекватности модели);

4) последующий анализ модели, связанный с накоплением данных об изучаемом явлении и модернизацией модели.

Теория – система обобщенного знания об областях природы. Физическая теория содержит формальные исчисления (математические уравнения, логические символы, правила) и «содержательную» интерпретацию (понятия, законы, принципы).

Закон – необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями в природе и обществе. **Принцип** – основное исходное положение теории, науки, мировоззрения. **Категории** – наиболее общие и фундаментальные понятия, отражающие всеобщие свойства и отношения явлений действительности: материя и сознание, пространство и время, причинность, необходимость и случайность.

Принцип фальсификации К. Поппера: критерием научности теории является её фальсифицируемость (опровержимость). Если учение способно истолковать любые факты в свою пользу, т.е. непроверяемо в принципе, то оно не может претендовать на статус научного учения.

Естественные науки изучают неживую и живую природу. Система естественных наук включает физику, химию, биологию, геологию и другие науки. **Физика** – наука о природе. Изучает простейшие (общие) свойства материального мира. **Химия** – наука, изучающая превращение веществ, которое сопровождается изменением их состава и/или строения. **Биология** – совокупность наук о живой природе: огромное многообразие вымерших и живущих живых существ, их строение, функции, происхождение, распространение и развитие. **Геология** – комплекс наук о составе, строении и истории развития Земли и земной коры.

При описании явлений природы применяется **корпускулярная** концепция, в основе которой лежит представление о частице (корпускуле). Частица – это материальная точка, движущаяся по определенной траектории. Пример: свет – поток частиц. Согласно **континуальной** концепции явление природы представляется в виде континуума – непрерывной среды. Пример: жидкость – непрерывная среда, имеющая бесконечное число степеней свободы. Волны – распространяющиеся в пространстве колебания непрерывной среды. Пример: свет – волна. Оба подхода ограничены в силу корпускулярно-волнового дуализма – всеобщего свойства материи.

Если число частиц небольшое, тогда используют **динамический** подход, основанный на уравнениях движения и определении траектории для каждой частицы. При изучении систем,

содержащих очень большое число одинаковых частиц, применяют **статистический** подход, использующий математическую статистику, понятие вероятности и различные функции распределения вероятности.

Бом заметил, что в научных исследованиях восприятие мира первично, а знания вторичны. Наука – средство установления с миром новых контактов в новых областях и на новых уровнях. Контакты осуществляются через научные приборы, сделанные людьми, как эффективное продолжение органов чувств. Некоторые контакты с миром приводят к обнаружению новых структур, которые понимаются как новые знания – абстракции высокого порядка, инвариантные в опытах. «Я понял» – означает, что человек начал воспринимать новую целостную структуру. У него образовалось новое внутреннее пространство, представляющее эту реальность (сформировалось «внутреннее видение»). Построение новой теории есть следующие друг за другом акты понимания. Однако судьба всех теорий – быть исправленными и дополненными.

В общем, наука – это единый всеобщий процесс обобщенного восприятия мира, в котором мы встречаемся с противоречиями, а не с абсолютным знанием, но количество относительного знания о мире и его качество неуклонно растет. В науке этот процесс зависит от коллективных усилий, протекает на чрезвычайно высоком уровне абстракции и требует определенного времени (годы).

Современная научная программа, претендующая на всеобщий охват и объяснение всех явлений природы, является математической. Её цель – построение научной картины мира – общей системы представлений и понятий в виде единой естественно-научной теории. Развитие науки происходит нерав-

номерно. За периодами эволюционного развития, связанными с накоплением фактов, следуют периоды научных революций, связанные с открытиями, изменяющими фундаментальные представления о природе. Возникают новые научные теории, старые **парадигмы** – схемы, модели, методы исследований, которые господствовали в течение определенного исторического периода в научном обществе, уступают место новым парадигмам. При этом картина мира уточняется, программа изменяется, исследования продолжаются.

Научные теории не тождественны естественно-научным концепциям. Последние опираются на универсальные идеи, действующие в естествознании. Эти универсальные идеи, пронизывающие естествознание, образуют теоретический базис для построения научной картины мира [1].

Идея моделирования природы. Мысленное построение модели явления (объекта или процесса) логическим или интуитивным путем как теоретическая реконструкция самого явления природы, т.е. конструктивное направление в познании природы, состоит в построении адекватных научных моделей. Естественно-научная картина мира – это общая целостная супермодель природы, в которой отражены главные отношения между основными объектами природы в виде фундаментальных и частных моделей. В каждой модели вводится необходимое и достаточное количество характеристик для адекватного описания взаимодействия выделенного природного объекта с окружением.

Идея единства объекта и его окружения. Объект не может быть познан полностью отдельно от других объектов, с которыми он контактирует. Объект и его окружение образует всегда взаимодействующую систему. Это взаимодействие может выражаться в виде прямых и обратных связей между объектом и его

окружением. Воздействие окружения на объект может быть контролируемым или неконтролируемым. В природе действует *принцип причинности*: причина всегда предшествует следствию. Все явления в мире связаны «лесом деревьев» – причинно-следственных связей. **Детерминизм** – это вид причинно-следственных связей, однозначно приводящий к единственному следствию, заданному начальными условиями (причинами). Наступление определенного события с некой вероятностью – это другой возможный результат действия сложных причинно-следственных связей.

Идея пространственно-временных отношений в природе. Материя существует в пространстве и времени. В повседневной жизни при малых скоростях понятия пространства и времени кажутся независимыми. Однако пространство и время образуют единый четырехмерный пространственно-временной мир, что проявляется при скоростях движения, близких к скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Метрика этого мира псевдоевклидова – расстояние между двумя точками (x_1, y_1, z_1, t_1) и (x_2, y_2, z_2, t_2) называется *пространственно-временным интервалом* s_{21} .

$$s_{21}^2 = c^2(t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2 - (z_2 - z_1)^2.$$

В этом 4-мерном мире каждое событие есть точка. Движение частицы описывается мировой линией. Две мировые линии могут пересечься только в одной точке. При скоростях, близких к скорости света, происходит сокращение линейных размеров тела относительно его собственной длины в направлении движения тела и замедление времени внешнего наблюдателя относительно собственного времени, связанного с движущимся телом. Физическая материя в виде вещества и поля искривляет это пространство-время, и мировые линии движения частиц становятся геодезическими.

Когда человек неподвижен относительно системы отсчета, его мировая линия совпадает с осью времени. Если человек пошел по прямой в какой-то момент времени и вернулся в ту же самую пространственную точку, его мировая линия пересекает ось времени уже в другой, более поздний момент. Доказана (1990 г.) принципиальная возможность построения машины времени при определенных условиях. При этом объект будет двигаться по замкнутым мировым линиям.

Идея целостности природы. Вся природа в целом – единый целостный «организм», в котором все взаимосвязано. Более того, каждый объект природы является самостоятельной целостностью вследствие внутренних связей между его частями. Идея целостности природы применяется также к состояниям объектов.

Идея экспериментальной достоверности. Поскольку «мы верим всему, что имеет облик истины», необходимо проверять истинность наблюдаемых фактов. Пример: факт движения Солнца по небу. Естествознание является экспериментальной наукой, так как её основные понятия и законы извлекаются из анализа экспериментальных данных и экспериментально проверяются. Естествознание является также теоретической наукой, имеющей общие концептуальные представления, развиваемые в виде понятий, принципов и гипотез. Естествознание одновременно является математически точной наукой, так как открытые закономерности природы на универсальном языке математики принимают форму математических соотношений.

«В одном отношении дедуктивная теория является противником экспериментальной физики. Последняя всегда стремится с помощью решающих экспериментов вскрыть истинную природу вещей, а первая – преуменьшить достигнутые успехи, демонстрируя, сколь разнообразны представления о природе вещей, совместимые с известными опытными данными» (Эддингтон).

Идея симметрии и её нарушений. Внутренняя организованность материи на различных уровнях проявляется в симметрии. Принципы симметрии или инвариантности (неизменности) носят общий характер. Они пронизывают все объекты неживой и живой природы, им подчинены все физические теории. Существует определенная иерархия принципов симметрии. Если состояние системы не меняется в результате какого-либо преобразования, говорят, что система обладает симметрией относительно данного преобразования (т. е. *инвариантна*). Существуют различные типы симметрии. Фундаментальное значение симметрии в физике состоит в том, что согласно *теореме Нётер* каждому непрерывному преобразованию симметрии отвечает закон сохранения физической величины, связанный с данной симметрией.

Существуют различные типы симметрии. Пространственно-временные симметрии являются наиболее общими симметриями природы. К ним относятся: перенос системы как целого в пространстве – однородность пространства (закон сохранения импульса); изменение начала отсчета во времени – однородность времени (закон сохранения энергии); поворот системы как целого в пространстве – изотропность пространства (закон сохранения момента импульса).

К внутренним симметриям относятся преобразования относительно внутренних пространств. Например, закону сохранения электрического заряда соответствует преобразование «поворот» поля вокруг фиксированной оси некоего внутреннего пространства. Многие из симметрий природы являются приближенными или нарушенными. Следует различать явное и спонтанное (самопроизвольное) нарушение симметрии. Спонтанное нарушение симметрии может происходить из-за нарушения симметрии вакуума.

Точечные группы симметрии характеризуются операциями *поворотов* вокруг осей, зеркальными *отражениями*, *инверсией* (симметрией относительно точки). Пространственные группы симметрии основаны на операции *трансляции* – переносе структуры на определенные расстояния, при котором она совмещается сама с собой.

Двумерно периодические и одномерно периодические группы симметрии играют важную роль в изучении биологических структур и молекул: спиральной винтовой симметрией обладает молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Обобщенные симметрии состоят из антисимметрии (добавляется дополнительная переменная к геометрическим переменным) и цветной симметрии. Они применяются при описании магнитных структур. Существуют симметрии подобия (равенство частей фигуры заменяется их подобием). Изучение симметрий объектов их состояний и нарушений является мощным методом исследования в естествознании и искусстве.

«Симметрия – как бы широко или узко вы ни определяли это понятие – является той идеей, посредством которой человек на протяжении веков пытается постичь и создать порядок, красоту и совершенство» (Г. Вейль).

Идея эволюционного развития объектов живой и неживой природы. Принципиальное отличие живых объектов от объектов неживых состоит в непредсказуемости их вида и формы в промежуточных и конечных состояниях эволюционного развития природы.

1.4. Вопросы для самоконтроля

1. Существуют ли самоорганизованные полевые (например, световые) формы материи (монады Лейбница)?
2. Сравните теорию дальнего действия и теорию ближнего действия.

3. Сравните основные положения классического и неклассического естествознания.

4. Когда и как закончится научно-техническая революция?

5. Проанализируйте развитие естествознания с энергетической точки зрения.

6. Проанализируйте развитие естествознания с информационной точки зрения.

7. Свет – это волна или поток частиц?

8. Перечислите основные естественно-научные идеи, действующие во всем естествознании, и проверьте их на непротиворечивость и полноту.

9. Почему при зеркальном отражении человека в зеркале левая и правая сторона меняются местами, а верх и низ нет?

10. Опишите структуру материи.

11. Какова общая классификация наук по объектам изучения?

12. Перечислите научные методы и кратко поясните каждый. Существует ли универсальный метод?

13. Охарактеризуйте понятие измерения величин.

14. Перечислите основные единицы международной системы единиц (СИ).

15. В чем состоит цель современной научной программы?

16. Дайте характеристику основных элементов теории симметрии.

2. СОВРЕМЕННАЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНАЯ КАРТИНА МИРА

2.1. Основные концепции физической картины мира

Система физических наук. Физика – лидер современного естествознания – включает следующие разделы.

1. **Механика.** *Пространство, время. Принципы относительности. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса. Законы Ньютона. Гравитационное взаимодействие.*

2. **Электромагнетизм.** *Закон сохранения электрического заряда. Электрические и магнитные поля. Сила Лоренца. Уравнения Максвелла. Электромагнитное взаимодействие.*

3. **Колебания и волны.** *Свободные, затухающие колебания, резонанс. Волны упругие. Шкала электромагнитных волн. Оптика.*

4. **Атомная физика.** *Квантовая механика. Состояние. Принцип неопределенности, волновая функция, принцип суперпозиции, принцип дополнительности. Уравнения Шредингера. Многоэлектронный атом.*

5. **Ядерная физика.** *Состав и характеристики ядра. Виды радиоактивности, ядерные реакции деления и синтеза. Цепные ядерные реакции.*

6. **Физика элементарных частиц.** *Классификация элементарных частиц. Кварки и лептоны. Взаимодействие. Близкое действие. Кванты сильного, электромагнитного, слабого и гравитационного полей.*

7. **Термодинамика и статистическая физика.** *Законы термодинамики. Закон сохранения энергии в макроскопических процессах. Принцип возрастания энтропии. Статистические распределения Максвелла и Больцмана. Газы, жидкости и твердые тела. Принципы симметрии.*

Физика – наука, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства и законы движения окружающих нас объектов материального мира. Вследствие этой общности не существует явлений природы, не имеющих физических свойств или сторон. Понятия физики и её законы лежат в основе всего естествознания. Физика в своей основе – экспериментальная наука: её законы базируются на фактах, установленных экспериментальным путем. Различают экспериментальную и теоретическую физику. Цель последней состоит в формулировке общих законов природы и в объяснении конкретных явлений на основе этих законов, а также в предсказании новых явлений.

Можно также сказать, что исторически физические исследования были сосредоточены на изучении элементов и структуры объектов материального мира, затем на энергии и её превращениях в физических системах, в настоящее время – на энтропии, информации, самоорганизации и эволюции сложных систем.

Базовыми концепциями в физике являются: атом и частицы, волна, поле, состояние, взаимодействие, квант, система, пространство-время, вакуум. Важнейшей является концепция атомизма: *весь мир состоит из атомов*. Один из крупнейших физиков XX века Р. Фейнман заметил, что всю современную физическую науку можно восстановить, развивая это утверждение. В математике, например, такой руководящей идеи, эквивалентной идее атома, нет.

Система физических наук включает механику, электромагнетизм, колебания и волны, атомную физику, ядерную физику, физику элементарных частиц, термодинамику и статистическую физику и другие разделы.

1. Механика – наука о простейшей форме движения материи – механическом движении, которое бывает поступа-

тельным, вращательным, колебательным и волновым. Движение происходит в пространстве (траектория) и времени (закон движения). Движение исследуемого объекта происходит относительно выделенного тела, называемого *системой отсчета*, состоящей из системы координат и часов. *Инерциальной системой отсчета* называется такая система, в которой тела сохраняют состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения.

Принцип относительности Галилея – во всех инерциальных системах отсчета одинаковы свойства пространства и времени и одинаковы все физические законы. Положение тела в системе отсчета характеризуется радиусом-вектором r , соединяющим начало координат с движущейся материальной точкой.

Скоростью v называется вектор, равный первой производной по времени от радиуса-вектора,

$$v = dr/dt.$$

(Здесь и далее векторы обозначены жирными буквами.)

Ускорение w – вектор, равный первой производной от скорости:

$$w = dv/dt.$$

Импульс $p = mv$, где m – масса тела.

Второй закон Ньютона: если на тело действует сила F , то его импульс изменяется со временем,

$$dp/dt = F.$$

Замкнутой системой называется система тел, на которую не действуют внешние силы. Для замкнутой системы справедливы законы сохранения импульса p , энергии W и момента им-

пульса L , т.е. данные величины остаются постоянными для системы в целом.

Закон тяготения Ньютона: между любыми материальными телами существует гравитационное взаимодействие – на тело, помещенное в поле тяготения, действует сила, пропорциональная массе тела m ,

$$F = GmM/r^2,$$

где M – масса тела, создающего гравитационное поле; r – расстояние между телами; G – гравитационная постоянная.

Все тела разной массы и природы в заданном гравитационном поле движутся с одинаковым ускорением свободного падения. Это означает строгую пропорциональность гравитационной массы тела m_g в законе тяготения и инерционной массы тела m_i в во втором законе Ньютона

$$m_i w = F = m_g g.$$

Принцип эквивалентности Эйнштейна: все физические процессы в истинном поле тяготения и в ускоренной системе в отсутствие тяготения протекают по одинаковым законам.

Основные идеи теории тяготения Эйнштейна:

1. Поля тяготения создаются телами, имеющими массу. Истинное поле тяготения искривляет четырехмерное пространство-время. Все тела движутся в таком заданном пространстве-времени по геодезическим линиям с одинаковым ускорением.

2. Искривление пространства-времени определяется не только массой вещества, слагающего тело, но и всеми видами энергии физических полей, присутствующих в системе.

3. Изменения гравитационного поля распространяются в вакууме со скоростью света.

Экспериментальная проверка теории Эйнштейна: изменение частоты $\Delta\nu$ электромагнитной волны при распространении

её между точками с разностью гравитационных потенциалов $(\varphi_1 - \varphi_2)$

$$\Delta v/v = (\varphi_1 - \varphi_2)/c^2.$$

Если тело движется по орбите вокруг гравитационной массы M , то никакая частица, даже движущаяся со скоростью света, не сможет покинуть пространство с радиусом

$$r_g = 2G M/c^2,$$

который называется *гравитационным радиусом*. Объект с такой массой и размером меньше гравитационного радиуса называется **черной дырой**.

Частная, или специальная, теория относительности (СТО) – физическая теория, которая рассматривает пространственно-временные закономерности, справедливые для любых физических процессов. Она изучает свойства пространства-времени, в которых отсутствуют поля тяготения, а скорости движения тел близки к скорости света в вакууме. Пространство-время в этом случае становится единым не искривленным четырехмерным псевдоевклидовым пространством. Скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с является предельной скоростью передачи любых взаимодействий и сигналов от одной точки пространства к другой. Существование предельной скорости приводит к следующим эффектам:

- часы, движущиеся относительно покоящегося наблюдателя, отстают от его часов (замедление времени);
- размер стержня, движущегося относительно покоящегося наблюдателя, уменьшается по сравнению с размером покоящегося стержня (сокращение продольной длины);
- относительная скорость двух тел, движущихся навстречу друг другу со скоростями, близкими к скорости света, при сложении будет меньше предельной скорости света;

- энергия и импульс частиц, движущихся со скоростями, стремящимися к скорости света в вакууме, возрастают нелинейно и очень быстро (теоретически до бесконечности).

СТО является основой для инженерных расчетов установок и устройств, в которых используются частицы (электроны и протоны), движущиеся практически со скоростью света.

2. Электромагнетизм – раздел физики, изучающий электрические и магнитные поля. Источниками электрического поля являются электрические заряды, положительные и отрицательные. Наименьший отрицательный электрический заряд $q = -1,67 \cdot 10^{-19}$ кулон имеет электрон.

Закон сохранения электрического заряда: сумма электрических зарядов в изолированной системе сохраняется постоянной. Электромагнитное взаимодействие возникает между электрическими зарядами q и Q и определяется законом Кулона

$$F = kqQ/r^2,$$

где k – коэффициент пропорциональности.

Источником магнитного поля являются электрические токи (движущиеся электрические заряды) и переменные электрические поля.

Уравнения Максвелла:

1. Поток электрического поля сквозь замкнутую поверхность равен сумме зарядов, находящихся внутри этой поверхности.

2. Поток магнитного поля сквозь замкнутую поверхность равен нулю (в природе нет магнитных зарядов).

3. Циркуляция электрического поля по замкнутому контуру равна изменению со временем потока магнитного поля сквозь поверхность, наброшенную на этот контур, взятому с отрицательным знаком.

4. Циркуляция магнитного поля по замкнутому контуру равна электрическому току, протекающему сквозь этот контур, плюс изменению со временем потока электрического поля сквозь поверхность, наброшенную на этот контур.

Из уравнений Максвелла следует возможность существования электромагнитного поля в вакууме как нового физического объекта (электромагнитные волны были открыты экспериментально Г. Герцем в 1888 г.).

Сила Лоренца F – сила, действующая на заряд q в электрическом и магнитном полях,

$$F = q E + q [v, B],$$

где E – напряженность электрического поля; B – индукция магнитного поля; v – скорость заряда.

3. Колебаниями (колебательным движением) называются изменения состояния системы, обладающие периодичностью во времени относительно равновесного состояния. Любое колебание характеризуется двумя параметрами – амплитудой и фазой. **Период колебания T** – время повторения значений физических величин системы. **Частота колебаний $f = 1/T$** . $[f] = 1 \text{ Герц} = 1/\text{с}$. Гармонические колебания происходят по закону синуса или косинуса:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0),$$

где A – **амплитуда** колебания; $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота; φ_0 – начальная фаза. Моделью механических колебаний является шарик массой m на пружинке с жесткостью k . Примером электромагнитных колебаний являются колебания электрического заряда q в колебательном контуре, состоящем из конденсатора с емкостью C , катушки индуктивности L и сопротивления R .

Процесс свободных колебаний описывается дифференциальным уравнением

$$L d^2q/dt^2 + R dq/dt + q/C = 0.$$

Решение этого уравнения имеет вид

$$q(t) = A e^{-Rt/(2L)} \cos(\omega t + \varphi_0),$$

где $\omega = (1/LC - R^2/4L^2)^{1/2}$ – циклическая частота собственных колебаний.

Резонансом колебаний называется резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний в колебательном контуре в случае, когда частота внешнего воздействия близка к частоте собственных колебаний системы.

Волны – это распространяющиеся в веществе или поле возмущения состояния этого вещества или поля. **Упругие** волны – это механические возмущения (деформации) передвигающиеся в среде. В продольной волне колебания давления или плотности происходят вдоль направления распространения. Пример: звуковые волны в воздухе, жидкости (продольные) или твердом теле (продольные и поперечные). **Электромагнитные** волны – распространяющееся в пространстве электромагнитное поле. Электромагнитные волны являются поперечными: колебания векторов \mathbf{E} и \mathbf{B} напряженностей электрического и магнитного полей взаимно перпендикулярны и лежат в плоскости, перпендикулярной направлению распространения волны. Скорость электромагнитной волны равна скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Выражение для гармонической электромагнитной волны следующее:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}, t) = \mathbf{E}_0 \cos[\omega t - (\mathbf{k}, \mathbf{r})],$$

где ω – циклическая частота; t – время, $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число; r – радиус-вектор направления распространения волны; $\lambda = c/f$ – длина волны.

Шкала электромагнитных волн в зависимости от длины волны включает в себя спектр, состоящий из радиоволн ($\lambda = 3 \cdot 10^5 \dots 3 \cdot 10^{-3}$ м), инфракрасного излучения ($\lambda = 3 \cdot 10^{-3} \dots 8 \cdot 10^{-7}$ м), видимого света ($\lambda = 8 \cdot 10^{-7} \dots 4 \cdot 10^{-7}$ м), ультрафиолетового излучения ($\lambda = 4 \cdot 10^{-7} \dots 10^{-9}$ м), рентгеновских лучей ($\lambda = 10^{-9} \dots 10^{-12}$ м) и гамма-излучения ($\lambda = 10^{-12} \dots 3 \cdot 10^{-15}$ м).

Оптика – наука, изучающая видимый свет (оптическое излучение) и взаимодействие света с веществом. Белый видимый свет можно разложить в спектр на отдельные составляющие: **красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.** (Правило для запоминания цветов: **Каждый Охотник, Желает Знать, Где Сидит Фазан.**)

Геометрическая оптика изучает распространение световых лучей в различных средах (отражение, преломление). Физическая оптика рассматривает **дифракцию** – огибание световыми волнами непрозрачных препятствий, **интерференцию** – наложение когерентных световых волн с образованием темных и светлых областей усиления и ослабления световой волны, **поляризацию** – неэквивалентность различных направлений в плоскости, перпендикулярной световому лучу.

4. Атомная физика. Любое вещество состоит из атомов. **Атом** – наименьшая частица химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Размер атома $> 10^{-10}$ м. Атом состоит из ядра и электронов. Физика атома основана на **квантовой механике** – теории, описывающей законы движения микрочастиц. **Принцип корпускулярно-волнового дуализма:** любой частице, обладающей энергией и импульсом, соответствует

волна с частотой и волновым вектором. **Принцип дополнительности:** получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих микрообъект, неизбежно связано с потерей информации о некоторых других величинах дополнительных к первым; такими величинами являются координаты и импульс-частицы, их принципиально невозможно экспериментально одновременно измерить со сколь угодно высокой точностью. **Принцип неопределенности:** в квантовой механике не существует понятия траектории частицы. Состояние частицы описывается комплексной волновой функцией Ψ . Квадрат модуля волновой функции дает вероятность обнаружения частицы в данной области пространства. **Принцип суперпозиции:** если возможны два состояния, в которых может находиться частица, то существует состояние, которое является линейной комбинацией этих состояний.

Зависимость волновой функции $\Psi(t)$ от времени t определяется путем решения волнового уравнения Шредингера

$$i \hbar d\Psi/dt = \hat{H} \Psi,$$

где $i = (-1)^{1/2}$ – мнимая единица; $\hbar = h/2\pi$ – постоянная Планка, \hat{H} – оператор энергии частицы.

Зависимость волновой функции от координат $\Psi(x, y, z)$ определяется после решения стационарного уравнения Шредингера

$$\hat{H} \Psi = E \Psi.$$

Энергия частицы E также определяется из этого уравнения. Это уравнение необходимо решать, так как в квантовой механике каждой физической величине соответствует свой оператор, принимающий собственные значения на базисе собственных функций.

Состояние электрона в многоэлектронном атоме полностью определяется четверкой квантовых чисел (**принцип Паули**: в каждом состоянии может находиться только один электрон). Электроны в атоме группируются в оболочки вокруг ядра. Энергия электрона в атоме дискретная и зависит от главного квантового числа.

5. Ядерная физика – наука о строении, свойствах и превращениях атомных ядер. **Состав и характеристики ядра**: размер ядра $10^{-15} \dots 10^{-14}$ м, а размер электронного облака атома 10^{-10} м. В ядре атома сосредоточена почти вся масса атома, в электронных оболочках атома – почти весь момент импульса атома. Ядро состоит из Z протонов и N нейтронов. В ядре находится $A = Z + N$ нуклонов. В ядре электронов нет. Электрический заряд ядра всегда положителен и равен Ze , где $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд электрона. Масса ядра $M = A \cdot 1 \text{ а. е. м.}$, где 1 а. е. м. (атомная единица массы) = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг. Радиус ядра $R = 1,3 \cdot A^{1/3} \cdot 10^{-15}$ м. «Голое» ядро без электронов называется нуклидом и обозначается: ${}^A_Z X$.

Радиоактивность – свойство ядер самопроизвольно менять свой состав путем испускания частиц. Основными видами радиоактивного распада являются альфа-распад (испускание ядром альфа-частицы), бета-распад (испускание ядром бета-частицы), спонтанное деление ядер и гамма-излучение возбужденных ядер. **Альфа-частица** – это ядро атома гелия ${}^4_2\text{He}$. **Бета-частица** – это электрон, возникший при распаде одного нейтрона внутри ядра. **Гамма-квант** – это квант жесткого электромагнитного излучения. Закон радиоактивного распада

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t},$$

где N_0 – начальное число нераспавшихся ядер; λ – постоянная распада;

$T_{1/2} = \ln 2/\lambda$ – период полураспада (время, в течение которого распадается половина ядер).

Ядерная реакция – процесс взаимодействия ядра и частицы, приводящий к преобразованию ядра и вылету из него других частиц. **Реакция деления** ядра урана-235 под действием нейтрона приводит к расщеплению ядра на два (реже на три) ядерных осколков, вылету вторичных нейтронов, гамма-квантов и выделению значительной энергии.

Общая энергия этой реакции деления составляет более 200 МэВ и включает кинетическую энергию ядер-осколков 168 МэВ, кинетическую энергию нейтронов деления 5 МэВ, энергию мгновенных гамма-квантов 7 МэВ, энергию бета-частиц продуктов деления 8 МэВ, энергию антинейтрино продуктов деления 10 МэВ, энергию гамма-квантов продуктов деления 7 МэВ и энергию гамма-квантов из-за радиационного захвата нейтронов.

Цепная реакция деления множества ядер урана возможна потому, что после деления ядра урана одним нейтроном вылетают два или три нейтрона, которые после замедления снова делят другие ядра урана. Данная цепная реакция деления урана используется для получения тепловой и электрической энергии в ядерных реакторах.

Термоядерная реакция синтеза изотопов водорода – дейтерия и трития идет с образованием ядра гелия и нейтрона и сопровождается выделением энергии 17,6 МэВ. Для осуществления реакции требуется высокая температура – более 10^8 К и время удержания, умноженное на концентрацию вещества более 10^{14} с/см³. Удельное энерговыделение в реакции синтеза изотопов водорода 3,5 МэВ/нуклон превышает удельное энерговыделение в реакции деления ядра урана 0,85 МэВ/нуклон в четыре раза ($1 \text{ МэВ} = 10^6 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$).

6. Элементарные частицы – большая группа мельчайших частиц, не являющихся атомами или атомными ядрами. Их более 350 штук на 1980 г. И это число продолжает увеличиваться. Основные свойства элементарных частиц:

1) исключительно малые размеры и масса – размер протона $\sim 0,8 \cdot 10^{-13}$ см, размер электрона $< 10^{-16}$ см; масса протона равна 1836 масс электрона;

2) способность рождаться и уничтожаться с помощью сильного, электромагнитного или слабого взаимодействий между ними;

3) элементарные частицы разделяются на классы лептонов (легкие), адронов (сильные) и калибровочных бозонов.

Характеристики элементарных частиц: масса, время жизни, спин, электрический заряд и другие наборы дискретных значений физических величин. По времени жизни они делятся на стабильные, квазистабильные и резонансы.

Лептоны (легкие) – бесструктурные частицы со спином $1/2$ не участвуют в сильном взаимодействии. Известны три заряженных лептона: электрон, мюон (тяжелый электрон), тау-лептон (сверхтяжелый электрон) и три нейтральных: электронное нейтрино, мюонное нейтрино и тау-лептонное нейтрино. У каждого лептона имеется своя античастица. Характеристики лептонов приведены в табл. 1. В электромагнитном взаимодействии рождаются пары заряженных лептонов (e^+ , e^-). В слабом взаимодействии каждый заряженный лептон рождается в сопровождении своего антинейтрино.

Процессы, идущие с участием лептонов, подчиняются законам сохранения лептонных чисел. **Лептонное число** (лептонный заряд) – аддитивное внутреннее квантовое число, сопоставляемое с каждым семейством лептонов. Обычно лептонам приписывается свое лептонное число L , равное $+1$, антилептонам – $L = -1$.

Закон сохранения лептонного заряда: лептонный заряд системы частиц равен алгебраической сумме лептонных за-

Таблица 1

Характеристики лептонов

Лептоны	Символ	Масса МэВ	Время жизни, с	Спин h	Магн. момент	Эл. заряд e	Лептоновое число		
							L_e	L_μ	L_τ
Электрон	e	0,51	стаб.	1/2	$eh/2m$	-1	+1	0	0
Мюон	μ	105,7	$2,21 \cdot 10^{-6}$	1/2	$-m_e/m$	-1	0	+1	0
Тау-лептон	τ	1784	$3 \cdot 10^{-13}$	1/2		-1	0	0	+1
Электрон нейтрино	ν_e	<35 эВ	стаб.	1/2	0	0	+1	0	0
Мюонное нейтрино	ν_μ	<0,27	стаб.	1/2	0	0	0	+1	0
Тау-лепт. нейтрино	ν_τ	<0,31	стаб.	1/2	0	0	0	0	+1

рядов, входящих в систему частиц, и есть величина, постоянная для данной системы.

Адроны – структурные частицы, участвующие в сильном взаимодействии. К адронам относятся *мезоны* (средние) и *барионы* (тяжелые). Мезоны имеют целый спин, барионы – полуцелый спин. Мезоны образуют наиболее многочисленное семейство. Среди них пи-мезоны, К-мезоны и др. К барионам относятся нуклоны *p*-протон, *n*-нейтрон и различные гипероны (сверхтяжелые). Все барионы обладают барионным квантовым числом, равным единице $B = 1$. Все мезоны имеют нулевое барионное число $B = 0$.

Барионное число (барионный заряд) – аддитивное внутреннее квантовое число, сопоставляемое с барионами.

Закон сохранения барионного числа: барионный заряд системы частиц равен алгебраической сумме барионных зарядов, входящих в систему частиц, и есть величина постоянная для данной системы.

Адроны классифицируются в мультиплеты по 8 частиц (октеты) и по 10 частиц (декуплеты) (рис. 1).

Мультиплеты – совокупности частиц, обладающие близкими массами, одинаковыми спинами и сохраняющимися в сильном взаимодействии квантовыми числами: странностью и др.

Античастицей (по отношению к данной частице) называют частицу, обладающую той же массой, спином, временем жизни, что и данная частица, но имеющую зарядовые квантовые числа противоположного знака. Например, античастицей электрона является позитрон. Нейтрон имеет античастицу – антинейтрон, у которого барионное число $B = -1$. Античастица обозначается той же буквой, но со знаком тильды (\sim) над ней.

Истинно нейтральными частицами являются частицы, не обладающие никакими зарядовыми квантовыми числами

(электрический заряд Q , лептонный заряд L , барионный заряд B , странность S и др.). Это фотон, пи-ноль-мезон и др.

Если внимательно посмотреть на рис. 1, то можно увидеть, что декуплеты и октеты могут быть составлены из 3 частиц, образующих треугольник (триплет). Гипотеза о том, что адроны построены из субчастиц, которые назвали кварками, впервые была выдвинута Гелл-Манном и, независимо, Цвейгом в 1964 году.

Кварки – бесструктурные частицы со спином $1/2$, являющиеся составными элементами всех адронов. Обычные барионы состоят из трех кварков, а обычные мезоны – из кварка и антикварка. Известны шесть сортов (ароматов) кварков: u, d, s, c, b, t . Общее обозначение q_i^α , где $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$; $\alpha = 1, 2, 3$. Каждый сорт кварков существует в трех состояниях, определяемых цветом. Все кварки цветные.

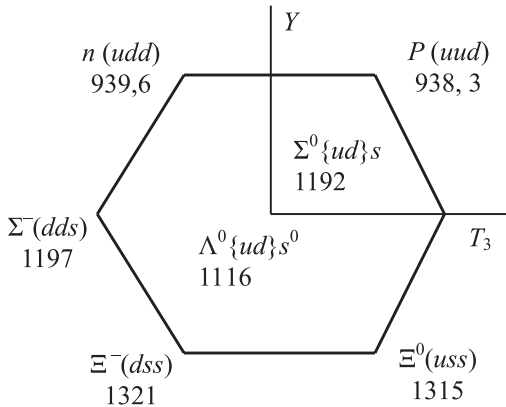


Рис. 1. Октет адронов в координатах (Y, T_3) , где Y – гиперзаряд, T_3 – третья проекция изоспина: нейтрон, протон, сигма-гипероны, кси-гипероны. Ламбда-ноль-гиперон и сигма-ноль-гиперон в центре

Цвет α – квантовое число, характеризующее кварки и глюоны. Кварки одноцветные, глюоны – двухцветные. Цвет обеспечивает соблюдение принципа Паули для фермионов: в одном квантовом состоянии может находиться только один кварк.

Характеристики кварков: все кварки имеют барионное число дробное $B = 1/3$, электрический заряд Q у них также дробный: кварки u, c, t имеют положительный заряд $Q = +2/3 e$; кварки d, s, b имеют отрицательный заряд $Q = -1/3 e^-$, где $e^- = -1,6 \cdot 10^{-31}$ Кл – заряд электрона.

Сорт кварка характеризуется значением внутренних квантовых чисел, входящих в состав электрического заряда Q : третья проекция изотопического спина T_3 , странность S , очарование C , красота b , истинность t . Эти зарядовые квантовые числа определяют «аромат» кварка.

Электрический заряд кварка определяется формулой Гелл-Манна–Нишиджимы

$$Q = T_3 + 1/2 Y, Y = B + S + C - b + t,$$

где Y – гиперонный заряд, удвоенный средний электрический заряд данного изомультиплета. Полные характеристики кварков приведены в табл. 2.

Кварковая структура мезонов и барионов. Нестранные мезоны с $S = 0$ состоят из пары включающей один кварк u или d и один антикварк \tilde{u} или \tilde{d} . В каждой комбинации общий спин J пары равен 1 при параллельной ориентации спинов или равен 0 при антипараллельной ориентации спинов кварка и антикварка. Проекция T_3 изотопического спина пары (кварк, антикварк) может быть 1 или 0 (табл. 2).

Пример 1. Пи-плюс-мезон (π^+) состоит из пары (кварк, антикварк) = (u, d). Спин пары $J = 1/2 - 1/2 = 0$, третья проекция изоспина пары $T_3 = 1$, барионное число пары $B = 1/3 - 1/3 = 0$,

Таблица 2

Характеристики кварцов

Характеристики		Верхний	Нижний	Странный	Очарован.	Красивый	Истинный
Название		u^a	d^a	s^a	c^a	b^a	t^a
Символ		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
3 проекция изоспина, T_3		1/2	-1/2	0	0	0	0
Бар. число B		1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3
Странность S		0	0	-1	0	0	0
Очарование C		0	0	0	1	0	0
Красота b		0	0	0	0	1	0
Истинность t		0	0	0	0	0	+1
Электр. заряд Q		+2/3	-1/3	-1/3	+2/3	-1/3	+2/3
Масса, МэВ		4,5	7,5	150	1500	4500	$174 \cdot 10^3$

электрический заряд пары $Q = T_3 + 1/2 (B) = +1$, масса $M = 140$ МэВ (1 а. е. м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг соответствует 935 МэВ).

Пример 2. Протон состоит из трех кварков $p = (u, u, d)$. Общий спин $J = 1/2 + 1/2 - 1/2 = 1/2$. Общая третья проекция изоспина $T_3 = 1/2 + 1/2 - 1/2 = 1/2$. Общее барионное число $B = 1/3 + 1/3 + 1/3 = 1$. Суммарный электрический заряд $Q = T_3 + 1/2 B = 1$. Масса протона $M = 938$ МэВ.

Кварковая модель протона. Три валентных кварка (u, u, d) движутся свободно внутри протона. Они окружены «морем» кварк-антикварковых пар. Эти морские кварки рождаются глюонами (квантами сильного взаимодействия). Глюоны испускают валентные кварки, обмениваясь между собой цветовыми зарядами. Таким образом, глюоны удерживают кварки внутри протона, не допускают их вылета. При этом каждый валентный кварк окружен облаком глюонов и морских кварк-антикварковых пар из-за эффекта поляризации вакуума. При увеличении расстояния между кварками их заряд увеличивается из-за антиэкранировки и сила притяжения между ними возрастает до бесконечности. При увеличении расстояния больше 1 Ферми = 10^{-13} см немедленно в точке разрыва возникает новая кварк-антикварковая пара, замыкающая разошедшиеся пары кварков.

Экспериментальное подтверждение кварковой модели адронов.

1. Глубоко неупругое рассеяние электронов на протонах при больших импульсах электронов привело к упругому рассеянию электрона на большие углы из-за столкновения электрона со свободным кварком внутри протона. В сущности, это старая идея опыта Резерфорда по рассеянию альфа-частиц на ядре атома. Опыты проводились в 1966–1969 годах на Стэнфорд-

ском линейном двухмиллиметровом ускорителе электронов с энергией 21 МэВ, мишень – жидководородная.

2. Эксперименты по рассеянию нейтрино на нуклонах в 1973–1975 годах установили, что средняя величина квадрата электрического заряда частиц внутри протона близка к величине $\langle Q^2 \rangle = 1/2 [(2/3 e)^2 + (1/3 e)^2]$.

3. Изучение процесса рождения адронов при аннигиляции высокоэнергетических электронов и позитронов на ускорителях со встречными пучками указало на наличие двух струй адронов из зоны столкновения пучков. Это означает, что реакция аннигиляции (взаимного уничтожения) электрона и позитрона порождает гамма-квант, который распадается на кварк и антикварк, каждый из которых, замедляясь, испускает струю адронов. Общее число адронов свидетельствует о том, что возникающие кварки имели три различных цвета.

Таким образом, кварковая модель адронов подтверждается всей совокупностью экспериментальных данных. Однако в свободном состоянии кварки не наблюдаются, возможно только их связанное состояние внутри адронов. При реакциях между адронами они перераспределяются во вновь образованные частицы.

Четыре вида взаимодействия элементарных частиц. Взаимодействие в физике – это взаимодействие частиц друг с другом, приводящее к изменению их состояния. Взаимодействие осуществляется посредством тех или иных полей. Согласно квантовой теории поля (КТП) любое поле представляет собой совокупность частиц – квантов этого поля. В природе существует только четыре вида взаимодействия или четыре квантовых поля – сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Интенсивность каждого взаимодействия определяется своей константой связи $\alpha_i = q^2/(4\pi)$.

Сильное взаимодействие – взаимодействие, в котором участвуют адроны. Оно является короткодействующим: радиус действия $\sim 10^{-13}$ см. В обычном веществе сильное взаимодействие создает прочную связь между нуклонами в ядрах (энергия связи ~ 8 МэВ/нуклон) и отвечает за стабильность ядер. При высоких энергиях сталкивающихся протонов, меньших 1 ГэВ, сильное взаимодействие приводит к рождению пи-мезонов, при энергиях, больших 1 ГэВ, рождаются странные частицы, очарованные, красивые мезоны и множество резонансов (табл. 3).

Квантовая хромодинамика – квантово-полевая теория сильного взаимодействия цветных кварков и цветных глюонов. Сильное взаимодействие осуществляется путем обмена глюонов между кварками.

Глюон – квант векторного поля сильного взаимодействия. Глюон является электрически нейтральной частицей со спином, равным единице, и нулевой массой. Двухцветные глюоны являются переносчиками сильного взаимодействия между кварками и склеивают их в адроны. В квантовой хромодинамике установлено существование восьми глюонных полей, отличающихся цветовыми индексами. Наличие у глюона цветового заряда приводит к самодействию глюонов: глюоны могут поглощать или излучать другие глюоны. Можно сказать, что глюон – это «частица сильного света внутри протона, имеющая заряд-цвет» (табл. 4). Условный цветовой заряд кварков: к – красный, с – синий, з – зеленый.

Если «выключить» сильное взаимодействие, то распались бы ядра атомов, распались протоны и другие адроны. Ядерных реакций с участием сильного взаимодействия не стало бы. Кварки существовали бы в свободном состоянии. Мир состоял бы из кварков и лептонов и гамма-квантов.

Электромагнитное взаимодействие – взаимодействие электрических зарядов с электромагнитным полем. Сила элек-

Таблица 3

Свойства четырех взаимодействий

Вид взаимодействия / Свойства	Радиус действия, см	Время действия, с	Сечение мбарн, 10^{-21} см^2	Константа взаимодействия
Сильное	10^{-13}	10^{-23}	10	10
Электромагнитное	Бесконечен	$10^{-20} \dots 10^{-16}$	10^{-3}	10^{-2}
Слабое	$2 \cdot 10^{-16}$	$> 10^{-12}$	10^{-11}	10^{-5}
Гравитационное	Бесконечен		10^{-40}	10^{-12}

Характеристики квантов физических полей

Название	Характеристики	Символ	Спин	Эл. заряд	Масса покоя	Спиральность	Цветовой заряд
Глюоны, кванты сильного поля	g_1	1					КЗ
	g_2	1					КС
	g_3	1					ЗК
	g_4	1	0		0	-	ЗС
	g_5	1					СК
	g_6	1					СЗ
	g_7	1					$(1/2)(КК - ЗЗ)$
	g_8	1					$(1/6)(КК + ЗЗ - 2СС)$
Фотон, квант электромагнитного поля	γ	1	0	0	0	± 1	-
Кванты слабого поля: W^+ бозон	W^+	1	$+1e$	80 МэВ	-	-	-
	W^-	1	$1e$	80 МэВ	-	-	-
Z^0 бозон	Z^0	1	0	91 МэВ	-	-	-
Гравитон, квант гравитац. поля	g	2	0	0	0	-	-

ромагнитного взаимодействия между покоящимися элементарными частицами дальнедействующая и изменяется с расстоянием как $1/r^2$ (закон Кулона). Интенсивность электромагнитных процессов в микромире определяется безразмерным параметром $e^2/(hc) = 1/137$. Характерные времена радиационных распадов элементарных частиц и возбужденных состояний ядер по каналу электромагнитного взаимодействия составляют $\sim 10^{-12} \dots 10^{-20}$ с. При электромагнитном взаимодействии сохраняются квантовые числа: пространственная четность, зарядовая четность, странность, очарование, красота. Электромагнитное взаимодействие инвариантно относительно обращения времени (т. е. возможны замены t на $-t$) (см. табл. 3).

Фотон (гамма-квант) – квант электромагнитного поля, имеет спин, равный единице. Фотоны подчиняются статистике Бозе, т. е. в одном квантовом состоянии может находиться любое число фотонов. Сечение рассеяния фотонов с энергиями 1 ГэВ на протоне составляет 10^{-30} см².

Квантовая электродинамика (КЭД) – раздел квантовой теории поля, в котором изучают взаимодействие электромагнитного поля с электронно-позитронным полем. Фотонным вакуумом или вакуумным состоянием электромагнитного поля называется низшее энергетическое состояние этого поля. При возбуждении фотонного вакуума происходит рождение частицы кванта электромагнитного поля. Квантовая электродинамика описывает мощные и быстроменяющиеся электромагнитные поля и взаимодействия между фотонами и лептонами. Уравнения Максвелла описывают слабые, медленно меняющиеся электромагнитные поля.

Если «выключить» электромагнитное взаимодействие, то распались бы атомы, молекулы, исчезли бы силы упругости,

трения, поверхностного натяжения, химические явления, исчезла бы жизнь.

Слабое взаимодействие – одно из четырех взаимодействий между элементарными частицами. Оно превращает заряженные лептоны в нейтрино, а кварки одного сорта в кварки другого сорта. Слабое взаимодействие значительно слабее сильного и электромагнитного, но гораздо сильнее гравитационного. Радиус слабого взаимодействия 10^{-16} см, т.е. в тысячу раз меньше, чем радиус сильного взаимодействия. Только в слабых взаимодействиях принимают участие нейтрино. При энергиях 1 ГэВ процессы со слабым взаимодействием происходят за время 10^{-10} с (см. табл. 3). Интенсивность слабых процессов быстро растет с ростом энергии. Наиболее распространенный процесс, обусловленный слабым взаимодействием, – бета-распад радиоактивных атомных ядер. Например, распад свободного нейтрона на протон, электрон и электронное антинейтрино: $n = p + e^- + \bar{\nu}_e$. Энерговыведение около 1 МэВ, время распада порядка тысячи секунд. Распад нейтрона в кварковой модели показан на рис. 2. Один из d -кварков нейтрона испускает отрицательный W^- бозон и превращается в u -кварк, т.е. меняет свой аромат. W^- бозон по каналу слабого взаимодействия распадается на электрон e^- и электронное антинейтрино $\bar{\nu}_e$.

Виноны (промежуточные векторные бозоны) – кванты слабого взаимодействия, массивные частицы со спином, равным единице W^+ , W^- , Z^0 . Масса W^+ равна 80,6 ГэВ, масса Z^0 равна 91 ГэВ. Положительно и отрицательно заряженные дубльэ-бозоны $W^{+,-}$ осуществляют взаимодействие заряженных токов. Нейтральный зет-ноль бозон Z^0 осуществляет взаимодействие нейтральных токов. Заряженный W^- бозон в 70 % случаев распадается в адронные состояния и в 30 %

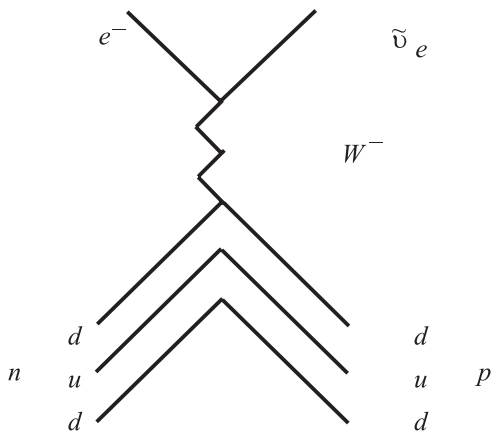


Рис. 2. Диаграмма распада нейтрона на протон, электрон и антинейтрино в кварковой модели

случаев – в лептонные состояния типа лептон, нейтрино. Нейтральный бозон распадается в 71 % в адронные состояния типа лептон, антилептон и нейтрино, антинейтрино. Фермиевская константа слабого взаимодействия равна 10^{-49} эрг·см³ в системе СГС или $1,1 \cdot 10^{-5}$ (ГэВ)² в системе, где $\hbar = c = 1$.

В 80-е годы XX века было установлено, что слабое и электромагнитное взаимодействия – это различные проявления единого электрослабого взаимодействия. Если «выключить» слабое взаимодействие, то погасло бы Солнце, так как прекратился бы водородный цикл сгорания протонов с образованием гелия. Без слабого взаимодействия были бы стабильны нейтрон, мюон, пи-мезон, странные и очарованные частицы.

Гравитационное взаимодействие – это тип фундаментального взаимодействия, который характеризуется участием гравитационного поля. Гравитационное взаимодействие самое слабое из четырех взаимодействий. Гравитационное взаимодействие универсально: в нем участвуют все элементарные

частицы. Источником гравитационного поля является четырехмерный тензор энергии-импульса, у которого для покоящейся частицы отлична от нуля только одна компонента, являющаяся массой частицы.

Сила взаимодействия двух точечных масс определяется формулой

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

где m_1, m^2 – массы частиц, $G = 6,67 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/\text{г} \cdot \text{с}^2$ – гравитационная постоянная Ньютона. Отношение гравитационной силы к электромагнитной силе равно 10^{-36} , до расстояний, равных комптоновской длине волны протона. Гравитационный заряд $g = +(Gm)^{1/2}$. Нет материи с нулевым или отрицательным гравитационным зарядом (не следует путать антигравитацию с античастицами, например позитроном). Важнейшее свойство гравитационного поля: оно определяет геометрию пространства-времени, в котором движется материя (см. табл. 3).

Квантовая теория гравитации (КТГ) – это квантово-полевая теория гравитационного взаимодействия. Квантовая теория гравитации основана на квантовании гравитационного поля, которое описывается общей теорией относительности Эйнштейна. В случае слабого гравитационного поля метрический тензор искривленного пространства-времени равен обычному метрическому тензору плоского псевдоевклидова пространства-времени совместно с безмассовым поперечным тензорным полем, соответствующим гравитационным волнам. Согласно корпускулярно-волновому дуализму гравитационная волна это квант гравитационного поля – гравитон.

Гравитон – это квант гравитационного поля, безмассовая нейтральная частица с нулевой массой покоя и спином 2 (в единицах \hbar). Спиральность гравитона, т.е. проекция спина гравитона на направление импульса гравитона, равна +2, – 2. Гравитоны подчиняются статистике Бозе и могут неограниченно накапливаться в одном квантовом состоянии, образуя бозе-конденсат, который представляет собой классическую гравитационную волну (см. табл. 4).

Гравитоны могут рассеиваться друг на друге: $g + g = g + g$. Сечение рассеяния гравитона на гравитоне: $\sim L^2 \sim (E/mc^2)^2 \sim 10^{-67} \text{ см}^2$. Теоретически вводятся: характерная масса Планка $m_{\text{П}} = (\hbar c/G)^{1/2} = 10^{-5} \text{ г}$, энергия покоя массы Планка $m_{\text{П}} c^2 = 1,2 \cdot 10^{19} \text{ ГэВ}$. Длина волны Комптона для массы Планка $L = \hbar m_{\text{П}} = 10^{-33} \text{ см}$ («квант пространства»). Планковское время $t_{\text{П}} = L/c = 10^{-43} \text{ с}$ («квант времени»).

Другим возможным процессом является двухгравитонное рождение пары частица-античастица негравитационного поля, например: $g + g = (e^-) + (e^+)$. Таким образом, на квантовом уровне обнаруживается взаимопревращаемость всех видов материи, включая гравитационное поле. Гравитация универсально взаимодействует с любой формой энергии, в том числе с вакуумной энергией, которая проявляется в уравнениях Эйнштейна в виде космологической постоянной (лямбда-член).

Экспериментально гравитоны не наблюдались. Имеются отдельные косвенные наблюдения гравитационных волн на работающих экспериментальных установках.

Если «выключить» гравитационное взаимодействие, то исчезнет крупномасштабная «пенная» структура Вселенной: галактики, звезды, планеты. Частицы и тела перейдут в состояние невесомости, атомы, молекулы и тела сохранятся.

Законы сохранения – физические закономерности, согласно которым численные значения некоторых физических вели-

чин не изменяются со временем в любых процессах или в определенном классе процессов в замкнутой системе. Все законы сохранения разделяются на три группы.

1. Законы сохранения, связанные с симметрией четырехмерного пространства-времени.

2. Законы сохранения, связанные с внутренними симметриями: закон сохранения электрического заряда соответствует повороту электромагнитного поля в некоем внутреннем пространстве.

3. Приближенные законы сохранения, справедливые для некоторых видов взаимодействий.

Уравнения квантовой теории поля инвариантны, не меняют своего вида, если одновременно произвести три преобразования: зарядового сопряжения (C), поменяв частицы на античастицы, пространственной инверсии (P): замены координат r на $-r$ и обращения времени (T): замены t на $-t$. Это утверждение называется теоремой СРТ. Например, позитрон e^+ , летящий по оси x , это электрон e^- , летящий по оси $-x$ из будущего в прошлое.

В природе существуют состояния со спонтанно нарушенной симметрией: например, лагранжиан (оператор энергии поля) обладает симметрией, а описываемое им устойчивое физическое состояние (вакуум) – нет.

Единая теория поля – единая физическая теория, объединяющая сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействия, в настоящее время еще не построена. Однако сильное, слабое и электромагнитное взаимодействия обусловлены существованием групп локальной симметрии с тремя константами связи, зависящими от цветового заряда g_1 , электрического заряда g_2 , слабого заряда g_3 и двенадцатью калибровочными полями: восемью глюонами, тремя вионами и фотоном. На малых расстояниях $\sim 10^{-17}$ см все силы взаимодействий в основном приводят к потенциалу $\sim g^2/r$. Все обрат-

ные константы взаимодействий сбегаются к одному числу при энергиях $\sim 10^{15}$ ГэВ. Это означает, что сильное, слабое и электромагнитное взаимодействия ранее были единым взаимодействием при таких больших энергиях, а затем при понижении энергии отделились друг от друга. Гравитационное взаимодействие отделилось еще раньше при еще больших энергиях.

В физике элементарных частиц в настоящее время бесструктурными «фундаментальными» частицами считаются: 6 лептонов, 6 кварков – это частицы вещества и 13 полевых частиц: 8 глюонов, фотон, 3 виона и гравитон. Для квантов пространства-времени получены только оценки размеров 10^{-33} см и времени 10^{-43} с.

7. Термодинамика – наука о наиболее общих тепловых свойствах макроскопических тел. Её выводы универсальны. Термодинамическими параметрами являются давление P , объём V и температура T .

Первый закон термодинамики: поглощенное телом количество теплоты Q расходуется на изменение внутренней энергии U тела и совершение им работы A против внешних сил. Для элементарного изменения состояния системы

$$\delta Q = dU + \delta A.$$

Это равенство выражает закон сохранения энергии в тепловых процессах. Эквивалентная формулировка: невозможен вечный двигатель первого рода, способный совершать работу без потребления энергии.

Второй закон термодинамики: невозможен процесс, единственным результатом которого является передача энергии в форме теплоты от холодного тела к горячему. Эквивалентная формулировка: невозможен вечный двигатель второго рода, полностью преобразующий тепловую энергию какого-либо тела в работу. Другая эквивалентная формулировка – принцип возрастания энтропии: энтропия замкнутой

системы не убывает со временем, что свидетельствует о необратимости термодинамических процессов.

$$dS \geq 0,$$

где классическая *энтропия* S определяется как $dS = \delta Q/T$.

Третий закон термодинамики (принцип Нернста): энтропия любой равновесной системы стремится к нулю, если температура системы стремится к нулю.

Статистическая физика – раздел физики, изучающий макроскопические свойства систем на основе молекулярно-кинетических представлений и методов математической статистики. Статистическая энтропия $S = k \ln W$, где W – термодинамическая вероятность системы находится в определенном состоянии. Состояние с наибольшей вероятностью является равновесным. В реальных системах согласно второму закону термодинамики энтропия возрастает. Утверждение «природа стремится к беспорядку» означает, что упорядоченные системы неустойчивы и неравновесны, а состояние хаоса устойчиво и равновесно, так как может быть реализовано наибольшим числом способов и имеет наибольшую вероятность W .

Газ – агрегатное состояние вещества, в котором атомы движутся свободно в промежутках между столкновениями.

Жидкость – вещество в конденсированном состоянии, имеющее объём, но не имеющее упругости формы. Молекулы жидкости находятся в оседлых состояниях, из которых осуществляют «прыжки» в соседние положения.

Твердое тело – тело, отличающееся постоянством формы и объёма. Атомы находятся в фиксированных положениях, в которых колеблются около положений равновесия. Твердые тела разделяются на аморфные и кристаллические. Кристаллы имеют симметрию.

Симметрия кристаллов – свойство кристаллов совмещаться самими с собой при поворотах, отражениях, параллельных переносах. Существуют следующие точечные группы симметрии: кубическая, тетрагональная, ромбическая, тригональная, моноклинная, триклинная и гексагональная.

Распределение Больцмана для концентрации числа частиц газа в гравитационном поле

$$n = n_0 \cdot e^{-mgz/kT},$$

где m – масса частицы, z – высота, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$, $n(x, y, z)$ – концентрация частиц (число частиц в единице объема); k – постоянная Больцмана; T – абсолютная температура. Распределение Максвелла молекул газа по абсолютным значениям скоростей

$$dn/n = \text{const} \exp \left\{ -mv^2/(2kT) \right\} 4\pi v^2 dv,$$

где v – скорость частицы.

Флуктуацией физической величины, характеризующей систему, называется отклонение истинного значения величины от ее среднего значения. Флуктуации возникают из-за теплового движения частиц системы. Пример: *броуновское движение* – беспорядочное движение малых частиц, взвешенных в жидкости, происходящее под действием ударов молекул жидкости. Результирующее давление на частицу в каждый момент времени отклоняется от среднего, т.е. флуктуирует.

Соотношения неопределенностей. Впервые на существование неустранимых флуктуаций физических характеристик в микромире указал Гейзенберг в 1927 году. Справедливо соотношение неопределенностей Гейзенберга между флуктуациями импульса и координаты в виде

$$\Delta p_x \Delta x \geq \hbar,$$

где Δp_x – дисперсия импульса; Δx – дисперсия координаты микрочастицы; $\hbar = h/(2\pi)$, h – постоянная Планка.

Справедливо *соотношение неопределенностей* между флуктуациями энергии и временем жизни частицы в квантовом состоянии

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar,$$

где ΔE – дисперсия энергии; Δt – дисперсия времени жизни микрочастицы в данном состоянии.

Соотношение неопределенностей Эйнштейна для флуктуации энергии E и флуктуации обратной температуры β в макромире имеет вид

$$\Delta\beta \Delta E \geq k,$$

где ΔE – дисперсия энергии; $\Delta\beta$ – дисперсия обратной температуры $\beta = 1/T$, k – постоянная Больцмана. Определим $\Delta(1/T) = 1/T_0^2 \cdot \Delta T$, где T_0 – температура термостата (окружающей среды); $\Delta T = T \pm T_0$. Полагая приближенно, что $\Delta E \sim k \cdot T_0$, $\Delta T \sim T_0$, получаем для соотношения Эйнштейна

$$\Delta E \Delta T \geq k T_0^2.$$

Фундаментальные постоянные и их физический смысл.

Скорость света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – универсальное ограничение на максимальную скорость любого материального объекта и на скорость передачи любого взаимодействия или сообщения.

Постоянная Планка (квант действия) $\hbar = 1,054 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – универсальная количественная характеристика минимального квантового воздействия на объекты, находящиеся в микросостояниях.

Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – универсальная количественная характеристика минимального теплового не-

контролируемого воздействия на макрообъект при его приближении к тепловому равновесию.

2.2. Основные концепции химии

Система химических наук. Химические связи, системы и процессы. Реакционная способность веществ. Энергетика химических реакций.

Химия – наука о веществах и законах, которым подчиняются их превращения, одна из отраслей естествознания. Изучает превращения, в которых молекулы одного соединения обмениваются атомами с молекулами другого соединения, распадаются на молекулы с меньшим числом атомов, а также вступают в химические реакции, в результате которых образуются новые вещества. Химия сама создает предмет своих исследований.

Основная задача химии – получение вещества с заранее заданными свойствами и нахождение способов управления свойствами вещества. Свойства веществ зависят от четырех факторов: элементного и молекулярного состава вещества; структуры вещества; организации кинетической системы реагирующих веществ в химическом процессе; высокоорганизованных каталитических систем в предбиологическом синтезе. В своем развитии химия прошла четыре этапа решения основной задачи (табл. 5).

Химические модели:

- *стехиометрическая* модель использует химические формулы и уравнения;
- *атомно-молекулярная* модель описывает реакции, внутримолекулярные и межмолекулярные перегруппировки атомов;
- *геометрическая* модель определяет структурные формулы и геометрические молекулярные параметры;
- *электронная* модель, используя электронное строение молекул, определяет реакционную способность веществ.

Исторические этапы решения основной задачи химии

Время	Этап	Основное понятие
XVII век	Учение о составе вещества	Химический элемент, химическое соединение – вещество из нескольких элементов
XIX век	Структурная химия	Молекулярная структура – соединение атомов в пространстве валентными электронами
XX век	Учение о химических процессах	Термодинамические и кинетические методы управления химическими процессами
Середина XX века – настоящее время	Эволюционная химия	Эволюционный химический процесс – самопроизвольный синтез сложных химических продуктов

Химический процесс – это основное явление, отличающее химию от физики и делающее химию более сложной наукой, чем физика, так как химические системы сложнее физических систем. Химические процессы (в частности, синтез) происходят с участием химических систем – от элементов до макромолекулярных комплексов. Способность к взаимодействию различных химических реагирующих веществ определяется также условиями протекания химических реакций.

Система химических наук включает следующие разделы:

- *неорганическая химия* – изучает химические элементы и их соединения (более 5 тыс.);
- *органическая химия* – изучает углерод и его соединения (более 4 млн);
- *физическая химия* – объясняет общие закономерности химических явлений на основе принципов физики с использованием физических экспериментальных методов;
- *аналитическая химия* – рассматривает принципы и методы изучения химического состава вещества (качественный и количественный анализ);
- *химия высокомолекулярных соединений* – изучает вещества (в основном полимеры), молекулы которых состоят из большого числа повторяющихся группировок или мономерных звеньев, соединенных между собой.

Особенности современной химии:

- 1) дифференциация главных разделов химии на самостоятельные научные дисциплины;
- 2) интеграция химии с другими науками;
- 3) появление новых физико-химических и физических методов исследования.

Химический элемент – вид атомов, характеризующихся одинаковым зарядом ядра, т.е. содержащих одинаковое число протонов, равное порядковому номеру Z в таблице Менделеева. В химических превращениях химические элементы сохраняются, так как ядра атомов остаются неизменными, а перераспределяются электроны внешних электронных оболочек атомов.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева – классификация химических элементов, графическое выражение периодического закона, устанавливающего периодическое изменение свойств химических элементов по мере увеличения зарядов ядер их атомов. Современная система включает 111 элементов. Принцип построения состоит в выделении семи периодов (элементы расположены горизонтально) и восьми групп (элементы расположены вертикально). Каждый период начинается щелочным элементом и кончается благородным газом (например, третий период: натрий – аргон). Каждая группа подразделяется на главную и побочную. Элементы подгрупп обнаруживают определенное химическое сходство, например в первой группе: литий – франций. Элементы с порядковыми номерами $Z = 58...71$ образуют семейство лантаноидов и с $Z = 90...103$ – семейство актиноидов (табл. 6).

Квантовая механика объясняет последовательность формирования электронных конфигураций атомов по мере роста порядкового номера элемента Z . Согласно принципу минимума энергии и принципу Паули электроны заполняют электронные оболочки от ядра наружу и в каждом квантовом состоянии может находиться только один электрон. Период заканчивается полным заполнением всех подоболочек и начинается с построения новой оболочки. Общее число электронов в атоме равно номеру элемента и заряду ядра атома, так что полный электрический заряд атома равен нулю.

Таким образом, физическая теория (квантовая механика) объясняет периодическую систему элементов, лежащую в основании химии. Однако квантовая механика не может рассчитать и предсказать структуру и свойства любого химического соединения.

Химическая связь – взаимодействие атомов, обуславливающее их соединение в молекулы и кристаллы. При образовании химической связи происходит перераспределение электронной плотности связывающихся атомов.

По характеру этого распределения химическая связь классифицируется на *ковалентную* (алмаз), *ионную* (соль NaCl), *координационную* (молекулярные кристаллы), *металлическую* (Na), и *водородную* (лед). По числу электронных пар – одинарные, двойные, тройные; по симметрии электронного распределения (сигма- и пи-связи); по числу непосредственно взаимодействующих атомов – двух-, трех- и многоцентровые.

Валентность – способность атома присоединять или замещать определенное число других атомов или атомных групп с образованием химической связи. Количественной мерой валентности атома любого элемента служит число атомов водорода или кислорода, которые элемент присоединяет, образуя гидрид (соединение этого элемента с водородом) или оксид (соединение этого элемента с кислородом). В рамках электронной теории химической связи валентность атома определяется числом его неспаренных электронов в основном или возбужденном состояниях, которые участвуют в образовании электронных пар с электронами других атомов. В различных соединениях атом одного элемента может проявлять различную валентность: сера двухвалентна в H_2S , четырехвалентна в SO_2 , шестивалентна в SF_6 . На представлении о валентности была основана классическая теория хи-

мического строения А. М. Бутлерова. В современной теории химического строения представления о валентности часто отождествляют с общим учением о химической связи.

Реакционная способность – характеристика химической активности атомов и молекул. Для количественной оценки используют относительные константы скорости k_n в рядах однотипных реакций:

$$k_n = A \exp(-E/kT),$$

где E – энергия активации, соответствующая высоте потенциального барьера на поверхности потенциальной энергии молекул; k – постоянная Больцмана.

Реакции химические – превращение одних веществ в другие, отличные по химическому составу и (или) строению. Характеризуются определенным соотношением участвующих в них веществ, степенью превращения, константами скорости и равновесия, энергией активации, тепловым эффектом. Реакции характеризуются числом молекул, участвующих в элементарном акте (моно- и бимолекулярные), кинетическим механизмом (последовательные, параллельные, сопряжённые реакции), характером химического процесса (разложение, окисление, полимеризация и др.), типами частиц, участвующих в химических реакциях (ионные, радикальные), фазовыми состояниями реагирующей системы (газо-, жидко-, твёрдофазные реакции). Гомогенные химические реакции протекают в объёме фазы, гетерогенные – на поверхности раздела фаз.

При химическом равновесии в обратимых реакциях скорости прямой и обратной реакции равны. **Принцип подвижного равновесия (Ле Шателье)**: внешнее воздействие (изменяется концентрация, температура, давление) на систему, находящуюся в равновесии, благоприятствует протеканию той из двух проти-

воположных реакций, которая ослабляет внешнее воздействие. Способы смещения равновесия в желательном направлении, основанные на принципе Ле Шателье, играют огромную роль в химии.

Термодинамический метод влияет на смещение химического равновесия реакции. Кинетические методы влияют на скорость протекания химической реакции.

Тепловой эффект реакции – теплота, выделенная или поглощенная термодинамической системой при протекании в ней химической реакции. Реакции, сопровождающиеся выделением теплоты, называются *экзотермическими*, поглощением теплоты – *эндотермическими* химическими реакциями. Прямая химическая реакция возможна, если свободная энергия системы G уменьшается,

$$G = H - T \cdot S,$$

здесь $H = U + PV$ – **энтальпия** (теплосодержание). В реакциях с выделением энергии энтальпия уменьшается. В реакциях с поглощением тепла энтальпия увеличивается.

Экзоэнергетические реакции уменьшают энтропию S_i в системе и увеличивают энтропию S_e в окружающей среде. Эндоэнергетические реакции понижают энтропию окружающей среды и увеличивают энтропию внутри системы. Полная энтропия $S = S_i + S_e$.

Катализ – изменение скорости или возбуждения химической реакции веществами (*катализаторами*), которые участвуют в реакции, но не входят в состав конечных продуктов. Катализатор может многократно участвовать в промежуточных химических взаимодействиях с реагентами, и его количество обычно значительно меньше, чем реагентов. Различают положительный катализ (ускорение реакции)

и отрицательный катализ (замедление реакции). Катализаторы, замедляющие химические реакции, называются *ингибиторами*. По химической природе катализатора различают кислотно-основной катализ, при котором реакции протекают в присутствии кислот или оснований, катализ на металлах, оксидах и т.д. Биологические катализаторы называются *ферментами*. Они участвуют в биохимических каталитических реакциях.

Катализатор не сдвигает химического равновесия в реагирующих системах, но ускоряет его достижение. Катализ обусловлен тем, что энергия активации E каталитической реакции меньше, чем некаталитической. Общей теории катализа не существует. Согласно мультиплетной теории для катализа необходимо геометрическое соответствие между параметрами решетки твердого катализатора и длинами рвущихся и образующихся химических связей реагентов. В ряде теорий предполагается существование активных центров на поверхности катализаторов.

Крупнейшие каталитические промышленные процессы – синтез аммиака, (железный катализатор, активированный калием), получение серной (катализатор V_2O_5) и азотной кислот (катализатор – платина), крекинг (термокаталитическая переработка нефти с целью получения бензина, катализатор – алюмосиликатный $Al_2O_3 + SiO_2$) и риформинг нефти (каталитическая переработка бензиновых фракций с целью повышения их октанового числа, катализатор – платина).

Химическая эволюция. Химические элементы образуют низший уровень, с которого начинается химическая эволюция. *Критерий сложности химических элементов* – это способность образовывать многоатомные структуры из своих атомов и способность образовать структуры с множеством атомов других элементов. Углерод – наиболее сложный химический

элемент, обладающий высоким потенциалом химического развития. Д. И. Менделеев говорил, что «ни в одном из элементов такой способности к усложнению не развито в такой мере, как в углероде». *Критерий сложности химических соединений* включает следующие параметры: количество атомов, многообразие элементов, сложность основного элемента, длину цепи, каталитическую активность, реакционную способность, способность к структурной изомеризации. Основным направлением химической эволюции является самопроизвольный синтез химических соединений из химических элементов в направлении возрастающего усложнения.

2.3. Вопросы для самоконтроля

1. Сформулируйте законы Ньютона.
2. Поясните основные идеи теории тяготения Эйнштейна.
3. Поясните основные положения электромагнетизма (уравнения Максвелла).
4. Нарисуйте в логарифмическом масштабе шкалу электромагнитных волн.
5. Запишите уравнения Шредингера для волновой функции.
6. Какие элементарные частицы входят в состав ядра атома?
7. Запишите термоядерную реакцию для изотопов водорода.
8. Сформулируйте три закона термодинамики.
9. Почему невозможна тепловая смерть Вселенной?
10. Назовите пять наиболее важных открытий в физике.
11. Предложите способ консервации электромагнитной энергии.

12. Сравните кинетическую энергию вращения Земли и её электростатическую энергию как энергию заряженного тела.

13. Возможно ли путем химических реакций получать искусственные алмазы и золото?

14. Существует ли предел сложности при образовании химических молекул?

15. Что ограничивает образование новых химических элементов в таблице Д. И. Менделеева?

3. МЕГАМИРЫ И ПЛАНЕТАРНЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

3.1. Вселенная

Космология – наука о Вселенной в целом. Принцип Коперника и космологический принцип. Характеристики Вселенной. Возникновение Вселенной и ее эволюция.

Вселенной называется окружающая нас часть материального мира, доступная наблюдению. Возможно существование других вселенных, так как Вселенная не обязательно исчерпывает собой весь существующий мир. Вселенную как целое, её строение и эволюцию (развитие во времени) изучает **космология**.

Основные космологические принципы:

1) фундаментальные законы природы (законы физики), установленные и проверенные в лабораторных экспериментах на Земле, остаются верными и для всей Вселенной, все явления могут быть объяснены на основе этих законов;

2) принцип Коперника – наше положение во Вселенной не является центральным, выделенным;

3) сильный антропологический (антропный) принцип – сама Вселенная, законы физики, которыми она управляется, должны быть такими, чтобы во Вселенной на некотором этапе ее эволюции допускалось существование наблюдателей (человечества); универсальные физические постоянные, взятые в виде совокупности, «тонко подстраивают», т.е. предопределяют структуру и эволюцию Вселенной, включая появление человечества.

Основные характеристики Вселенной

1. Вселенная расширяется с ускорением. Все галактики удаляются от нашей Галактики и друг от друга со скоростью, пропорциональной расстоянию до них. Экспериментально это проявляется в виде смещения спектральных линий звезд да-

леких галактик к красному концу спектра. Радиус Вселенной $4 \cdot 10^{28}$ см. Кривизна пространства равна нулю.

2. Плотность вещества во Вселенной близка к критической плотности $4,7 \cdot 10^{-30}$ г/см³.

3. Видимое вещество во Вселенной состоит из водорода (80...70%) и гелия (20...30%). Видимое вещество, состоящее из барионов составляет только 5% от общего вещества, находящегося во Вселенной.

Темной материи – 23%. Она представляет собой холодную среду с космологической плотностью, большей плотности барионов. Эта темная материя взаимодействует со светящимся веществом гравитационным образом. Экспериментально скрытая масса проявляется:

– в превосходстве динамической (вириальной) массы галактики MV^2R/G (где V – скорость вращения Галактики; G – гравитационная постоянная; R – расстояние) над массой видимого вещества галактики, полученного из соотношения масса-светимость;

– в обнаружении горячего газа в скоплении галактик с температурой $(3...10) \cdot 10^7$ К и концентрацией 10^{-3} см⁻³;

– в эффекте гравитационного линзирования (отклонения света) далеких галактик и квазизвездных источников; возможно, темная материя, окружающая Галактику, есть результат поляризации вакуума «гравитационным зарядом» Галактики.

Темная энергия вакуума (70%) не принимает участия в гравитационном сгущивании вещества. Она представляет собой среду с отрицательным давлением.

4. Во Вселенной не обнаружено заметного количества антивещества.

5. Вселенная заполнена микроволновым электромагнитным излучением с длиной волны 7,35 см, которое имеет

не звездное происхождение. Температура реликтового излучения $T = 2,725$ К.

6. Вселенная обладает крупномасштабной трехмерной ячеисто-сетчатой структурой в виде «пены».

Возникновение и эволюция Вселенной. Вселенная образовалась в результате Большого взрыва примерно 13,7 млрд лет назад из особого возбужденного вакуумподобного состояния, обладающего большой размерностью и большой плотностью энергии (космологической сингулярности типа диска). В таком состоянии возникают сильнейшие напряжения и отрицательные давления, вызывающие стремительное расширение сингулярности и генерацию материи внутри нее. При разрыве и уходе в бесконечность трех действительных пространственных координат и одной мнимой координаты (времени) возникло четырехмерное пространство-время. Остальные координаты остались свернутыми в трубочки толщиной около 10^{-33} см. С точки зрения математики пространства с четырьмя измерениями обладают наибольшим числом особенностей. По-видимому, материя в таком псевдоевклидовом четырехмерном мире обладает наибольшим числом возможных способов распределения в каждый момент времени.

Следующая, инфляционная, стадия раздувания Вселенной началась с момента 10^{-43} с и продолжалась до 10^{-35} с. В ходе Большого взрыва, т.е. космологического расширения, возмущения метрики спонтанно рождались параметрическим образом из вакуумных флуктуаций. Скалярная мода возмущения метрики привела к космологическому возмущению плотности и образованию галактик, векторная мода обеспечила вихревое движение вещества, тензорная мода возмущения метрики породила гравитационные волны. За это время

Вселенная увеличилась более чем в 10^{50} раз и достигла размера порядка современного радиуса – 10^{28} см. Единое взаимодействие расщепилось сначала на гравитационное, затем на сильное и электрослабое, которое разделилось, в свою очередь, на электромагнитное и слабое. Температура начала убывать обратно пропорционально квадратному корню от времени.

Стадия горячей Вселенной началась с *эры адронов* при температуре 10^{12} К, плотности 10^{14} г/см³ и длилась 10^{-4} с, было равновесие между частицами и античастицами, остались барионы (протоны и нейтроны), мезоны, античастицы пропали, так как их оказалось меньше, возникла барионная асимметрия Вселенной. Из равновесия с гамма-излучением вышли последовательно гипероны, нуклоны, мезоны. Именно из них и возникла вещественная Вселенная.

В *эре лептонов* при температуре, большей 10^{10} и меньшей 10^{12} К и плотности, меньшей 10^{14} и большей 10^4 г/см³, в течение времени, меньше 10 с и больше 10^{-4} с, вымирают электрон-позитронные пары. Через 0,2 с остаются реликтовые нейтрино, существующие до настоящего времени (пока не обнаружены экспериментально).

В *эре фотонов* спустя примерно $3 \cdot 10^5$ лет при температуре, меньшей 10^{10} К и большей $3 \cdot 10^{10}$ К, и плотности, меньшей 10^4 г/см³ и большей 10^{21} г/см³, образуются атомы, свет (фотоны) отделяется от вещества (на каждый атом во Вселенной приходится 1 млрд реликтовых фотонов).

Последняя стадия пылевой Вселенной включает *звездную эру*, которая началась спустя 1 млн лет после Большого Взрыва при температурах, меньше 3000 К, и плотностях, меньших 10^{-21} г/см³. Тяготение стало сжимать первичные газовые сгустки с массой порядка 10^5 масс Солнца в плоские тела («блины»)

с массой 10^{13} масс Солнца, из которых образовались галактики (звездные скопления). Вспыхнули звезды первого поколения галактик.

Изменения температуры, энергии, плотности и размеров Вселенной в зависимости от времени представлены на рис. 3.

Следует заметить, что при изучении Вселенной и её объектов проверка теорий затруднена или невозможна, вследствие чего «в астрофизике часто ошибаются, но никогда не сомневаются» (Л. Ландау).

3.2. Галактика

Характеристика Галактики как звездного скопления и её эволюция. Классификация звезд. Солнце, его характеристики и эволюция.

Наша **Галактика** (Млечный Путь) – обширная звездная система, содержащая 10^{11} звезд, к которой принадлежит и наше Солнце. Звезды движутся практически без столкновений. Форма Галактики напоминает две сложенные тарелки. По своей структуре Галактика является эллиптической со спиральными рукавами. Большая часть звезд образует диск, меньшая часть – гало сферической формы. В центре диска имеется утолщение (балдж), внутри которого находится ядро Галактики. Солнце находится в дисковой составляющей на расстоянии 8 килопарсек от центра Галактики, примерно $2/3$ радиуса, в стационарной области, где дифференциальная скорость вращения звезд вокруг галактического центра совпадает со скоростью вращения Галактики как целого.

Характеристики Галактики: диаметр 10^{23} см = $3 \cdot 10^4$ килопарсек, плотность в ядре $5 \cdot 10^6$ звезд/килопарсек³, плотность в окрестности Солнца $1/8$ звезд/килопарсек³, линейная скорость вращения 220–250 км/с в окрестности Солнца.

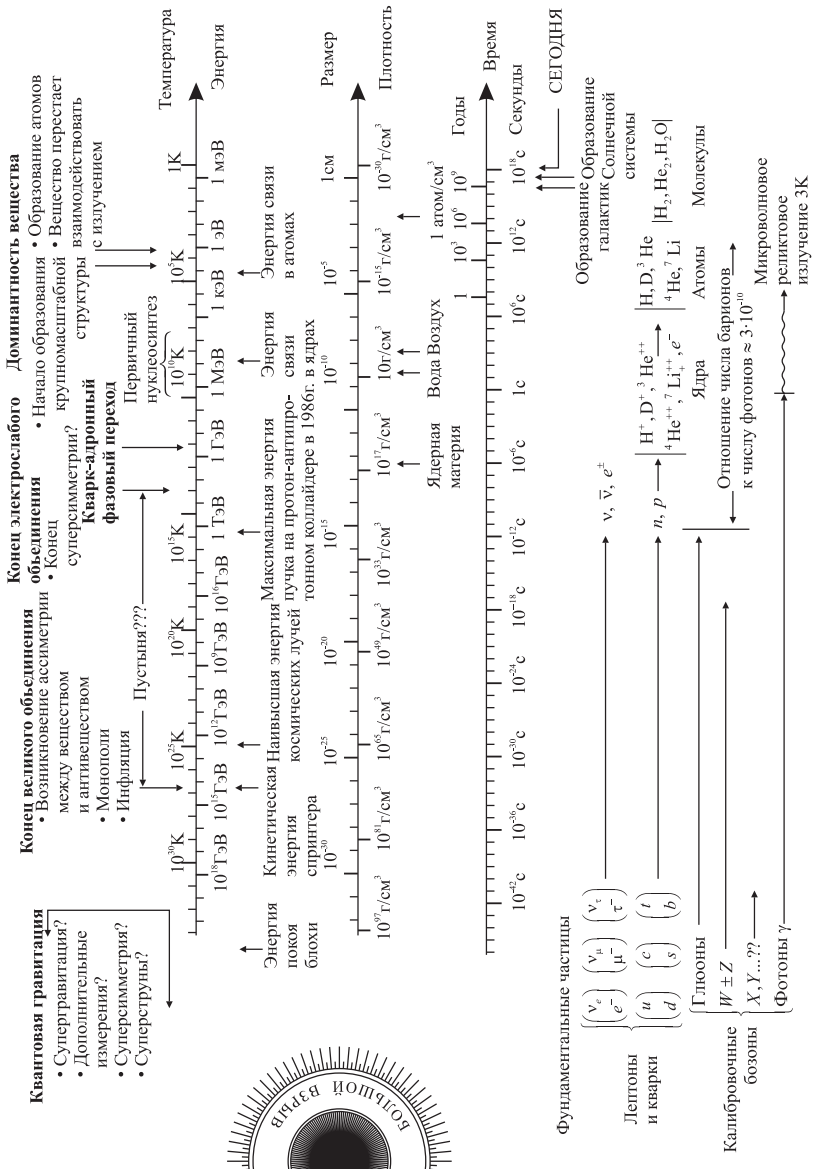


Рис. 3. Эволюция Вселенной после Большого взрыва

Период вращения 240...250 млн лет – галактический год. Видимая масса Галактики составляет 10^{11} масс Солнца. Масса Солнца $=1,99 \cdot 10^{30}$ кг (1 парсек = 3,263 световых года = $3,086 \cdot 10^{16}$ метра).

Галактический центр находится в созвездии Стрельца, невидим в оптическом диапазоне, является радиоисточником. Около центра – источники инфракрасного излучения. Галактический центр – также источник непрерывного рентгеновского излучения с энергией квантов в диапазоне 1 КэВ...1 МэВ. Ближайшей галактикой к нашей является галактика Туманность Андромеды.

Эволюция Галактики. Галактики и другие локализованные объекты возникли из первичных флуктуаций (малых отклонений в ранней Вселенной от точной однородности и изотропности в горячей стадии). Эти первичные космологические неоднородности плотности вещества Вселенной усиливались гравитационной неустойчивостью, т.е. развивались возмущения плотности и скорости среды под действием сил собственного тяготения. Гравитационная неустойчивость приводит также к фрагментации (дроблению) вещества. В модели фрагментации первыми возникают сгущения вещества с массой $M = 10^{15}$ масс Солнца. Они имеют форму «блинов» – сильно сплюснутых газовых облаков повышенной плотности. Со временем блины разрастаются и смыкаются друг с другом, образуя ячеистую структуру. Образование галактик в этой модели связано с дроблением «блинов» на части. Наблюдаемая крупномасштабная структура Вселенной – пространственное распределение галактик и их скоплений в виде ячеистой трехмерной «пены» – качественно согласуется с моделью фрагментации.

Эволюция Галактики начинается со стадии газового облака приблизительно сферической формы, облако состоит из водорода, оно неоднородно. Отдельные сгущения газа, двигаясь, сталкиваются друг с другом. Потеря кинетической энергии сгущениями приводит к сжатию облака к оси вращения полем тяготения. Если облако вращается быстро, получается спиральная галактика, если медленно – эллиптическая галактика.

Звезды – гигантские светящиеся плазменные (газовые) шары, равновесие которых обеспечивается балансом между силой гравитации и давлением горячего вещества (газа) и излучения.

Эволюция звезд. Звезды рождаются из межзвездных облаков, в которых развиваются тепловые и гидродинамические неустойчивости. Следствием этих неустойчивостей является гидродинамический коллапс (схлопывание) части облака и образование гравитационно-связанного объекта – протозвезды. Протозвезды светят за счет выделения гравитационной энергии при сжатии. Время образования протозвезды от начала коллапса $10^5 \dots 10^6$ лет. При увеличении массы и сжатия температура центральной области протозвезды достигает 10^7 К, начинаются термоядерные реакции превращения водорода в гелий (4 протона превращаются в ядро гелия с выделением энергии 26 МэВ), протозвезда вспыхивает, превращается в звезду и выходит на главную последовательность звездной диаграммы, где проводит свое основное время жизни. После выгорания водорода в центре звезды и образования гелиевого ядра выделение ядерной энергии в нем прекращается и ядро начинает сжиматься. Водород продолжает гореть в тонкой оболочке, окружающей гелиевое ядро. Оболочка расширяется, светимость звезды растет, поверхностная температура уменьшается, и звезда становится красным гигантом.

В звездах с массой, меньшей 8 масс Солнца, ядерное горение заканчивается после образования углеродного с примесью кислорода звездного ядра массой, близкой к солнечной. После сброса всей оболочки это ядро превращается в белый карлик. Если масса звезды больше 10 масс Солнца, то ядро звезды горит до образования железного ядра. В таком ядре выделение ядерной энергии невозможно, и происходит гравитационный коллапс. В результате – взрыв сверхновой звезды с выделением огромного количества гравитационной энергии, которую уносят нейтрино. После взрыва и сброса оболочки возникает нейтронная звезда.

Для массивных звезд с массой больше сорока масс Солнца гравитационный коллапс не останавливается на стадии нейтронной звезды, а продолжается и после преодоления гравитационного радиуса, образуя объект – **черную дыру**. При этом звезда гаснет, так как гравитационное поле черной дыры удерживает свет звезды. Однако происходит квантовое испарение черной дыры за счет рождения пары квантовых частиц в её гравитационном поле. Частица с положительной энергией уходит на бесконечность, а другая, с отрицательной энергией, туннелирует через горизонт событий внутрь черной дыры и уменьшает ее массу.

Классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга – Расселла (ДГР) – графическое изображение зависимости светимости звезды от эффективной температуры – приведена на рис. 4. Звездные классы: **O, B, M, A, F, G, K, T, N** (для запоминания: «**О** Боже **Мой АФ**ганистан **Куда Ты Несешься**»).

Красные гиганты – относительно холодные звезды высокой светимости с протяженными оболочками. Красные гиганты имеют большие радиусы и огромные излучающие поверхности, максимум излучения приходится на красную и инфракрасную

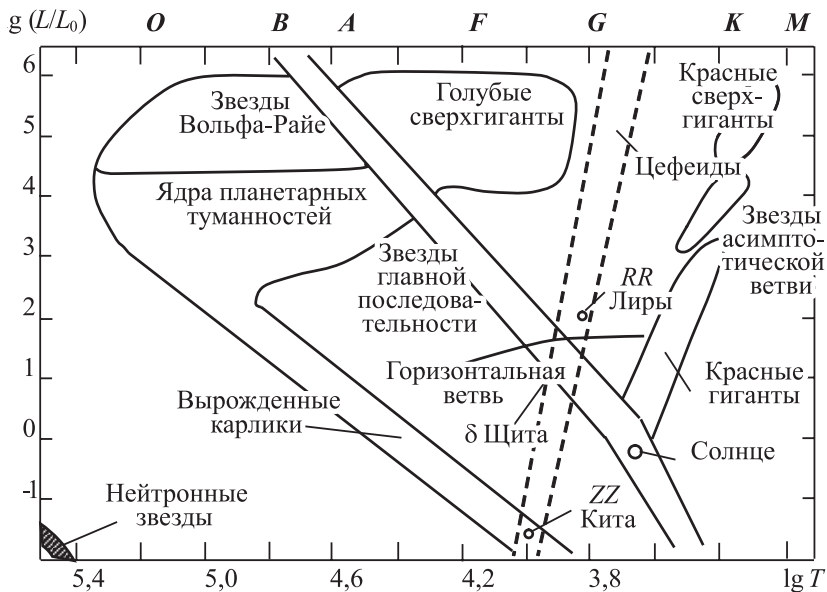


Рис. 4. Схематизированная диаграмма Герцшпрунга–Ресселла в координатах светимости звезды относительно светимости Солнца (L/L_0) и эффективной температуры (T)

области спектра электромагнитного излучения. Красные гиганты имеют гелиевое ядро, окруженное тонким слоевым источником энерговыделения, где горит водород или углеродно-кислородное ядро, окруженное двумя слоями горения – водородным и гелиевым. Плотность вещества в ядрах красных гигантов достигает $10^8 \dots 10^9 \text{ г/см}^3$, температура $10^8 \dots 10^9 \text{ К}$.

Белые карлики – компактные звезды с массой порядка массы Солнца и радиусами около 1% радиуса Солнца. Белые карлики существуют благодаря устойчивому равновесию между силами тяготения, которые стремятся сжать звезду, и давлением вырожденного электронного газа, препятствующего этому. Плотность вещества белого карлика $10^5 \dots 10^6 \text{ г/см}^3$, темпера-

тура поверхности около 10^4 К. Основной источник светимости белого карлика – энергия теплового движения ионов вещества звезды.

Нейтронные звезды – звезды, состоящие из нейтронов с малой примесью электронов, сверхтяжелых атомных ядер и протонов. Нейтронные звезды были открыты в виде *пульсаров*. Пульсары испускают периодическое радиоизлучение с периодом $0,01 \dots 1$ с, которое вызвано быстрым вращением нейтронной звезды. Плотность нейтронной звезды огромна – 10^{14} г/см³. Температура 10^9 К. Нейтронные звезды возникают в процессе нейтронизации вещества, т.е. реакции слияния электронов и протонов с образованием нейтронов в ядрах и в свободном состоянии. Давление электронного газа падает, и против силы тяготения действует только давление вырожденного газа нейтронов, обеспечивая гидростатическое равновесие нейтронной звезды. Масса нейтронной звезды составляет 1,5 массы Солнца, радиус – около 10 км.

Солнце (желтый карлик класса G_2) – звезда представляет собой газовый шар в состоянии плазмы («горячий огонь»). Под действием тяготения Солнце стремится сжаться. Сжатию препятствует давление газа, возникающее из-за высокой температуры. Источником энергии Солнца является термоядерная реакция горения ядер водорода и превращения четырех протонов в одно ядро гелия в центральной области Солнца.

Характеристики Солнца: радиус $7 \cdot 10^8$ м, масса $2 \cdot 10^{30}$ кг, плотность $1,4$ г/см³, температура поверхности 5800 К, излучаемая мощность (светимость) 410^{18} МВт. Химический состав: водород 74%, гелий 24%, углерод, азот, кислород, неон 3%, возраст – $5 \cdot 10^9$ лет.

Теоретические значения в центре Солнца: температура $13 \cdot 10^6$ К, плотность 98 г/см³, давление $2 \cdot 10^{11}$ атмосфер.

Эволюция Солнца. Наша звезда Солнце – звезда третьего поколения. Галактика образовалась в результате вспышки Сверхновой на краю спирального рукава Ориона Галактики, вдоль которого располагаются скопления молодых звезд и облака межзвездного газа и пыли.

Когда Солнце достигнет возраста 9 млрд лет, термоядерная реакция горения водорода в центре Солнца прекращается, водород в центре Солнца превратится в гелий и образуется гелиевого ядро. Водород горит только в тонкой оболочке. Ядро сжимается, оболочка расширяется, желтая звезда Солнце превращается в красного гиганта размером с орбиту Марса за время 0,5 млрд лет. Затем начинает гореть гелий, превращаясь в углерод в течение $5 \cdot 10^7$ лет. Вся оболочка сбрасывается, и красный гигант превращается в медленно остывающего белого карлика – конечную стадию эволюции звезд данного класса. Со временем светимость Солнца возрастает на 1% на каждые 100 млн лет.

3.3. Солнечная система

Планеты, астероиды, кометы и их характеристики. Земля, её характеристики, строение и эволюция. Солнечно-земные связи.

Солнечная система состоит из Солнца, планет и спутников, множества астероидов и их осколков, комет и межпланетной среды, которые движутся в поле тяготения Солнца. Солнце является медленно вращающейся звездой. Девять планет являются главными спутниками Солнца, их суммарная масса равна $1/743$ массы Солнца, полный момент импульса составляет $3 \cdot 10^{50}$ г·см³/с. Внешней границей Солнечной системы считается орбита последней планеты Плутона. Радиус этой орбиты со-

ставляет 39 астрономических единиц (а. е.) Возраст Солнечной системы составляет около 4,6 млрд лет.

Образование Солнца и допланетного диска произошло из газопылевого комплекса с массой около 10^5 масс Солнца в результате сжатия и фрагментации такого облака. Из этого облака в результате тяготения образуется протозвезда в центральной части. Из-за вращения в поле тяготения протозвезды облако превращается в допланетный диск. Затем протозвезда, сжимаясь за счет термоядерной реакции горения водорода, вспыхивает и превращается в звезду (Солнце). Допланетный диск из-за опускания пыли к центральной плоскости и вращения распадается на пылевые сгущения, из которых вследствие налипания и тяготения образуются компактные тела. Затем происходит аккумуляция из роя таких тел и образуется планета.

Планеты в порядке следования от Солнца: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон движутся вокруг Солнца по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце. Орбиты планет лежат в одной плоскости.

Астероиды – малые планеты движутся в основном между орбитами Марса и Юпитера. Их размер от 1000 км до 1 км. Имеют каменистую природу.

Кометы – малые тела с протяженными газопылевыми атмосферами, содержат внутри кометные ядра в виде льда. С приближением к Солнцу из-за повышения температуры атмосферы кометы начинают светиться, образуя длинный видимый хвост.

Межпланетная среда состоит в основном из **солнечного ветра** – непрерывного потока плазмы в виде протонов и электронов, распространяющихся радиально от Солнца. Концентрация протонов 6 см^{-3} .

Земля – третья от Солнца планета Солнечной системы. Расстояние до Солнца 149,6 млн км равно одной а. е. Линейная скорость движения по орбите 29,8 км/с, период обращения вокруг Солнца 365,24 суток – год, период вращения вокруг оси 23 часа 56 минут 4 секунды – астрономические сутки.

Характеристики Земли: форма близка к эллипсоиду (геоид), сплющена у полюсов и растянута в экваториальной зоне, радиус 6378 км, площадь поверхности $510 \cdot 10^6$ км², объем $1,1 \cdot 10^{12}$ км³, масса $5,97 \cdot 10^{24}$ кг, средняя плотность 5518 кг/м³, ускорение свободного падения на экваторе 9,78 м/с².

Магнитное поле Земли имеет дипольный характер и обладает осевой симметрией. По форме оно похоже на яблоко. На северном географическом полюсе на расстоянии около 300 км находится южный геомагнитный полюс, в который перпендикулярно входят силовые линии магнитного поля. Северный геомагнитный полюс находится в Антарктиде. Напряженность магнитного поля на полюсе 0,7 эрстеда. Существование магнитного поля объясняется эффектом гидромагнитного динамо в жидком металлическом ядре Земли.

Согласно сейсмическим данным, Земля состоит из коры, мантии и ядра. Толщина коры 35 км, она состоит из гранитов и базальтов, отделена от мантии границей Мохоровича, где скорости продольных волн, поперечных волн и плотность скачком возрастают.

Мантия – это расплавленная силикатная (каменная) оболочка Земли от 35 до 2885 км толщиной. Существует сейсмическая граница Гуттенберга между мантией и ядром. Она сильно отражает поперечные волны, что означает, что внешнее ядро Земли жидкое.

Ядро. Его размеры оцениваются от 2885 до 6378 км. Внешнее ядро состоит из серы (12%) и железа (88%). Внутреннее

ядро твердое и состоит из 20% никеля и 80% железа. В центре Земли давление $3,6 \cdot 10^{11}$ Па = $3,6 \cdot 10^6$ атм, плотность $12,5 \cdot 10^3$ кг/м³, температура 5000 К. Состав Земли: железо 34,6%, кислород 29,5%, кремний 15,2%, магний 12,7%.

Эволюция Земли. Земля образовалась 4,6 млрд лет назад из протопланетного облака. Зарождение жизни произошло 3,5...3.8 млрд лет назад. Геологическая история Земли делится на два этапа: криптозой длился 3 млрд лет и фанерозой длится последние 570 млн лет. Разогрев планеты обусловлен аккумулярованием теплоты при образовании планеты. Теплота выделяется за счет гравитационной энергии опускания тяжелых пород к центру Земли, приводящих к росту внутреннего ядра, а также за счет радиоактивного распада ядер урана, тория и калия, рассеянных в веществе. Теплота из недр Земли выносится теплопроводностью и конвекцией вещества в мантии.

Эволюция допланетного диска. Опускание пыли к центральной плоскости диска и их слипание в турбулентном газе с образованием пылевого субдиска происходит за $10^4 \dots 10^5$ лет. Гравитационная неустойчивость приводит к распаду пылевого субдиска с образованием пылевых сгущений массой, близкой к массе крупнейших астероидов. Столкновения сгущений вызвали их объединение и сжатие в компактные зародышевые ядра за время, меньшее 10^6 лет. Аккумуляция планет из роя этих ядер и их обломков заняла $10^7 \dots 10^8$ лет.

Фаза аккреции. Аккреция (приращение, увеличение) – падение вещества на космическое тело под действием сил тяготения при движении его в протопланетном облаке. Аккреция приводит к росту тела и сопровождается выделением гравитационной энергии. Так Земля приобрела около 95% современной массы.

Фаза расплавления. Недра крупнейших первичных тел подвергались разогреву до 1000...1500 К и частичному или полному плавлению. В результате столкновений растущих планет с телами размером 100...1000 км протопланеты испытывали значительный нагрев, дегазацию, плавление и дифференциацию недр при постоянно действующем собственном гравитационном поле. Анализ изотопов свинца и урана свидетельствует о раннем, в первые сотни миллионов лет, образовании земного железного ядра и более легкой силикатной мантии в виде расплавленной каменной массы.

В следующей фазе образовалась первичная земная кора в виде застывших базальтов и гранитов в результате излучения тепла в космос. Когда температура упала ниже 100 °С, на Земле водяные пары сконденсировались в кислые воды первичных бассейнов. Газы образовали первичную бескислородную земную атмосферу, близкую по составу к вулканическим и метеоритным газам (углекислый газ, метан, сероводород, метан, водяной пар и др.).

Глобальная модель эволюции Земли. Геодинамические процессы в коре и верхней мантии объясняются тектоникой плит, в нижней мантии – тектоникой горячих мантийных струй, которые «прожигают» движущуюся кору и образуют цепи вулканов в экваториальной зоне, в ядре – тектоникой роста внутреннего ядра за счет внешнего ядра.

Солнечно-земные связи – система прямых или косвенных физических связей между процессами на Солнце и на Земле. Земля получает от Солнца постоянный поток электромагнитной энергии в виде света, ультрафиолета, радиоизлучения, рентгеновского излучения. Солнце действует на Землю корпускулярным излучением: солнечным ветром и солнечными космическими лучами (от вспышек). После вспышки на Солнце про-

исходит дополнительная ионизация верхних слоев ионосферы и прекращение радиосвязи на коротких волнах. Облако плазмы (в основном солнечные протоны) через 1,5...2 суток достигает Земли и производит удар по магнитосфере Земли, генерируя электромагнитные волны частотой 0,001–10 Гц, достигающие поверхности Земли, ухудшающие работу кабельных линий связи и линий электропередач.

Основным временным периодом солнечной активности является 11,2 летний цикл. Он определяется числами Вольфа (от 0 до 300) – относительными числами солнечных пятен. Наибольшее влияние на Землю оказывают солнечные пятна, находящиеся в области центрального солнечного периода обращенной к Земле стороны Солнца. Площадь, занимаемая пятнами на диске Солнца, имеет значение, так как температура в области пятна около 3000 градусов против 5800 градусов К в остальной части. Существуют доказательства долгопериодических вариаций солнечной активности. Например, с 1645 года в течение 70 лет существовал очень низкий уровень солнечной активности. Засухи связаны с 22-летним солнечным циклом, при котором происходит изменение полярности магнитного поля Солнца. Существуют связи солнечных циклов с погодой, климатом и биосферой Земли. Колебания геомагнитного поля влияют на общее состояние человека и его системы.

Солнечно-земные связи подробно исследовал Чижевский – представитель философского течения «русского космизма». Еще в 1922 году он установил следующее. Во-первых, состояние предрасположения к поведению человеческих масс есть функция деятельности Солнца, во-вторых, резкие подъёмы солнечной активности превращают потенциальную энергию (энергию нервно-психического накопления масс) в энергию кинетическую (энергию нервно-психического

разряда и движения). Солнце является космическим генератором нервно-психической возбудимости живого вещества. Массовые движения и социальная эволюция совершаются резкими скачками, связанными в основном с максимумами солнечной активности.

3.4. Геосферные оболочки Земли

Литосфера как абиотическая основа жизни. Экологические функции литосферы: ресурсная, геодинамическая, геофизико-геохимическая. Гидросфера. Атмосфера. Магнитосфера. Климат Земли и его эволюция. Географическая оболочка Земли.

Геосферы – это географические концентрические оболочки (сплошные или прерывистые), из которых состоит планета Земля. В направлении от периферии к центру планеты выделяют атмосферу, гидросферу, земную кору, мантию Земли и ядро Земли. По совокупности природных условий и процессов, протекающих в области соприкосновения и взаимодействия геосфер, выделяют специфические оболочки: магнитосферу, биосферу, географическую оболочку и др.

Литосфера – верхний слой Земли толщиной 70 км, расколота на 10 жестких плит. Верхние слои Земли толщиной 70 км, которые плавают в «астеносферном океане» – верхнем слое мантии. Земная кора имеет мозаичную структуру. Она создается в рифовых зонах океана и как ленточный конвейер со скоростью около 5 см/год раздвигается и у глубоководных желобов погружается обратно в мантию.

Литосферная плита – крупный (несколько тысяч километров) блок земной коры континентальной и/или океанической, окруженный со всех сторон сейсмическими и тектоническими разломами, в которых происходят землетрясения. Более 90%

поверхности Земли покрыто 13 крупнейшими литосферными плитами:

- 1) Австралийской (континент Австралия, полуостров Индостан и часть океанической коры);
- 2) Антарктической (континент Антарктида и окружающая её часть океанической коры);
- 3) Аравийским субконтинентом;
- 4) Африканской;
- 5) Евразийской (евразийский континент без части Восточной Сибири восточнее Верхоянского хребта);
- 6) Индостанской;
- 7) плитой Кокос (восточно-тихоокеанской);
- 8) плитой Наска (восточно-тихоокеанской);
- 9) Тихоокеанской;
- 10) плитой Скотия;
- 11) Северо-американской плитой (континент Северная Америка);
- 12) Южно-американской плитой (континент Южная Америка);
- 13) Филиппинской плитой.

Движение литосферных плит вместе с находящимися на них живыми организмами происходит по *суперконтинентальному циклу*. Этот цикл длится около 440 млн лет. В начале имеется единый суперконтинент Пангея и единый Мировой океан с уровнем на 100 м ниже современного. Суперконтинент 80 млн лет устойчив, затем 40 млн лет раскалывается, промежутки между континентами (материками) затопляются. Континенты медленно плавают в верхнем жидком слое мантии как «каменные айсберги». Через 160 млн лет континенты расходятся на максимальное расстояние. Ещё 80 млн лет континенты стабильны. С 280 млн лет континенты начинают сближаться. Спустя 360 млн

лет суперконтинент восстанавливается и остается стабильным 80 млн лет. Затем цикл повторяется. В настоящее время большой блок полуострова Индостан подвигается под Евразийскую плиту, образуя Гималаи и плато Тибет. Греция тонет, Скандинавия поднимается, Китай подвигается под Сибирскую платформу, Байкал – новая зона тектонического разлома в Азии.

Литосфера является тонкой оболочкой Земли, в которой находится живая материя. Литосфера является *абиотической* средой – совокупностью неорганических условий (факторов) существования организмов. Эти факторы подразделяются на химические и физические. К химическим факторам относятся состав атмосферного воздуха, состав морских и пресных вод, состав донных отложений почвы и грунта. Физическими факторами являются температура, давление, господствующие ветры, течения, количество солнечной энергии, радиационный фон.

Экологическая геология изучает верхние горизонты литосферы как абиотический компонент природных и антропогенно измененных экосистем. Объектом её изучения являются биотопы экосистем, а предметом исследований – экологическая роль и функции литосферы. Литосфера выполняет несколько экологических функций: ресурсную, геодинамическую, геофизико-геохимическую.

Наращивание новой континентальной коры происходит за счет извержения вулканов в местах расположения островных дуг в океанах и в материковых горных дугах (например, Анды). Темп выноса нового вещества из мантии через вулканы в виде газов, пепла, камней и лавы составляет $0,5 \text{ км}^3/\text{год}$. Жизнь существует, пока работают вулканы. *Ресурсная функция* верхних слоев литосферы заключается в её потенциальной способности обеспечивать потребности биоты и человечества в абиотических ресурсах, т.е. полезных ископаемых, необходимых для сущест-

воования и развития цивилизации. Около 70% добываемых полезных ископаемых составляют энергоносители. Техногенный энергетический потенциал соизмерим с энергетическим потенциалом естественного происхождения на урбанизированных территориях. Потребности в энергоресурсах развитых стран неуклонно возрастают. Возникает ожесточенная глобальная конкуренция за источники нефти, газа, угля, металлических руд.

Геодинамическая функция литосферы в экологическом аспекте проявляется в ходе различных природных (оползни, обвалы, подтопления, землетрясения, вулканические извержения) и техногенных геологических процессов. Экологический мониторинг – система постоянных наблюдений, контроля, оценки, прогноза и управления состоянием геологической среды.

Геохимическая функция литосферы заключается в её активном участии в процессах круговорота веществ в природе. Геохимическая транспортировка (миграция) различных элементов в пределах литосферы осуществляется механическим, физико-химическим, биогенным и техногенным путями.

Рельеф литосферы – совокупность неровностей земной поверхности разного масштаба, рельеф сформировался в результате взаимодействия внутренних и внешних геологических процессов. С внутренними процессами связаны различные тектонические движения земной коры, создающие основные формы рельефа Земли, магматизм, землетрясения. Тектонические движения проявляются в медленных вертикальных колебаниях земной коры, в образовании складок горных пород и разломов. Эти поднятия и опускания земной коры, свойственные платформам, совершаются непрерывно и повсеместно со скоростью до нескольких миллиметров в год. Магматизм связан с глубинными разломами, пересекающими земную кору и уходящими в мантию. Магма может, не достигая поверхности Земли, засты-

вать в глубине коры. Излияния магмы происходит по трещинам либо через узкие каналы на пересечении разломов, называемых жерлами. При этом образуются вулканы. Землетрясения – внезапные подземные удары, сотрясения и смещения пластов и блоков земной коры возникают в очагах землетрясений, связанных с зонами разломов.

Гидросфера – водная оболочка Земли, совокупность океанов, морей, вод континентов, ледниковых покровов и воды в атмосфере. Мировой океан занимает 361 млн км², что соответствует 71 % поверхности Земли. Средняя глубина около 3800 м, объем воды 1370 млн км³. Средняя соленость 35 г/л. Мировой океан состоит из Тихого, Атлантического, Индийского, Северного Ледовитого и Южного океанов. Море – часть океана, обособленная сушей, островами и отличающаяся от открытой части океана соленостью, температурой, течениями и др. Река – природный водный поток, текущий в выработанном им углублении – постоянном русле и питающийся за счет поверхностного и подземного стока с его бассейна. Пресные воды, пригодные для питья, составляют 2,64 % общего количества всех вод гидросферы. Однако почти вся пресная вода законсервирована в ледниках Антарктиды, Гренландии, Арктики. Главным источником обеспечения потребностей человечества в пресной воде являются речные воды. Ресурсы речного стока – 41 тыс. км³/год, из которых только 15 тыс. км³/год доступны для использования. Поэтому вода является важнейшим минеральным сырьем и главным природным ресурсом. Мировое потребление воды в 2000 году около 4000 км³/год. В настоящее время 1/3 населения мира испытывает недостаток пресной воды.

Атмосфера – газовая оболочка Земли. Масса атмосферы $5 \cdot 10^{15}$ тонн. Давление на уровне моря – 10^5 Па (760 мм рт. ст.). Атмосфера состоит из *тропосферы* высотой 8...10 км

на полюсе и 16...18 км – на экваторе. В ней находится почти весь водяной пар, образуются водяные облака, наблюдаются грозы. На каждый километр высоты температура падает примерно на 1 градус. Выше на высоте до 50 км находится *стратосфера*. В ней имеется озоновый слой и отсутствует водяной пар. *Мезосфера* расположена выше и достигает высоты 80 км. Температура в ней падает до – 80 °С, образуются тонкие серебристые облака. Далее на высоте до 1000 км расположена *ионосфера*. Здесь газы находятся в ионизированном состоянии из-за ультрафиолетового излучения Солнца, они образуют слоистое «ионосферное зеркало», отражающее короткие радиоволны (более 10 м), которые используются для глобальной радиосвязи. Химический состав атмосферы в тропиках: 78 % – азот, 21 % – кислород, водяной пар – 3 %. Озон в стратосфере поглощает ультрафиолетовую радиацию Солнца. Циркуляция атмосферы: ветры пассаты постоянно дуют вдоль экватора с востока на запад. Они рожают тропические циклональные вихри с пониженным давлением в центре, уходящие в средние широты.

Атмосферное электричество. Поскольку Земля заряжена отрицательно, ее заряд $3,5 \cdot 10^5$ Кл, напряженность электрического поля составляет по вертикали 133 В/м.

Атмосфера образовалась в основном из газов после формирования Земли. Современные газы: азот, углекислый газ, водяной пар образовались в результате вулканической деятельности. Кислород появился около 2 млрд лет в результате фотосинтеза растений. Ранее (570 млн лет назад) концентрация углекислого газа была в 10 раз выше современной.

Магнитосфера – область околопланетного пространства, свойства которого определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с потоками заряженных частиц космическо-

го происхождения (*солнечным ветром* – протонами, летящими от Солнца). Магнитосфера Земли с дневной стороны простирается до 8...14 земных радиусов, с ночной стороны вытянута, образуя магнитный хвост Земли в несколько сотен земных радиусов, в котором находится турбулентная плазма. В магнитосфере находятся *радиационные пояса* Земли – области, в которых собственное магнитное поле Земли удерживает заряженные частицы (протоны, электроны), обладающие большой кинетической энергией. Они движутся по сложным винтовым траекториям из северного полушария в южное полушарие. Внутренний радиационный пояс Земли имеет максимальную плотность протонов над экватором на высоте 3...4 тыс. км, внешний электронный радиационный пояс максимален на высоте и составляет около 22 тыс. км. Радиационные пояса – источник радиационной опасности при космических полетах. Орбиты пилотируемых космических аппаратов должны по возможности проходить вне радиационных поясов.

Погода – состояние атмосферы в рассматриваемом месте в данный момент времени. **Климат** – многолетний статистический режим погоды, основная географическая характеристика местности. Климат определяют солнечная радиация, циркуляция воздушных масс, характер подстилающей поверхности (горы, равнина). На климат влияют широта и высота местности, близость к морю, растительный покров, наличие снега и льда, степень загрязненности атмосферы.

Средняя температура Земли в целом повысилась на 0,5 градуса за столетие. При нагревании планеты количество углекислого газа в атмосфере уменьшается за счет карбонатно-силикатного геохимического цикла, который дает 80% обмена углекислого газа. Обмен углекислого газа на 20% контролируют живые организмы. Сжигание угля

и нефти увеличивает поступление углекислого газа в атмосферу.

При повышении температуры Земли возрастает испарение воды с поверхности, дожди учащаются, эрозия увеличивается из-за взаимодействия угольной кислоты с породами кальция и кремния, образуются силикатные породы, скорость регенерации углекислого газа за счет карбонатного метаболизма постоянна, углекислый газ убывает из атмосферы, парниковый эффект ослабляется, температура Земли понижается, наступает ледниковый период. По этому механизму происходит понижение температуры Земли, приводящее к потеплению.

Ледниковая эпоха наступает каждые 100 тыс. лет. Лед тает быстро, образуется медленно. Глобальная тепловая машина, состоящая из нагревателя (экваториальные воды) и холодильника (льды полюсов) перемешивает воду (рабочее тело) от тропиков к полюсу и обратно. Перемешивание поверхностных и глубинных вод приводит к распределению кислорода и питательных веществ по всему океану. При низком уровне мирового океана наблюдается оледенение и усиленная вертикальная циркуляция вод, ведущая к большой биопродуктивности и активному видообразованию. Система «атмосфера–океан» постоянно претерпевает скачкообразные изменения между двумя устойчивыми состояниями – ледниковым и межледниковым.

Географическая оболочка Земли – ландшафтная оболочка – сфера взаимопроникновения и взаимодействия литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы. Вертикальная толщина составляет десятки километров. Целостность географической оболочки определяется непрерывным обменом энергией и массой между сушей и атмосферой, Мировым океаном и организ-

мами. Природные процессы в оболочке осуществляются за счет лучистой энергии Солнца и внутренней энергии Земли. В пределах географической оболочки возникло и развивается человечество, которое черпает из оболочки ресурсы для своего существования и развития.

Географическая среда – земное окружение человеческого общества, часть географической оболочки, включенной в сферу человеческой деятельности и составляющей необходимое условие существования человеческого общества. Географическая среда оказывает значительное влияние на развитие общества.

Географический детерминизм – концепция, придающая географическим факторам решающую роль. Они определяют направление хозяйственной деятельности людей, психический склад, темперамент, характер, обычаи, эстетические взгляды, формы государственного правления и личную жизнь, а также типы этносов, могущих существовать в данном климате на данной территории. Например, исчезновение белой расы из-за жаркого климата на территории США – это вопрос времени.

3.5. Основные концепции геологии

Система геологических наук. Глобальная тектоника. Геохронологическая шкала.

Тенденции развития естественных наук и естествознания в целом. Дифференциация. Интеграция. Взаимопроникновение идей и методов различных наук.

Геология – комплекс наук о составе, строении и истории развития земной коры и Земли. Система геологических наук включает следующие разделы:

- *стратиграфию* – науку, изучающую последовательность формирования горных пород и их первичные пространственные взаимоотношения;

- *тектонику* – науку, изучающую развитие структуры земной коры и её изменения под влиянием тектонических движений и деформаций, связанных с развитием Земли, в *геодинамику*, изучающую силы и процессы в коре, мантии и ядре Земли, обуславливающие глубинные и поверхностные регулярные, импульсные и хаотические движения масс во времени и пространстве;

- *морскую геологию* – науку, которая изучает воду как жидкий минерал, содержащий множество растворенных элементов, залежи железисто-марганцевых конкреций на дне океанов, месторождения нефти и газа на шельфах океанов;

- *региональную геологию* – науку, которая изучает строение земной коры и месторождения полезных ископаемых различных регионов;

- *минералогию* – науку о минералах, их составе, свойствах, особенностях и закономерностях физического строения, условиях образования, нахождения и изменения в природе;

- *петрографию (петрологию)* – науку о горных породах, их минеральном и химическом составе, структуре и текстуре, условиях залегания, закономерностях распространения, происхождении и изменении в земной коре, на поверхности Земли;

- *литологию* – науку об осадочных породах и современных осадках, их вещественном составе, строении, закономерностях и условиях образования и изменении;

- *геохимию* – науку, изучающую химический состав Земли, распространенность в ней химических элементов и их стабильных изотопов, закономерности распределения химических элементов в различных геосферных оболочках, законы поведения, сочетания и миграции (концентрации и рассеяния) элементов в природных процессах;

- *учение о полезных ископаемых* – науку о минеральных образованиях земной коры, химическом составе и физических свойствах, используемых в сфере материального производств.

Полезные ископаемые делятся на твердые (угли, руды, нерудные ископаемые), жидкие (нефть, минеральные воды), газообразные (природные горючие и инертные газы);

- *геохронология* – учение о хронологической последовательности формирования и возрасте горных пород, слагающих земную кору (табл. 7).

Новая глобальная тектоника – тектоническая гипотеза, предполагающая, что литосфера разбита на крупные тектонические плиты, которые перемещаются по астеносфере в горизонтальном направлении. Близ срединно-океанических хребтов литосферные плиты наращиваются за счет вещества, поднимающегося из недр, и расходятся в стороны (*спрединг*); в глубоководных желобах одна плита подвигается под другую и поглощается мантией (*субдукция*). Там, где плиты сталкиваются между собой, возникают складчатые сооружения (горные хребты).

Тенденции развития естественных наук и естествознания в целом. Дифференциация. Интеграция. Взаимопроникновение идей и методов различных наук.

Естествознание в древние времена было единым, затем наступил этап разделения его на отдельные науки. В настоящее время наблюдается процесс *дифференциации* (разделения) отдельных отраслей естествознания на более узкие научные дисциплины и одновременно происходит процесс *интеграции* (объединения) разделов и направлений естествознания с образованием новых дисциплин со своими объектами исследования (например, биохимия)

Происходит диффузия идей и методов от физики – лидера естествознания к ускоренно развивающимся биологии, химии и геологии и другим наукам. Идея эволюционного развития из биологии перенеслась в химию в виде эволюционной химии, в физику – в виде эволюции Вселенной, галактик, и других объектов, в геологию – в виде глобальной тектоники Земли. Тенденция развития разделов естествознания вновь направлена

Геохронологическая шкала

Зоны (эонотемы)	Эры (эратемы)	Периоды (системы)	Начало, млн лет назад	Длительность, млн лет
Фанерозойский (про- должительность 570 млн лет)	Кайнозойская (длит. 66 млн лет)	Антропогенный	0,7 (1,8)	
		Неогеновый	25	25
		Палеогеновый	66	41
	Мезозойская (длит. 169 млн лет)	Меловой	132	66
		Юрский	185	53
		Триасовый	235	50
	Палеозойская (длит. 340 млн лет)	Пермский	280	45
		Каменноугольный	345	65
		Девонский	400	55
		Силурийский	435	30
		Ордовикский	490	65
	Протерозой (2000 млн лет)	Кембрийский	570	80
		Венд	650...680	80...110
Крипто- зойский (3000 млн лет)	Позднепротерозойская	Рифей	1650	1100
	Раннепротерозойская	Не подразделяется	2600	950
Архей (1000 млн лет)	Не подразделяется		свыше 3500	

в сторону единого естествознания, соответствующего единой природе. Деление знания на науки существует только в умах людей.

3.6. Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные стадии образования Вселенной?
2. Рассмотрите процесс образования и эволюции звезд различной массы.
3. Опишите возникновение Солнечной системы.
4. Каковы стадии образования Земли?
5. Рассмотрите движение материков в суперконтинентальном цикле.
6. Наша Вселенная единственная?
7. Что произойдет, если красное смещение спектральных линий далеких галактик превратится в синее смещение?
8. Каково современное состояние проблемы поиска внеземных цивилизаций? (проблема СЕТИ).
9. Сколько звезд класса Солнца находится в Галактике?
10. Где в Галактике находится ближайшая звезда такого возраста, как Солнце?
11. Определите гравитационный радиус для Солнца.

Вопросы для обсуждения

12. Можно ли использовать реактивное движение для путешествия к центру Земли?
13. Оцените последствия падения на Землю астероида размером 10 км.
14. Найдите и постройте кривую чисел Вольфа с 2000 по 2007 годы и далее экстраполируйте ее до 2020 года, отметьте годы активного Солнца, дайте прогноз по Чижевскому.
15. На каком этапе суперконтинентального цикла мы находимся в настоящее время?

16. Возможно ли освоение гидросферы – морей и океанов – для жизни там человека?

17. Какие литосферные плиты наиболее пригодны для строительства глубоких подземных поселений, обогреваемых теплом Земли при уменьшении солнечного излучения до 1% от настоящего.

18. Вычислите, сколько времени может продолжаться антропогенный период, исходя из средней продолжительности предыдущих периодов.

19. Нефть образовалась из неорганических веществ путем эволюции или из органических веществ путем их разложения?

20. В каких геологических породах и каким образом образовались алмазы?

4. БИОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

4.1. Основные концепции биологии

Система биологических наук. Генетика. Генная инженерия. Геном человека.

Биология – совокупность наук о живой природе, об огромном многообразии вымерших и ныне населяющих Землю живых существ, их строении и функциях, происхождении, распространении и развитии, связях друг с другом и неживой природой. Биология устанавливает общие и частные закономерности, присущие жизни во всех её проявлениях и свойствах (обмен веществ, размножение, наследственность, изменчивость, приспособляемость, рост, подвижность и др.). Основные направления развития биологии: классическая биология, эволюционная и физико-химическая биология. Основные методы в биологии: описательный, сравнительный, исторический, экспериментальный.

Система биологических наук по объектам исследования: *ботаника* – о растениях; *зоология* – о животных; *анатомия* и *физиология* человека, *микробиология* – о микроорганизмах; *микология* – о грибах; *палеонтология* изучает прошлую историю органического мира.

Классификация по исследуемым свойствам и механизмам живого:

- строение клеток – *цитология*;
- состав и структура тканей и клеток – *биохимия, биофизика, молекулярная биология*;
- форма и строение организмов – *морфология*;
- образ жизни животных и растений и их взаимоотношения с условиями среды обитания – *экология*;

- функции живых существ – *физиология*;
- закономерности поведения животных – *этология*;
- закономерности наследственности и изменчивости – *генетика*;
- закономерности индивидуального развития – *эмбриология*;
- историческое развитие – *эволюционное учение*.

Биохимия живого вещества. Все живые организмы содержат четыре класса органических веществ: белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды. *Белки* – это биополимеры, молекулы которых образуют полипептидные последовательности из 20 аминокислот (мономеров). Пример белков: коллаген, гемоглобин, ферменты. *Нуклеиновые кислоты* существуют в виде полимерных макромолекул, состоящих из мономеров, называемых нуклеотидами. Каждый нуклеотид состоит из азотосодержащего основания, пятиуглеродного сахара и фосфатных групп. Например, дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) содержит генетическую информацию, образует вещество хромосом и генов. Матричная рибонуклеиновая кислота (мРНК) отвечает за построение белков. *Углеводы* – полисахариды – состоят из углерода и воды, образуются из моносахаридов глюкозы и фруктозы, которые обеспечивают организм «быстрой» энергией. *Липиды* (жиры) – водонерастворимые органические углеводородные вещества, главная форма хранения энергии в живом организме. Компонентами липидов являются жирные кислоты, витамины и стероидные гормоны. Вода наряду с углеродом входит в состав всех живых организмов. Она является участником биохимических и кинетических процессов переноса вещества в клетках и организмах. Одновременно в теплых водных растворах солей (океанах) изначально возникла жизнь.

Клетка – элементарная живая система, основа строения и жизнедеятельности всех растений и животных. Размеры клеток варьируются от 0,1–0,25 мкм (некоторые бактерии) до 155 мм (яйцо страуса в скорлупе). У человека в организме новорожденного около $2 \cdot 10^{12}$ клеток. В каждой клетке различают две основные части: ядро и цитоплазму, в которой находятся органоиды и включения – аппарат Гольджи, вакуоль, эндоплазматическая сеть, митохондрий, клеточная мембрана. В ядре клетки (центре управления и хранилище информации) локализовано более 90% клеточной ДНК. Митохондрии – органоиды клетки участвуют в процессе клеточного дыхания и запасают энергию в виде молекул аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). В целом клетка – сложнейший «биохимический завод» с множеством производств, действующий по уникальной технологии.

Клеточная теория. Клетка – универсальная структура и функциональная единица живого вещества. Все клетки имеют сходное строение, сходный химический состав и общие принципы жизнедеятельности. Клетки образуются только при делении предшествующих им клеток. Клетки способны к самостоятельной жизнедеятельности. В многоклеточных организмах их деятельность скоординирована, и организм представляет собой целостную систему.

Организм – любая биологическая или биокосная система, состоящая из взаимозависимых и соподчиненных элементов, взаимоотношения которых и особенности строения строго определены их функционированием как целого. Разделить организм на части без потери целостности невозможно. В живом организме физические, химические и биологические процессы происходят координированно, обеспечивая постоянство физико-химического состава и постоянную интенсивность течения

всех физиологических процессов при меняющихся внешних условиях.

Эукариоты – организмы, клетки которых содержат оформленные ядра – высшие животные и растения, одноклеточные и многоклеточные водоросли, грибы и простейшие. **Прокариоты** – древнейшие организмы, клетки которых не имеют ограниченного мембраной ядра – все бактерии, включая архебактерии, цианобактерии и сине-зеленые водоросли.

Хромосомы – органоиды клеточного ядра, являющиеся носителями генов и определяющие наследственные свойства клеток и организмов, способны к самовоспроизведению, обладают структурной и функциональной индивидуальностью и сохраняют её в ряде поколений. Хромосомы состоят из белка и молекулы ДНК. Основу хромосомы составляет одна непрерывная двухцепочечная молекула ДНК, связанная с белками в нуклеопротеид. Число хромосом у человека 23 пары.

Ген – единица наследственного материала, ответственная за формирование какого-либо признака; участок молекулы ДНК со специфическим набором нуклеотидов, в линейной последовательности которых закодирована генетическая информация. Каждый ген ответственен за синтез определенного белка (фермента). Уникальное свойство генов – сочетание их высокой устойчивости (неизменяемости в ряду поколений) со способностью к наследуемым изменениям – мутациям, которые являются источником генетической изменчивости организмов и основой для действия естественного отбора.

Геном – совокупность генов, содержащихся в одинарном наборе хромосом данного организма, характеристика вида. *Генотип* – совокупность генов данной особи. Различные живые организмы – «машины для выживания» генов. Гены практически бессмертны. Живые организмы погибают, успев передать

гены своим потомкам. *Фенотип* – совокупность всех свойств и признаков организма, сформировавшихся в процессе его индивидуального развития, складывается в результате взаимодействия генотипа и условий среды обитания.

В настоящее время в рамках международной программы «Геном человека» определена полная нуклеотидная последовательность ДНК человека.

Аксиомы биологии:

1) процесс размножения и развития любого живого организма состоит из двух операций: копирование передающейся наследственной программы (генотипа) и изготовление самого организма (фенотипа); основа генотипа – нуклеиновые кислоты, фенотипа – белки;

2) наследственные молекулы ДНК, содержащие гены, синтезируются матричным путем; (новая ДНК копируется на матрице старой ДНК, мРНК – на матрице ДНК, полипептидная цепь, образующая белок, – на матрице мРНК);

3) при передаче от поколения к поколению генетические программы меняются случайно и ненаправленно (возникают мутации-ошибки в копировании), и только иногда изменения являются приспособительными; для мутагенеза достаточно сообщить молекуле ДНК энергию 2,5–3 эВ электромагнитным излучением или химическими веществами (табачный дым);

4) случайные изменения генетических программ при становлении фенотипов многократно усиливаются и подвергаются отбору условиями внешней среды (одна клетка-носительница одной мутации гена, кодирующего фермент, может в конечной стадии привести к изменению порядка 10^{23} клеток).

Генная инженерия – методы молекулярной биологии и генетики, связанные с целенаправленным конструированием новых не существующих в природе сочетаний генов. Методы

генной инженерии основаны на извлечении из клеток какого-либо организма гена, кодирующего нужный продукт, или группы генов, на соединение их со специальными молекулами ДНК, способными проникать в клетки другого организма (обычно микроорганизма или растения) и размножаться в них. Так получены биологически активные вещества – интерферон, инсулин и генно-модифицированная соя.

Для биологии XX века характерны две взаимосвязанные тенденции. С одной стороны, сформировалось представление о качественно различных уровнях организации живой природы: молекулярном, клеточном, организменном, популяционно-видовом. С другой стороны, стремление к целостному, синтетическому познанию живой природы привело к прогрессу наук, изучающих определенные свойства живой природы на всех структурных уровнях её организации. Практическое значение биологических исследований и методов (генной инженерии, биотехнологии) для медицины, сельского хозяйства, промышленности, разумного использования естественных ресурсов и охраны природы, а также применения в этих исследованиях методов точных наук выдвинули биологию с середины XX века на передовые рубежи естествознания.

4.2. Биосфера Земли

Возникновение жизни. Структура биосферы. Принцип эволюции, воспроизводства и развития живых систем. Особенности биологического уровня организации материи. Генетика и эволюция. Единый генетический код живого вещества. Многообразие живых организмов (биоразнообразие) – основа организации и устойчивости биосферы. Учение Вернадского о биосфере.

Жизнь – сложная форма существования материи. Жизнь – это активное поддержание и самовоспроизведение специфической самоорганизованной структуры матричным путем по определенной генетической программе в процессе обмена веществом, энергией и информацией структуры с окружающей средой.

Структура биосферы

1. **Биосфера** – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяется совокупной деятельностью живых организмов. Биосфера охватывает часть атмосферы до высоты озонового экрана (20–25 км), часть литосферы и всю гидросферу. Нижняя граница опускается в среднем на 2–3 км на суше и располагается на 1–2 км ниже дна океана. В биосфере живые организмы (живое вещество) и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную динамическую систему. Обмен веществ состоит в глобальном круговороте вещества и энергии при непосредственном участии факторов космического масштаба.

2. **Биогеоценоз** – участок земной поверхности с определенными климатическими условиями и связанное с ним сообщество микроорганизмов, животных и растений, образующее комплекс. Обмен веществ состоит из цепи превращений вещества, первоначально ассимилированного организмами-производителями при посредстве организмов-потребителей и организмов-разрушителей, относящихся к разным видам.

3. Популяционно-видовой уровень: **вид** – совокупность особей, имеющих одинаковое клеточное ядро, единое происхождение, способных к скрещиванию, дающих плодовитое потомство. **Популяция** – совокупность особей одного вида, об-

ладающих общим генофондом и занимающих определенную территорию. Вид состоит из популяций.

4. Организменный уровень: **организм** – целостная система, способная к самостоятельному существованию. Обмен веществ означает ассимиляцию и диссимиляцию посредством внутриклеточных превращений.

5. Клеточный уровень: **клетка** – основная структурно-функциональная единица всех живых организмов, элементарная живая система.

6. Субклеточный уровень: ядро клетки, вирусы.

7. Молекулярный уровень: биомолекулы ДНК и РНК.

Учение Вернадского о биосфере. В биосфере существует 7 типов веществ:

1) живое вещество;

2) биогенное вещество (горючие ископаемые, известняки, т. е. вещество, созданное и переработанное живыми организмами);

3) косное вещество (образуется процессами, в которых не участвуют живые организмы, например изверженные горные породы);

4) биокосное вещество (создается живыми организмами и процессами неорганической природы, например почва);

5) радиоактивное вещество;

6) рассеянные атомы;

7) вещество космического происхождения.

Свойства живого вещества:

- питание – источник энергии и вещества путем обмена с внешней средой;

- дыхание – процесс метаболизма, освобождается энергия в молекулах АТФ;

- размножение и рост;

- раздражимость – реакция живых существ на изменение внешней среды;
- подвижность животных и растений.

Гомеостаз – постоянство химического состава и постоянная интенсивность течения всех физиологических процессов при меняющихся внешних условиях; дискретность жизненных форм и их трехмерность.

«Живые организмы, – писал Вернадский, – являются функцией биосферы и обладают огромной геологической силой... Живое вещество, как совокупность живых организмов... связано с окружающей средой биогенным током атомов: своим дыханием, питанием и размножением».

Различие живых и неживых систем показано в табл. 8.

Биомасса – это пленка на поверхности Земли, через которую непрерывно движется поток энергии и вещества, а сама пленка постоянно изменяется в ответ на изменение внешней среды. Постоянно обновляя свои компоненты, система живых организмов сохраняет постоянство своих свойств за счет копирования макромолекул ДНК-носителей наследственности.

Общая биомасса живых организмов биосферы по различным оценкам составляет от $1,8 \cdot 10^{12}$ тонн до $2,4 \cdot 10^{12}$ тонн сухого вещества. 90 % живого вещества, образованного углеродом, азотом, кислородом, водородом, равно 98 % биомассы суши и составляет $2 \cdot 10^{15}$ кг. Это составляет одну миллионную долю массы Земли. Однако живое вещество – главный геохимический и энергетический фактор, ведущая сила планетарного развития. Основным источником биогеохимической активности организмов – солнечная энергия. Питание, дыхание и размножение организмов создает биогеохимические циклы: кислород атмосферы оборачивается за 2000 лет, углекислый газ за 250 лет, вода – за 2 млн лет. Совокупная деятельность организмов поддерживает гомеостаз биосферы.

Свойства живых и неживых систем

Неживые системы	Живые системы
Замкнутые системы переходят от состояния порядка к состоянию беспорядка с большей энтропией согласно второму закону термодинамики	Биосистемы эволюционируют в направлении возрастной сложности (возрастание порядка связано с возрастанием неэнтропии внутри системы и увеличением энтропии в окружающей среде)
Свойство копирования противоречит принципам квантовой физики	Размножаются (копируются)
Усредняются по всевозможным конфигурациям	Выбирается одна из возможных последовательностей и копируется
Описываются детерминированными линейными уравнениями, кроме метеорологии	Описываются нелинейными уравнениями с аттракторами и характеризуются алгоритмической сложностью (нет алгоритма записи) и логической глубиной (время воссоздания много больше времени разрушения)
Как правило, не имеют памяти	Получают информацию об окружении, хранят её (имеют память) и используют
Поведение определяется принципом причинности от простого настоящего к сложному будущему	Поведение определяется целью как причинностью из будущего в настоящее

ры и её организованность. Деятельность человечества в современную эпоху преобразует поверхность Земли локально и глобально, что ставит под угрозу поддержание гомеостаза (равновесия) биосферы. Вернадский развил представление о переходе биосферы в ноосферу – управление развитием биосферы человечеством.

Биологическая эволюция – процесс развития биосферы от образования живых объектов до современного состояния биосферы. Основной гипотезой о происхождении углеродно-водной жизни на Земле является гипотеза о биохимической эволюции. Этапы эволюции включают химическую предбиологическую эволюцию:

1) синтез основных биологически важных молекул: сахаров, липидов, аминокислот, нуклеотидов; образование комплексных структур (разнообразных макромолекул): полипептидов в липидной оболочке и полинуклеотидов; синтез в термодинамическом равновесии невозможен, наиболее вероятно образование молекул в горячих водоемах при вулканах, существует гипотеза о зарождении первичных генов в саморастущих кристаллах глины;

2) образование из полипептидов и белков комплексов, способных к комплементарной ауторепродукции (самовоспроизведению) с помощью конкуренции гиперциклов химических реакций (т. е. самоорганизация структур, способных к самовоспроизведению, мутациям и отбору).

Собственно биологическая эволюция:

3) образование многообразия живых объектов, существующих за счет материалов, накопленных в предбиологический период; возникновение клеток и одноклеточных существ-организмов. *Анаэробы* – организмы, способные жить и развиваться при отсутствии в среде свободного кислорода, возможно, относятся к древнейшим обитателям Земли;

4) появление организмов, способных к фотосинтезу, т.е. усваиванию энергии света, разложению воды и использова-

нию продуктов разложения (кислорода и восстановленных органических веществ) для биосинтеза; возникновение видов из примитивных одноклеточных; образование структуры трофических уровней, биогеоценозов и формирование современной биосферы;

5) появление разумных живых существ.

Основные положения *синтетической* теории эволюции:

1) элементарной эволюционной единицей является популяция, а не особь;

2) главный фактор эволюции – естественный отбор; элементарные эволюционные факторы: *мутации*, т.е. изменение наследственных свойств организмов; *изоляция* – свободное скрещивание особей только в пределах данной популяции; *популяционные волны* («волны жизни») – изменения численности особей, составляющих популяцию;

3) эволюция протекает дивергентно, отбором случайных мутаций, новые формы образуются через наследственные изменения;

4) эволюционные изменения случайны и ненаправлены, исходным материалом являются мутации;

5) эволюционные преобразования, формирующие надвидовые группы, осуществляется только эволюционными процессами в популяциях, где изменяется их генофонд, образуются новые виды.

Законы эволюции:

- правило прогрессирующей специализации – группа, вступившая на путь специализации, как правило, идет по пути углубления специализации;

- автономизация (канализация) онтогенеза – сохранение определяющего значения физико-химических факторов внеш-

ней среды, ведущих к возникновению относительной устойчивости развития;

- принцип *гомеостаза*: всякий организм поддерживает постоянство своей внутренней среды саморегулирующей;
- правило необратимости: организм не может вернуться к прежнему состоянию, в котором находились его предки, так как эволюция, как самоорганизация, необратима;
- закон *возрастающей сложности* возникающих биологических объектов. Пока самым сложным объектом, известным в настоящее время, является мозг человека.

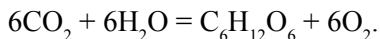
В процессе биологической эволюции происходит чередование конвергентных и дивергентных стадий. В результате **конвергентной стадии** свойства живых объектов становятся одинаковыми (стадия образования единого генетического кода и формирование вида). Численность нового вида возрастает экспоненциально. Затем рост прекращается. Главным фактором является естественный отбор (принцип Дарвина) и выбор. Выбор означает вытеснение одного вида другим, обычно более многочисленным. Одну экологическую нишу может заселять один вид.

В **дивергентной стадии** вид расщепляется, т.е. из одной популяции образуются две или более, различающиеся по свойствам популяции. Численность популяций постоянна. При исчерпании ресурсов экологической ниши численность резко падает и часто вид исчезает. Главный фактор стадии – возникновение новых фенотипических свойств, позволяющих начать освоение новой экологической ниши.

Многообразие живых организмов (*биологическое разнообразие*) – основа организации и устойчивости биосферы.

Математическое моделирование переходных процессов биологической эволюции показывает, что часто они носят катастрофический характер и объясняются математической теорией катастроф.

Фотосинтез – превращение зелеными растениями и фотосинтезирующими микроорганизмами энергии излучения Солнца в энергию химических связей органических веществ. Происходит с участием поглощающих свет пигментов (хлорофилл). Суммарное уравнение фотосинтеза



Фотосинтез это единственный биологический процесс, идущий с увеличением свободной энергии и обеспечивающий доступной химической энергией почти все земные организмы. Ежегодно в результате фотосинтеза на Земле образуется около 150 млрд тонн органического вещества, усваивается 300 млрд тонн углекислого газа и выделяется около 200 млрд тонн свободного кислорода. Благодаря фотосинтетической деятельности первых зеленых организмов в первичной атмосфере Земли появился кислород, озоновый экран и создались условия для биологической эволюции.

В результате фотосинтеза после прохождения атмосферой Земли точки Пастера появились **аэробы** – организмы, которые могут существовать только при наличии свободного молекулярного кислорода. **Точка Пастера** – такая концентрация свободного кислорода, при которой кислородное дыхание становится более эффективным (почти в 50 раз) способом использования энергии Солнца, чем анаэробное брожение.

Генетический код – единая для всех живых существ на Земле система «записи» наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот в виде последовательности нуклеотидов. Каждый нуклеотид для краткости обозначается заглавной буквой: А – аденин, Г – гуанин, Ц – цитозин, в молекулах ДНК Т – тимин, в молекулах мРНК У – урацил. Последовательность из трех таких букв (кодон – кодовое слово) и представляет графическое выражение генетического кода. Реализация генетиче-

ского кода в клетке происходит в два этапа: 1-й этап – *транскрипция*, протекает в ядре, синтез молекул матричной рибонуклеиновой кислоты (мРНК) на участках ДНК, 2-й этап – *трансляция*, протекает в цитоплазме клетки на рибосомах; последовательность нуклеотидов переводится в последовательность аминокислот в синтезирующемся белке.

Свойства генетического кода:

- триплетность – каждая аминокислота кодируется тройкой нуклеотидов;
- вырожденность – несколько кодонов могут кодировать одну аминокислоту;
- однозначность – каждый отдельный кодон кодирует только один аминокислотный остаток;
- компактность – между кодонами в мРНК нет «запятых» – нуклеотидов, не входящих в последовательность кодонов данного гена;
- универсальность – единственный код для всех организмов Земли.

4.3. Человечество

Человечество. Расы. Народы. Антропология. Этнос. Этногенез и биосфера. Учение Л. Гумилева: кривая этногенеза, пассионарность, фазы этногенеза.

Антропология – наука о происхождении человека, образовании человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека. Основные разделы: морфология человека, учение об антропогенезе, расоведение. С середины XX века усиленно развивается «биология человека» (изучение физиологических, биохимических, генетических факторов, влияющих на развитие человеческого организма). За последние 100–150 лет происходит процесс *акселерации* – ускоренного соматического развития и физиологического созревания детей и подростков.

Человек – общественное существо, обладающее сознанием, разумом, субъект общественно-исторической деятельности и культуры. Человек возник на Земле в ходе длительного и неравномерного эволюционного процесса – *антропогенеза*. Как биологический вид человек относится к типу хордовых, класс млекопитающих, отряд приматов, семейство гоминид, вид *Homo sapiens* (*Человек разумный*), наиболее близок к шимпанзе: имеет с шимпанзе 90% общих генов. Исходная форма: наземный примат на четырех конечностях опирался на четыре луча стопы и кисти с отведенным одним лучом. Полагают, что 5–8 млн лет назад линия обезьян отделилась от линии гоминид, обладавших двуногой походкой. Процесс эволюции гоминид сопровождался сужением действия естественного отбора и увеличением действия искусственного отбора при возникновении и развитии общественных законов и создании искусственной среды обитания. Происходило уменьшение плодовитости, удлинение периода детства (до 1/5 продолжительности жизни), замедление полового созревания, возрастание длительности жизни. Стабилизация физического типа человека относительно: с мезолита происходят колебания в длине тела, массивности скелета, формы головы.

Древнейшее гоминидное сообщество «филэргон» – объединение родственных по происхождению особей (около 50 человек), связанных совместной добычей пищи и самозащитой. На первом этапе освоение огня, объединявшего на ночлег, приводило к понижению детской смертности и продлению срока жизни, на последнем этапе – сооружение жилищ сезонного пребывания. Племя соединяло несколько «филэргонов» и составляло сотни человек. Родовой строй – период консолидации малых «филэргоновых» хозяйств по культуре и языку устанавливается брачными фиксированными связями. Возникновение семьи –

отец, мать, ребенок. Полигамные и парные семьи выделились в постпалеотическом времени.

Эта линия гоминид привела к предкам современного *Человека разумного*. Согласно одной гипотезе он возник в Африке южнее Сахары около 200 тыс. лет назад, мигрировал и вытеснил древних людей. По другой гипотезе формирование человека происходило в разных частях планеты. Так или иначе, около 40 тыс. лет *Человек разумный* стал единственным представителем семейства гоминид и заселил практически всю Землю.

Морфологические особенности, выделяющие человека из мира животных, – это прямохождение, большой объём и высокая дифференциация мозга. В специфически человеческом системном комплексе мозга размещена вторая сигнальная система с высшими психическими функциями: абстрактным мышлением, трудовой деятельностью и членораздельной речью. Эта система не имеет собственных периферических рецептов, а использует старые рецепторные аппараты различных органов чувств. Предполагают, что человек приобрел современный физический облик благодаря бегу на длинные дистанции и возможности перемещаться на большие расстояния. Речь возникла в процессе труда.

Человечество – все люди, живущие на планете Земля (в настоящее время ≈ 6 млрд), человеческий род, сообщество индивидуальных особей. Все люди принадлежат к одному биологическому виду, в котором несколько **рас**: европеоидная, негроидная, монголоидная, американская и другие.

Раса – исторически сложившаяся группа людей, объединенных общностью происхождения и некоторых наследственных физических особенностей: строения тела, формы волос, пигментации кожи и т.п. Расовые признаки (цвет кожи, глаз, волос, особенности мягких частей лица, черепа, рост) имели адаптив-

ное значение и закрепились естественным отбором в условиях географической среды. Например, у людей негроидной расы темный цвет кожи – защита от обжигающего действия солнечных лучей, высокий рост и стройность – способ увеличения поверхности тела к его объему для отвода тепла от организма в жарком климате. Все расы биологически и психически эквивалентны и находятся на одном эволюционном уровне развития.

Народ – различные формы исторической общности (племя, народность, нация).

Учение Л. Гумилева об этногенезе является развитием учения Вернадского о биосфере. В биосферу входит *антропосфера* – человечество, в нем *этносфера* – как мозаика этносов. В биогеоценозы входят люди в виде этносов.

Этнос – естественно сложившийся на основе оригинального поведения коллектив людей, существующий как энергетическая система (структура), противопоставляющая себя всем другим таким же коллективам, исходя из ощущения комплиментарности (например, великороссы, включающие восточных славян из Киевской Руси, западных славян, вятичей, финнов, мерю, мурома, весь, заволоцкую чудь, угров, балтов, тюрков, татар, небольшое число монголов).

Комплиментарность положительная – ощущение подсознательной симпатии особей, определяющее деление на «своих» и «чужих».

Суперэтнос – этническая система, состоящая из нескольких этносов, возникших одновременно в одном ландшафтном регионе, и проявляющая себя как мозаичная целостность. Например, восточно-европейская суперэтническая целостность «Русская земля», возникла в XIV веке.

Биохимическая энергия живого вещества – свободная энергия, поглощаемая живыми организмами из окружающей среды.

Пассионарность как энергия – избыток биохимической энергии живого вещества, обратный вектору инстинкта и определяющий способность к сверхнапряжению, порождающий жертвенность часто ради иллюзорной цели. Пассионарность суперэтнуса затухает со временем, кристаллизуясь в цивилизацию.

Этногенез – весь процесс от момента возникновения до исчезновения этнической системы под влиянием энтропийного процесса потери пассионарности.

Процесс этногенеза Гумилев представляет в колоколообразной кривой изменения пассионарного напряжения этнической системы в координатах (уровень пассионарного напряжения, время). Весь процесс этногенеза состоит из нескольких фаз и длится 1200–1500 лет – время существования любого этноса, которое может быть сокращено из-за эффективного временного ускорения современной эпохи (рис. 5).

Фаза подъема – период стабильного повышения уровня пассионарного напряжения вследствие пассионарного толчка, приведшего к рождению этноса, продолжается около 300 лет.

Фаза перегрева – колебания пассионарного напряжения в этнической системе на предельном уровне пассионарности, длится около 300 лет.

Фаза надлома – резкое снижение уровня пассионарного напряжения после перегрева, сопровождается расколом этнического поля, продолжается 150–200 лет.

Фаза инерционная – плавное снижение пассионарного напряжения, длится около 300 лет.

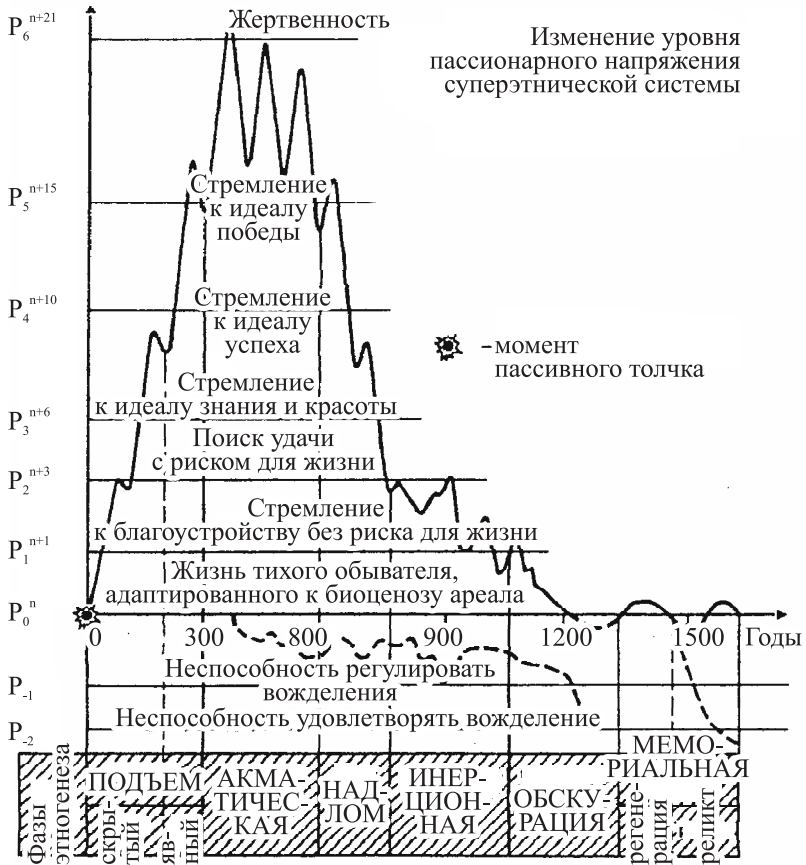


Рис. 5. Изменение уровня пассионарного напряжения суперэтнической системы во времени

Фаза обскурации – снижение пассионарного напряжения ниже уровня гомеостаза, сопровождается исчезновением этноса как системы или превращения его в реликт, продолжается около 100 лет.

Мемориальная фаза – этнос сохраняет лишь память о своей исторической традиции, люди живут в равновесии с природой.

Между фазами наблюдаются кратковременные фазовые переходы, в которых этнос особенно слаб и может погибнуть в результате внешних и/или внутренних причин.

Примером применения географического детерминизма и учения Л. Гумилева является геополитика (географическая политика). Ф. Ратцель (1844–1904) в «Политической географии» пишет: «Государство складывается как организм, привязанный к определенной части поверхности земли, а его характеристики развиваются из характеристик народа и почвы. Наиболее важным являются размеры, местоположение и границы. Далее следуют почвы вместе с растительностью, ирригация и, наконец, соотношения с остальными конгломератами земной поверхности и в первую очередь с прилегающими морями и незаселенными землями, которые на первый взгляд не представляют политического интереса. Совокупность всех этих характеристик составляет страну (*das Land*)». Например: *Russland, England, Deutschland*.

Геополитика как наука связана с географией, историей, демографией, стратегией, этнографией, религиоведением, экологией, военным делом, социологией, политологией и др. Естественно-научные и гуманитарные дисциплины привлекаются, если они не противоречат геополитическим принципам.

Геополитика – это политическая теория, лежащая в основе мировоззрения власти, определяющая главное условие развития страны в виде расширения её территории, жизненного

пространства, сфер её жизненных интересов. В противопоставлении могущества Суши и могущества Моря заключается главный закон геополитики.

Континентальная цивилизация связана с фиксированностью пространства и устойчивостью его качественных ориентаций и характеристик. Это реализуется в оседлости, в консерватизме, в строгих юридических правилах. Культура сухопутных (оседлых) народов характеризуется устойчивостью социальных традиций, коллективизмом, иерархичностью. Им чужды индивидуализм и дух предпринимательства.

Морская цивилизация склонна к техническому развитию, динамична и активно эволюционирует, меняет внешние культурные признаки. Её приоритеты – мореплавание, торговля, дух предпринимательства. Индивидуализм – высшая ценность. Юридические и этические нормы относительно подвижны. Например, когда перед Англией возникает вопрос: Европа или открытое море, Англия выбирает открытое море. «У Англии нет постоянных друзей или врагов, а есть постоянные интересы». «Когда англосаксу что-либо нужно, он приходит и берет то, что ему нужно».

В геополитике, совмещающей два взгляда на пространство со стороны моря и со стороны суши, ключевым понятием является *Rimland* – береговая зона, полоса, граница. Её принадлежность определяется тем, сухопутный или морской импульс доминирует в данном секторе. Влияние морской стихии провоцирует в береговой зоне активное и динамическое развитие. Континентальная масса – Суша – заставляет создавать в береговой зоне грандиозные портовые инфраструктуры, фиксируя циркулирующую энергию. Именно в береговых зонах происходит столкновение интересов морских и сухопутных цивилиза-

ций в их планетарной географической экспансии. Сухопутные цивилизации пробиваются к морям. Морские цивилизации стремятся закрыть им выход и владычествовать на морях.

Русские евразийцы являются последовательными идеологами континентальной цивилизации. Основная идея П. Савицкого (1895–1968) заключается в том, что Россия-Евразия есть особый тип цивилизации, сложившийся на основе арийско-славянской культуры, тюркского кочевничества, православной христианской традиции Византии, которая представляет собой синтез мировой истории в виде «срединного» образования. Принцип «идеократии» П. Савицкого объединяет все формы недемократического и нелиберального прагматического правления «духовных вождей», возникающие в теократической соборности, народной монархии, национальной диктатуре и партийном государстве Советов. Таким образом, в принципе идеократии – власти духовно-созидательной идеи – выражается интуитивно постигаемая воля континента как целого.

Таким образом, геополитически Море – либеральная демократия, предпринимательство, прагматизм. Суша – идеократия, иерархическое правление, доминирование религиозного идеала. Учение Л. Гумилева лежит в русле евразийской идеи, детализируя и развивая её, и является естественно-научным основанием евразийского геополитического полюса.

Неоевразийство как направление в геополитике разрабатывает идею многополярного мира как альтернативу однополярному миру доминирования морского атлантизма США с их проектом «мировая империя» и системой цивилизационных ценностей: рынка, либеральной демократии, светской культуры, философии индивидуализма. Первоначально необходимо воссоздать геополитический континентальный полюс и восточный центр капитала в лице союза «срединных государств» с их громадными человеческими, экономическими, военными, духовными ресурсами и восстановить глобальное динамическое равновесие

между Сушей и Морем. Следует отметить, что устойчивость многополярного мира не доказана.

4.4. Человек

Человек: физиология, здоровье, работоспособность, творчество. Интеллект, эмоции, воля. Человек как целеустремленная система.

Характеристики человека: состав человеческого тела мужчины 25–40 лет в среднем: мозг – 15%, кости – 16%, мышцы – 47%, жир – 15%. Рост в среднем – 1,7 м. Площадь тела равна 2 м², объем тела равен 80 литрам. Плотность более 1 г/см³. Потребление воздуха 1 м³/час. Потребление воды 5 л/сут.

КПД организма 25%. Температура тела постоянна, 36,6 °С. Система охлаждения от перегрева жидкостная. Основной энергетический обмен тела массой 70 кг равен 84 Вт. Максимальная скорость передвижения по суше 1,0 м/с, в воде – 1,5 м/с.

Максимальная продолжительность жизни 115 лет = 3,6 млрд секунд, определяется числом воспроизведений каждой клетки организма, равным 56. Каждые 7–8 лет человек обновляется полностью. Предел реанимации для коры головного мозга (4 мин без дыхания) может быть повышен низкой температурой.

Человек – самоуправляющийся биологический механизм – имеет внутренний замкнутый контур управления и внешний разомкнутый информационный контур управления. Источник энергии – химический реактор. Центром управления является мозг – мощный оптический компьютер типа нейросети (15 млрд нейронов), осуществляет электрическое управление по нервным сетям внутренних систем. Сенсорные системы, периферийные для мозга, обеспечивают каналы информационного взаимодействия с окружающим миром: зрение использует электромаг-

нитные волны в диапазоне (красный свет 0,72 мкм – фиолетовый свет 0,38 мкм), слух использует звуковые волны от 20 Гц до 20 кГц. Человек – «временная машина» для выживания генов, которые обеспечивают воспроизводство новых биомашин по генетической программе.

Физиология человека – это наука, изучающая процессы жизнедеятельности (функции) человека, его отдельных систем, органов, тканей и клеток. Основными системами человека являются: мозг, его строение и функции, а также системы: центральная нервная, костно-мышечная, кровообращения, пищеварения, лимфатическая, эндокринная, репродуктивная, органы зрения, слуха, осязания и обоняния. Рассмотрим некоторые из них.

Мозг – центральный отдел нервной системы человека, обеспечивающий регуляцию всех жизненных функций организма, т.е. высшую нервную деятельность и психические функции, включая мышление. Основные структуры мозга – это два полушария, составляющие передний мозг, соединены мозолистым телом. Правое полушарие контролирует сенсорные и двигательные функции левой половины тела, а левое полушарие управляет правой половиной тела. Левое полушарие отвечает за язык, речь, письмо. Правое полушарие отвечает за слуховые и зрительные образы, выражает эмоции. Волевые решения принимают лобные доли переднего мозга. Спинной мозг осуществляет управление скелетно-мышечной системой, внутренней мускулатурой и условными и безусловными рефлексам.

Главная и специфическая для *центральной нервной системы* (ЦНС) деятельность – осуществление сложных высокодифференцированных реакций (рефлексов). ЦНС обрабатывает непрерывный поток информации от исполнительных органов, производя коррекцию и регуляцию функций в соответствии с потребностями организма. Этот процесс рефлекторной само-

регуляции осуществляется по принципу обратной связи. Взаимодействие возбуждения и торможения лежит в основе всех механизмов деятельности ЦНС.

Костно-мышечная система. Скелет – совокупность твердых тканей в организме, служащих опорой тела и его отдельных частей в поле тяготения и защищающих тело от механических повреждений. В скелете человека более 200 костей. Скелет человека характеризуется большой емкостью черепа, формой конечностей, позвоночника и таза, что обусловлено интенсивным развитием мозга и прямохождением. Объем черепа составляет 1500 см³. Изучение вариаций размеров и формы черепа и составляющих его костей имеет большое значение в антропологии, расоведении и этнографии. В процессе антропогенеза череп постепенно утрачивал обезьяньи черты и приобретал строение, близкое к строению черепа современного человека.

Мышцы. Функционально различают произвольную и непроизвольную мускулатуру. Непроизвольная мускулатура образована гладкой мышечной тканью, она формирует мышечные оболочки полых внутренних органов, стенок кровеносных и лимфатических сосудов, залегает в коже, железах, в анатомических структурах глаза. Благодаря работе гладких мышц осуществляется работа желудочно-кишечного тракта и других внутренних органов. Произвольная мускулатура образована поперечно-полосатой мышечной тканью. К ней относятся мышцы головы, шеи, туловища и конечностей. Сокращение поперечно-полосатых мышц обуславливает движение, сохранение равновесия, поддержание позы. Структурной единицей скелетной мышцы является поперечно-полосатое мышечное волокно. Группы мышц, принимающих участие в различных противоположных движениях, называются антагонистами. Возбуждение

отдельных мышечных волокон в итоге сопровождается сокращением мышцы. Общая регуляция и координация двигательной активности сопровождается ЦНС.

Система кровообращения – замкнутая система сосудов и полостей, по которым происходит циркуляция крови. Система состоит из сердца, аорты, артерий, артериол, капилляров, венул, вен. Кровообращение, т.е. циркуляция крови, обеспечивает обмен веществ между организмом и внешней средой. Сердце – центральный орган кровеносной системы человека, сокращениями которого осуществляется циркуляция крови по сосудам. Масса сердца мужчины составляет в среднем 330 г, у женщин – 250 г. Сердце человека четырехкамерное. Продолжительность сердечного цикла сокращения и расслабления составляет около 0,8 с. Сокращения сердечной мышцы вызываются периодически появляющимися в ней электрическими импульсами возбуждений, возникающими в проводящей системе сердца без участия ЦНС. За человеческую жизнь сердце не останавливается, производя свыше 2 млрд сокращений. Циркулирующая по артериям кровь снабжает клетки тела кислородом, питательными веществами, водой и выводит углекислый газ и другие продукты обмена по венам. Кровообращение – важнейший фактор адаптации организма к меняющимся условиям внешней и внутренней среды, играет ведущую роль в поддержании гомеостаза организма. Объем крови около 5 л.

Лимфатическая система – разветвленная сеть лимфатических капилляров, мелких и крупных лимфатических сосудов, по ходу которых располагаются лимфатические узлы. Лимфатическая система вместе с венозной системой обеспечивает всасывание из тканей продуктов обмена веществ, воды, а также удаление продуктов распада клеток, микробных тел и других частиц. Протекая через лимфатический узел,

лимфа, прозрачная жидкость, имеющая щелочную реакцию ($\text{pH} = 7,35 \dots 9,0$), обогащается лимфоцитами. Лимфатические узлы участвуют в иммунных реакциях, которые осуществляют защиту организма от генетически чужеродных клеток и веществ, поступающих извне или образующихся внутри организма. Центральными органами иммунной системы человека являются костный мозг и вилочковая железа.

Система пищеварения состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка, кишечника, печени и поджелудочной железы. Различные отделы функционируют как железы внутренней секреции, выделительные органы, регуляторы обмена веществ, депо питательных веществ, солей, витаминов. Поступающая в организм пища переваривается под действием различных гидролитических ферментов. Основными конечными продуктами расщепления белков являются аминокислоты, жиров – глицерин и жирные кислоты, углеводов – моносахариды. Все эти соединения всасываются и из них в органах и тканях вновь синтезируются сложные специфические для организма соединения. В полости рта происходит измельчение пищи и смачивание её слюной, в желудке железами желудка выделяется соляная кислота и протеиназы (пепсин, желатиназа) и происходит кислотная денатурация белковых компонентов, начальные стадии гидролиза белков, (кислотность желудка $\text{pH} = 1,5 \dots 2,0$). Процессы ферментативного катализа происходят в тонком кишечнике в нейтральной или слабо щелочной среде ($\text{pH} = 7,0 \dots 8,5$) под действием ферментов, секретлируемых поджелудочной железой. На завершающем этапе происходит мембранное пищеварение на поверхности клеток кишечного эпителия (гидролиз происходит за счет кишечных ферментов) и сопровождается непосредственным всасыванием конечных продуктов. В толстой кишке пищеварение отсутствует. Населяющая её микрофлора

вызывает брожение углеводов (клетчатки) и гниение белков с образованием газов углекислого, метана, сероводорода и токсических соединений: фенола, скатола, индола и крезола (обезвреживаются в печени). В толстой кишке происходит интенсивное всасывание воды до 95 %, а также электролитов, глюкозы, витаминов и аминокислот, продуцируемых кишечной микрофлорой. По мере продвижения формируется кал, накопление которого вызывает акт дефекации. Следует отметить, что длина кишечника человека больше, чем у хищников, и меньше, чем у травоядных, что позволяет человеку есть растительную и животную пищу.

Эндокринная система состоит из эндокринных желез, гипофиза, щитовидной железы, паращитовидной железы, надпочечников, которые выделяют в кровь или гемолимфу гормоны. Эндокринная система осуществляет гормональную регуляцию всех основных процессов жизнедеятельности. Эндокринная система функционирует под контролем нервной системы, связующим звеном является гипоталамус, находящийся в среднем мозге. Гормоны – биологически активные вещества – оказывают целенаправленное действие на другие органы и ткани. Под контролем гормонов протекают все этапы развития организма, все процессы жизнедеятельности. Гормоны, контролируя клеточный метаболизм, обуславливают нормальное течение роста тканей и всего организма в целом, активность генов, формирование клеточного фенотипа, дифференцировку тканей, формирование пола и размножение, адаптацию к меняющимся условиям внешней среды и поддержание постоянства внутренней среды организма, поведение. Влияние гормонов на обмен веществ в организме осуществляется путем регуляции активности ферментов. Гормоны делятся на три группы:

- 1) пептидные и белковые (инсулин);

- 2) производные аминокислот (адреналин);
- 3) стероидные (мужские – андрогены и женские – эстрогены).

С информационной точки зрения психофизическая целостность человека существует и состоит из совокупности информационных систем: генетической, сенсорной, перцептивной и ментальной.

Генетическая информационная система: в человеческом организме содержится (в основном в молекулах белков) порядка $1,3 \cdot 10^{27}$ бит информации, в молекулах ДНК (геном) $3 \cdot 10^{23}$ бит, генотип влияет на элементы интеллекта.

Сенсорная информационная система включает зрение – оптический диапазон; чувство температуры – инфракрасный диапазон; механические возмущения: звуковые – слух, сила тяжести, механическое давление – осязание; химический канал: вкус – вещество в жидкой фазе, обоняние – вещество в газовой фазе (табл. 9).

Таблица 9

Информационные характеристики системы чувств человека

Сенсорная система	Число рецепторов	Суммарная пропускная способность, бит/с	Пропускная способность сознания, бит/с
Зрение	$2 \cdot 10^8$	10^7	40
Слух	$3 \cdot 10^8$	10^5	30
Кожа	10^7	10^6	5
Вкус	$3 \cdot 10^7$	10^3	1
Обоняние	$7 \cdot 10^7$	10^5	1

Уровнем сознания человека контролируется максимально только 40 бит/с из 10^7 бит/с поступающей информации по зрительному каналу из окружающего мира.

Перцептивная информационная система – побудительное восприятие окружающего мира.

Ментальная информационная система состоит из внимания – сосредоточенности на объекте; воли – активной самодетерминации и саморегуляции; эмоций – переживаний субъектом явлений, событий; представлений – воссоздание образов предметов; языка – средства фиксации, хранения, обработки информации; памяти – хранения опыта предыдущих действий; рефлексии – сознательного сосредоточения на совокупности представлений и понятий; интуиции – синтеза информации без контроля сознания.

Здоровье – состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней, физических и психических дефектов. Здоровье – состояние организма, при котором правильно функционируют все органы. Различают здоровье отдельного человека и здоровье населения. Как известно, «здоровья много не бывает». Понятие «практически здоровый человек» означает, что имеющиеся отклонения от нормы, не сказывающиеся на самочувствии и работоспособности человека, не могут еще расцениваться как болезнь. Показатели общественного здоровья включают:

- 1) демографические показатели численности, состава, движения, рождаемости, смертности, продолжительности жизни;
- 2) показатели физического развития населения;
- 3) показатели заболеваемости, травматизма и инвалидности.

Здоровый образ жизни означает, что человек ведет такую жизнь, которая, по крайней мере, не ухудшает имеющееся состояние его здоровья. Качество жизни определяется оптимальными условиями существования и функцио-

нирования организма: чистым воздухом, чистой водой, натуральной едой, естественным светом и средней температурой 20 °С, нормальной физической и умственной нагрузкой, неупотреблением вредных и ядовитых веществ. Уровень жизни это совокупность средств, необходимых и достаточных для обеспечения здорового образа жизни. Качество жизни обычно связано с количеством жизни, т.е. с её продолжительностью.

Работоспособность – потенциальная возможность индивида выполнять целесообразную деятельность на заданном уровне эффективности в течение определенного времени. Стадии работоспособности:

- мобилизация, первичная реакция (вработывание);
- гиперкомпенсация (оптимальная работоспособность);
- компенсация (компенсируемое утомление);
- субкомпенсация (некомпенсируемое утомление) декомпенсация, срыв (конечный порыв).

Творчество – деятельность по созданию новых материальных и духовных ценностей. Характеризуется новизной, неповторимостью, оригинальностью и уникальностью. Процессы творчества: подготовка, созревание, озарение, проверка. Центральный момент творчества – озарение «инсайт» – интуитивное постижение искомого результата.

Шкала креативности (способности к творчеству) дана в цифрах, характеризующих отношение числа данных людей к общему числу людей:

- индивид (минимум личности) (1);
- личность (зрелая) (10^{-1});
- индивидуальность (креативная личность) (10^{-2});
- яркая индивидуальность (отчетливо выраженная способность к творчеству) (10^{-3});

- талант (10^{-4});
- большой талант (10^{-5});
- гений ($10^{-6} \dots 10^{-9}$).

Психология – комплекс наук о закономерностях, механизмах и фактах психической жизни человека и животных. Основная тема психологической мысли Античности и Средних веков – проблема «души», в Новое время главной была проблема «сознания», в XIX веке основным стало изучение «поведения». В XX веке в разработке психологических проблем в России выделилось естественно-научное направление, раскрывавшее биологические механизмы психической деятельности. И. М. Сеченов (1829–1905), основатель физиологической школы, разработал естественно-научную теорию психической регуляции поведения в книге «Рефлексы головного мозга». И. П. Павлов (1849–1936), создатель учения о высшей нервной деятельности, с помощью метода условных рефлексов установил, что в основе психической деятельности лежат физиологические процессы, происходящие в коре головного мозга. В. М. Бехтерев (1857–1927 гг.) разработал естественно-научную теорию поведения.

Психика – совокупность душевных процессов и явлений (ощущения, восприятия, эмоции, память), специфический аспект жизнедеятельности человека при его взаимодействии с окружающей средой. Психика находится в единстве с соматическими (телесными) процессами и характеризуется активностью, целостностью и соотнесенностью с миром, развитием, саморегуляцией, коммуникативностью, адаптацией. Высшая форма психики – сознание – изучается психологией.

Гештальтпсихология – направление в западной психологии, выдвинувшее программу изучения в психике целостных функциональных структур, *гештальтов*, первичных по отно-

шению к своим компонентам. Внутренняя системная организация целого определяет свойства и функции образующих его частей. Законы гештальта: тяготение частей к образованию симметричного целого, группировка этих частей в направлении максимальной простоты, тенденция каждого психического феномена принять наиболее отчетливую форму.

Психоанализ – учение З. Фрейда (1856–1939) о бессознательных психических процессах и мотивации. Сексуальное влечение – главный двигатель поведения. Психическая структура личности в психоанализе трехуровневая:

- бессознательное «Ид» («Оно», область влечений), примитивный компонент – носитель инстинктов, подчиняется принципу удовольствия;

- сознательное «Эго» («Я»), сдерживающее импульсы «Оно» посредством различных защитных механизмов. Эго следует принципу реальности, учитывает свойства и отношения реального мира;

- «Супер-эго» («Сверх-Я», область социальных норм и нравственных установок), носитель моральных стандартов.

Поскольку требования к *Эго* со стороны *Ид*, *Супер-эго* и реальности несовместимы, *Эго* пребывает в состоянии конфликта, создающего невыносимое напряжение, личность спасается с помощью защитных механизмов вытеснения, рационализации, регрессии, сублимации. Вытеснение означает произвольное устранение из сознания чувств, мыслей и стремлений к действию. Перемещаясь в область бессознательного, они продолжают мотивировать поведение, оказывают на него давление в виде чувства тревожности, стресса. Регрессия – соскальзывание на более примитивный уровень поведения или мышления. Сублимация – механизм, посредством которого нереализованная сексуальная энергия разря-

жается в виде деятельности, приемлемой для индивида и общества. Разновидностью сублимации является творчество. Психопанализ повлиял на искусство, литературу, медицину, антропологию, другие гуманитарные науки.

К. Юнг разделил человеческие типы на *экстравертный* (обращенный вне, социально активный) и *интравертный* (обращенный внутрь, склонный к самосозерцанию).

Глубинная психология – направление психологии XX века, исследующее глубинные силы личности, её влечения и тенденции, которые противопоставляются процессам на поверхности сознания.

Когнитивная теория личности Дж. Келли: каждый человек воспринимает внешний мир и себя через свою созданную систему познания, «персональные конструкторы». Организация психических процессов личности определяется тем, как она конструирует будущие события. Человек трактуется как исследователь, постоянно строящий свой образ реальности посредством индивидуальной системы категориальных шкал – личностных конструкторов – и выдвигающий исходя из этого образа гипотезы о будущих событиях. Неподтверждение этих гипотез ведет к перестройке системы конструкторов, позволяющей повысить адекватность последующих предсказаний. Важную роль играет понятие «когнитивного диссонанса»: расхождение имеющегося у субъекта опыта и восприятия актуальной ситуации воспринимается как дискомфорт, от которого стремятся избавиться изменением знания, либо введением нового элемента.

Гуманистическая психология (психология здоровых людей) Маслоу: человек должен изучаться в целостности; каждый человек актуален (изучать отдельные случаи так же важно, как обобщения); каждый человек открыт миру (переживания

человеком мира – главная психическая реальность); человеческая жизнь – единый процесс становления и бытия человека; человек наделен потенциями к непрерывному развитию и самореализации своих способностей; человек обладает свободой от внешней детерминации благодаря смыслам и ценностям; человек – активное творческое существо.

Интеллект – совокупность всех познавательных способностей индивида (ощущения, восприятия, памяти, воображения, представления, речи, внимания, распознавания образов и мышления); способностей к решению проблем и задач. Базовые структуры интеллекта независимы от культурных влияний. Существует три типа интеллекта: вербально-логический, образный и интеллект действия. На интеллект оказывает влияние окружение, климат в семье, профессия родителей, широта социальных контактов в раннем детстве. Доля генетической обусловленности наибольшая для вербального интеллекта, дисперсия больше 80%; наименьшая – для интеллекта действия, дисперсия 50%; для образного интеллекта дисперсия составляет 50–80%. Наилучшим образом обучаем и тренируем интеллект действия. Признаки интеллекта: целенаправленность поведения, синергизм, параллельность функционирования, моделирование мира для планирования принятия решений и построения действий, многоуровневость действий, познавательная модульность, основанная на связности знаний. Наибольшее влияние на развитие интеллекта оказывают занятия математикой, музыкой и навигацией.

Структурно-генетический подход к интеллекту (Пиаже). Взаимодействие живой системы со средой – два нераздельно совершающихся процесса ассимиляции и аккомодации. При ассимиляции организм накладывает на среду свои схемы поведения. При аккомодации, стремясь к более совершенным формам

равновесия со средой, организм создает и развивает свои познавательные структуры. Существуют четыре формы взаимодействия субъекта со средой.

1. Сенсомоторный интеллект (система реальных внешних действий) образуется инстинктом и формируется до 2 лет. Внешне материальные действия ребенка благодаря повторению схематизируются с помощью символических средств (имитация, игра, рисунок, речь) и переносятся во внутренний план к 6 годам.

2. Система конкретных операций состоит из целостных форм, образуемых навыком и восприятием. *Навык* – действие, сформированное путем повторения, характеризуется высокой степенью освоенности и отсутствием поэлементной сознательной регуляции и контроля. *Восприятие* – целостное отражение предметов, ситуаций и событий, возникающее при непосредственном воздействии физических раздражителей на рецепторные поверхности. Восприятие обеспечивает индивиду непосредственно-чувственную ориентировку в окружающем мире.

3. Целостные необратимые формы оперирования, образуемые интуицией. *Интуиция* (мышление на основе автоматизированных умственных навыков) – специфическая способность и творческий механизм получения знания, возникающие без осознания путей и условий его получения в виде догадки, как результат непосредственного усмотрения или целостного охватывания условий проблемной ситуации.

4. Мобильные обратимые формы, способные группироваться в различные сложные комплексы, образуются операционным интеллектом. *Операция* – способ выполнения действия, определяемый условиями наличной ситуации, его отличает обратимость и координированность в систему. Взаимозависимость

операций, наличие обратных операций создает устойчивые и вместе с тем подвижные целостные структуры. Если считать, что основным формальным операциям соответствуют свои логические операторы, то ядром формального операционного интеллекта является система операторов (операционная система), порождающая логику индивида. Формально-операционный интеллект начинается с 11 лет и формируется к 15 годам.

Измерение интеллекта. Все психологи едины в том, что существует общий интеллект как универсальная психическая способность. Обнаружены кристаллизованный и текущий интеллекты, выделена операция дивергентного (расходящегося в разных направлениях) мышления, отступающая от конвергентного (логического, однонаправленного) мышления. Если представить характеристики интеллекта в виде матрицы, то почти каждую матрицу можно привести к диагональному виду. Сумму диагональных элементов этой матрицы можно назвать коэффициентом интеллектуальности (*IQ*). Проблема состоит в том, что не доказано, что характеристики интеллекта могут быть представлены в виде матрицы или другой математической структуры.

Существует также структурное представление интеллекта в виде *куба Гилфорда* (операции, продукты и содержание), содержащего $120 = 5 \cdot 6 \cdot 4$ интеллектуальных факторов.

- Умственные операции (5): познание, память, дивергентное продуцирование, конвергентное продуцирование, оценка.
- Полученные интеллектуальные продукты (6): элементы, классы, отношения, системы, преобразования, следствия.
- Содержание (4): фигуральное, символическое, семантическое, поведенческое.

Эмоции – реакции человека на воздействие внешних и внутренних раздражителей, имеющих ярко выраженную

субъективную окраску и охватывающие все виды чувствительности и переживаний. Они связаны с удовлетворением (положительные эмоции) или неудовлетворением (отрицательные эмоции) потребностей. В процессе эволюции эмоции возникли как средство, позволяющее живым существам определять биологическую значимость состояний организма и внешних воздействий. Простейшая форма эмоций – *ощущения* – эмоциональные переживания. В экстремальных ситуациях, когда субъект не справляется с возникшей ситуацией, развиваются *аффекты* – сильные и относительно кратковременные эмоциональные состояния. Уровень энергетической мобилизации, необходимый для эмоциональных функций, обеспечивается вегетативной нервной системой во взаимодействии с правым полушарием головного мозга. Высшая ступень эмоций – *чувства* – дифференцированные и устойчивые эмоции, возникающие на основе высших социальных потребностей человека (интеллектуальное чувство, эстетическое чувство, нравственное чувство).

Информационная теория эмоций. Существует три основные группы потребностей:

- 1) жизненные потребности в пище, жилье, продолжении рода, безопасности;
- 2) социальные потребности в обществе, семье, друге, коллективе;
- 3) идеальные потребности в добре, справедливости, истине и красоте.

Две дополнительные потребности: потребность в компетенции (овладении знаниями и умениями) и потребность в преодолении препятствий на пути к цели (потребность в *воле*). Социальные потребности «для себя» осознаются субъектом как свои права, потребности «для других» – как обязанности.

Образование удовлетворяет потребность человека в компетенции, идеальную потребность в истине, частично в красоте и частично потребность в преодолении интеллектуальных препятствий на пути к цели (диплому). Обучение эксплуатирует потребность в компетенции как мотив.

Воля – способность к выбору деятельности и внутренним усилиям, необходимым для её осуществления; способность к принятию решения при борьбе мотивов и его реализация. Основными функциями воли являются: выбор мотивов и целей видов действия при их конфликте; регуляция побуждения к действиям при недостаточной мотивации; организация психических процессов в систему, адекватную поставленной задаче; мобилизация физических и психических возможностей для преодоления препятствий при достижении поставленной цели. Воля – специфический психический акт, не сводимый к сознанию и деятельности как таковой. Осуществляя волевое действие, человек противостоит власти непосредственно испытываемых потребностей и импульсивных желаний. Для волевого акта характерно переживание «надо», «я должен», осознание ценностной характеристики цели действия. Формирование и развитие волевой регуляции поведения и действия, т.е. активности человека, происходит под контролем общества и далее – под самоконтролем личности.

Развитие личности, как информационной оболочки индивида, состоит в гармоническом развитии интеллекта, эмоций и воли. Общепринятой теории личности не существует. Известна формула «индивидом рождаются, личностью становятся, индивидуальность отстаивают». Любой индивид вырастает, испытывая на себе воздействие окружающей среды, и развивается под влиянием генетической одаренности. Наследственность

налагает ограничения на диапазон развития характеристик личности. Внутри диапазона развитие характеристик личности определяется факторами окружающей среды. Согласно теории самоактуализации для нормального личностного роста требуется сдвиг относительной значимости потребностей от примитивных (физиологических и безопасности) к идеальным потребностям, наиболее человеческим (истине и красоте).

Согласно теории систем человек является целеустремленной системой, т.е. устанавливает себе цель в своем окружении, вырабатывает структуру действий, оценивает результаты действий с точки зрения достижения цели. Целеустремленные системы могут продуцировать:

- 1) функциональные результаты одного типа структурно различными способами в структурно одинаковом окружении;
- 2) функционально различные результаты в одинаковом окружении или в структурно различных окружениях.

Целеустремленная система может изменять свои задачи при постоянных окружающих условиях: она выбирает и задачи и средства их выполнения. Тем самым она проявляет волю. Самый известный пример таких систем – люди. Важный подкласс целеустремленных систем – системы, стремящиеся к идеалу.

4.5. Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные физиологические системы человека.
2. Рассмотрите основные положения учения Вернадского о биосфере.
3. Охарактеризуйте основные этапы биологической эволюции.
4. Может ли употребление генно-модифицированных продуктов изменить генотип человека?

5. Возможно ли создать универсальную полностью синтетическую пищу, способную заменить естественную еду?

6. Возможно ли создать методами генной инженерии новые организмы, не встречающиеся в природе? Оцените риски их появления для биосферы.

7. Что означало бы обнаружение организма с другим генетическим кодом?

8. Возможно ли создание нового вида человека путем изменения его генетической программы?

9. Какой вид, по вашему мнению, может стать ведущим в биосфере при исчезновении *Homo sapiens*?

10. В какой фазе, в каком фазовом переходе находится современный российский суперэтнос?

11. Оцените наибольшую угрозу российскому суперэтносу со стороны соседних суперэтносов.

12. Геополитические шансы какого суперэтноса стать ведущим этносом на Земле в XXI веке наибольшие?

13. Кому выгодно, чтобы вы приобрели вредные привычки и зависимость от некоторых веществ? Иными словами, кто делает бизнес на Вашем здоровье? Какова главная причина смертности в России и в США?

14. Какие системы человека, по вашему мнению, следовало бы исключить, улучшить или создать вновь? Рассмотрите проблему личного бессмертия.

15. Приведите примеры людей, обладающих ярко выраженными интеллектом или эмоциями, или волей.

5. ВЫСШИЕ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИИ

5.1. Ноосфера – сфера разума и техносфера

Цивилизация. Информационное общество. Биоэтика. Человек, биосфера и космические циклы. Техносфера и её эволюция. Определение технологии. Вещественные, энергетические и информационные технологии. Технологическое общество. Проблема искусственного разума и его носителей.

Цивилизация – уровень, ступень развития материальной и духовной культуры общества. Современная западная цивилизация после индустриальной эпохи перешла к информационной эпохе. В обществе основным процессом стало производство информации, а не вещей или энергии. Согласно основателю кибернетики Н. Винеру, «главное – правильно организовать информационные потоки, потоки энергии и вещества организуются сами». Отличительной особенностью *информационного общества* являются глобальные информационные сети типа Интернет, стремящиеся подключить все источники информации к единой информационной супермагистральной. «Кто контролирует информацию – тот контролирует весь мир».

Ноосфера – сфера разума – новое эволюционное состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится решающим фактором его развития. Продуктом ноосферы является техника в самом широком смысле слова, включающем искусство, науку, и литературу как кристаллизацию человеческого разума.

Деятельность человека создала внутри биосферы качественно новую оболочку – **техносферу**, образующую искусственную среду, состоящую из произведенных из косного или живого вещества технических средств: машин, механиз-

мов, инструментов, аппаратуры управления, средств связи, домашних животных, культурных растений, промышленных штаммов микроорганизмов и т.д. Продукты техносферы не участвуют в цикле конверсии биоценозов, однако смерть вещей техносферы наступает, и природа, рано или поздно, возвращает их себе. Эволюция техносферы отличается от биологической эволюции: продукты техноэволюции не универсальны; решение об употреблении технических средств и орудий для добра или зла лежит вне технологии их изготовления; техноэволюция ускоряется военными конфликтами, существует предельный максимальный темп технического прогресса; вторжение технологии внутрь человека неизбежно; возникает вопрос о конечной цели эволюции техносферы.

Проблема искусственного разума и его носителей состоит в том, что переход разума на небиологические носители неизбежен. По-видимому, не существует предела в моделировании систем по сложности. Конечно, искусственный разум, полностью эквивалентный человеческому разуму, еще не создан. Однако существующие шахматные компьютерные программы выигрывают у чемпионов мира. Нейросетевой компьютер самостоятельно обеспечивал орбитальный полет и приземление российского корабля «Буран», при этом отклонение посадочной траектории от взлетной составляло 20 см. Экспертные системы (пакет прикладных программ справочного характера), позволяющие принимать квалифицированные решения в профессиональной деятельности путем выбора стратегий расследования, поиска и привлечения знаний специалистов в данной области, действуют, как квалифицированный специалист (например, врач-диагност).

Искусственный интеллект – это направление в информатике, изучающее методы, способы и приемы моделирования и воспроизведения с помощью вычислительных машин, разумной деятельности человека, связанной с решением задач. Раздел искусственного интеллекта – теория представления знаний ищет способы описания и представления фактов, общих сведений, закономерностей, правил и предписаний с помощью формальных процедур анализа, рассуждения и синтеза, доступных для программной реализации на компьютере. Другой раздел – теория обработки информации, выраженной на искусственном языке, ищет методы и способы понимания устной речи, извлечения смысла из письменного сообщения, перевода с одного языка на другой, чтобы реализовать эти формы языковой практики в виде лингвистического процессора.

Создаются теоретические модели целенаправленного поведения человека, включая восприятие, рассуждение и действие. Основные приложения искусственного интеллекта относятся к робототехнике (машинное зрение и управление движением) и построению интеллектуальных программных систем для управления (экспертные системы, базы знаний и лингвистические процессоры). *Робот* – программно-управляемое устройство, применяемое для выполнения действий, аналогичных тем, которые выполняются человеком в процессе производства.

Технология – составная часть эволюции человечества, начиная с самых ранних цивилизаций. Технология (в виде ремесел) выражала интеллект человека до появления языка и письменности. Технология позволила человеку преодолеть ограничения, связанные с его биологическими возможностями, и овла-

деть энергией, веществом и информацией. Исторически первой технологией была огневая технология.

Технология – это совокупность способов, методов, приемов и средств поиска, добычи, обогащения, обработки, переработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материалов, полуфабрикатов, взятых в виде вещества, энергии, и информации, в продукты потребления и промежуточные продукты, изделия, вещи, осуществляемые в процессе производства в различных отраслях народного хозяйства. Технологии реализуются в технологических процессах, образующих полный технологический цикл, состоящий из последовательности операций: от поиска сырья до утилизации использованного продукта. Конечной целью технологии является производство материальных благ в замкнутом безотходном технологическом кольце без участия человека.

Вещественные технологии преобразуют сырое исходное вещество в конечный продукт – искусственную вещь путем изменения его состава и структуры. *Энергетические* технологии преобразуют особые вещества (энергоносители) или энергию, взятую в низкоупорядоченной (механической, тепловой) форме, в высокоупорядоченную (электрическую, световую) форму. *Информационные* технологии преобразуют информацию из неорганизованной формы в виде фактов, данных, сведений в конечный продукт в виде организованной информации (знаний, экспертной системы). Информация записывается на своем носителе. В информационном обществе, следующем после индустриального общества, развитие информационных технологий является приоритетным (табл. 10).

Таблица 10

Периоды развития информационных технологий

Пе-риод	Техническое изобретение	Носители информации	Количество
1	Письменность	Глина, дерево, береста, пергамент	Единичный, ограниченный
2	Книгопечатание	Книга	Массовый
3	Электронная вычислительная машина Фотонная вычислительная машина	Электронный, фотонный	Массовый, ограниченный
4	Персональный компьютер	Электронный	Массовый
5	Нейрокомпьютер	Электронный	Ограниченный

Существуют смешанные технологии (например, образовательные технологии). В технологическом обществе любой вид человеческой деятельности организован в виде определенной технологии (например, политическая технология выбора президента).

Перечень критических технологий федерального уровня России, получивших наивысший рейтинг, включает следующие направления:

- атомная энергетика;
- водородная энергетика;
- технология регенерации ядерного топлива;
- утилизация и захоронение радиоактивных отходов;
- нетрадиционная технология переработки твердых топлив и урана U^{238} ;
- лазерная технология;

- электронно-ионные, плазменные технологии;
- катализаторы;
- композиты;
- технология глубокой переработки горнорудного и техногенного сырья с использованием нетрадиционных методов;
- технология изучения недр, прогнозирования поиска, разведки полезных ископаемых и урана;
- технология мониторинга природно-техногенной сферы;
- системы математического моделирования;
- системы распознавания и синтеза речи, текста, изображения;
- многопроцессорные ЭВМ с параллельной архитектурой.

Отсутствие в этом списке космической технологии, транспортной и коммуникационной технологии, биотехнологии и других «высоких» (наукоемких) технологий говорит об определенной направленности технологического развития страны.

В настоящее время выделены государственные ассигнования на развитие нанотехнологий в России. Недавно США ввели новый принцип стратегической конкуренции: достичь организационного и интеллектуального превосходства в мире во всех сферах. При этом Россию втягивают в конкуренцию низшего уровня по производству материальных благ.

Биоэтика – наука, изучающая последствия деятельности человечества для природы Земли. Деятельность человечества неоднократно приводила к глобальным экологическим кризисам. Каждый раз выход из очередного кризиса сопровождался уменьшением численности населения, возрастанием количества энергии и различных веществ, необходимых для выживания среднего человека.

Первый антропогенный кризис перепроизводства промысла крупных животных был 50 тыс. лет назад и сопровождался сокращением населения Земли на порядок. Затраты энергии на выживание 100...150 Вт/чел, кризис преодолен переходом к земледелию и скотоводству.

Второй кризис ручного земледелия и кочевого скотоводства был 10...20 тыс. лет назад. Затраты энергии на выживание 550 Вт/чел. Кризис преодолен переходом к пастбищному скотоводству.

Третий кризис пастбищного скотоводства и земледелия отмечался в середине и конце XIX века, преодолен переходом к машинному земледелию. Затраты на производство продукции 25 кВт/чел.

Четвертый антропогенный кризис, с середины XX века до настоящего времени, вызван ростом населения планеты и резким увеличением отходов хозяйственной деятельности, ведущим к потере устойчивости биосферы в целом.

Глобальные экологические проблемы: деградация экологической системы Земли, загрязнение биосферы, изменение климата, демографическая проблема, голод, нехватка чистой воды.

Загрязнение биосферы. В результате хозяйственной деятельности человека на планете ежегодно извлекается 100 млрд тонн различных пород, сжигается 1 млрд тонн условного топлива, выбрасывается в атмосферу около 20 млрд тонн CO₂, около 300 млн тонн CO, 50 млн тонн оксидов азота, 150 млн тонн окиси серы, 400 млн. тонн частиц золы, сажи, пыли. Около 600 млрд тонн промышленных и бытовых стоков сбрасывается в гидросферу, из них около 10 млн тонн нефти и нефтепродуктов. Почва загрязняется минеральными удобрениями (около сотни млн тонн), пестицидами, тяжелыми металлами (ртуть,

свинец), радиоактивными отходами. Способность биосферы к самоочищению близка к пределу.

Охрана окружающей среды, т.е. природной среды и техногенной среды, как комплекс мер по сохранению, рациональному использованию и восстановлению видового разнообразия флоры и фауны, богатства недр и чистоты вод и атмосферы включает экологические требования к создаваемым и существующим технологиям. Если вновь создаваемая технология эффективна, но ухудшает существующее состояние окружающей среды, то она не применяется. К сожалению, не во всех странах и не всегда.

Принципы сохранения среды жизни:

- *принцип необходимости разнообразия природы* – только многообразная и разнообразная живая природа оказывается устойчивой и высокопродуктивной;

- *принцип потенциальной полезности каждого компонента природы* – невозможно предвидеть, какое значение для человечества может иметь тот или иной вид в будущем;

- *принцип всеобщей связи в живой природе* – выпадение одного звена в сложной цепи трофических связей в природе приводит к непредвиденным результатам.

Человек, биосфера и космические циклы. Человеческий род входит в биосферу Земли, которая включена в систему геосферных оболочек Земли. Сама Земля через систему солнечно-земных связей зависит постоянно от циклической активности излучения Солнца и случайно – от астероидов, метеоритов и комет, падающих на Землю. Активность Солнца, помимо внутренних причин, может изменяться, когда оно проходит через облака холодного межзвездного газа в нашей Галактике. Изменения носят циклический характер с разным временным периодом.

Наиболее сильным результатом является возможное изменение климата Земли.

Концепция «золотого миллиарда». Термин «золотой миллиард» образовался как синтез двух крупных идей современной западной культуры: представление о золотом веке прогресса и благоденствия и пессимистическое признание ограниченности ресурсов Земли и невозможности распространения этого благоденствия на все нынешнее население планеты. Термин «золотой миллиард» означает население стран первого мира, входящих в Организацию экономического сотрудничества и развития – ОЭСР. Туда входят только такие страны, как США, Япония, страны ЕЭС, всего 24 страны Европы и мира, в то время как 4/5 населения Земли из Азии, Африки, бывшего СССР, Латинской Америки, обладающие основной массой сырья и энергии, по существу, являются сырьевыми колониями выше-названных стран.

Равновесие, которое поддерживается в «ядре» мировой системы (т. е. в первом мире), изначально обеспечивалось перемещением ресурсов и отходов, для чего использовались «буферные» емкости сначала колоний, затем стран третьего мира. Сегодня к этим емкостям совершенно открыто причисляется Россия. Поддерживать равновесие (гомеостаз) предлагается путем отказа от демократии и обоснованием диктатуры «нового порядка».

«История идеологии», по которой учатся в западных университетах: «Гражданские войны и революции присущи либерализму так же, как наемный труд и зарплата – собственности и капиталу. Демократическое государство – исчерпывающая формула для народа собственников, постоянно охваченного страхом перед экспроприацией. Те, кто не имеет ничего, кроме себя самих, как говорил Локк, не имеют представительства

в демократии. Поэтому гражданская война является условием существования либеральной демократии». Это – война классов, война «ядра» против первой оболочки – пролетариев Запада.

В современной идеологии неолиберализма теория гражданского общества и политэкономия приложены к миру в целом. «Ядром» становится «первый мир», а главный его конфликт, его постоянная гражданская война, разыгрывается уже не с первой оболочкой (свои пролетарии приручены), а с теми, кто находится в состоянии «дикости» (конфликт Север–Юг).

Речь идет о философском и подспудно религиозном выборе, который означает собой сознательное создание идеологии, призванной психологически подготовить западное общество к созданию экономических и военно-политических структур глобального фашизма. Это – сплочение «золотого миллиарда» как новой глобальной расы господ, предупреждающих угрозу «революции бедных». В неолиберализме 90-х годов соединились четыре родовых признака фашизма:

- отказ от демократии как «неспособной справиться с глобальными проблемами». Сочетание технократизма с тягой к иррациональному;
- отказ от свободного рынка в отношениях с «чужими», ориентация на административно-командные рычаги «генерального плана»;
- потребность в создании особой высшей расы «золотого миллиарда»;
- замена естественного, традиционного языка «новоязом» с полностью искаженными смыслами слов.

Отечественным вариантом малого «золотого миллиарда» стало понятие «новые русские» (*new russians*) – многонациональная каста избранных, живущих в совершенно ином, нежели основная масса населения, экономическом, правовом и эти-

ческом пространстве. По статистическим оценкам, «новые русские» составляют 5% населения России, около 8 млн человек. Остальные 140 млн относятся к «старым русским». Сокращение населения России отвечает «общечеловеческим интересам» и «научно» обосновано неолиберальными экологами.

Необходимо четко представлять, что та часть мировой элиты, которая определяет экономическую и военную политику на планете и контролирует средства массовой информации (СМИ), ни в коем случае не включает народы России в число тех, кто имеет шанс попасть в состав «золотого миллиарда».

Мировая система находится в системном кризисе, выходом из которого является или изменение системы, или изменение окружающего мира с целью сохранения численности ядра системы и резкого сокращения численности оболочки системы.

Первый способ: мир «перерастает» индустриализм с его хищническим отношением к природе и человеку, с бесконечным и бессмысленным наращиванием потребления в «ядре», переходит к «нерыночному» постиндустриализму с восстановлением человеческой солидарности и соединением экологических, экономических форм хозяйства и потребления с самой современной наукой и этикой.

Второй способ: полное подчинение всей Земли как источника ресурсов «первому миру»; разделение человечества на два подвида, находящихся в смертельной горяче-холодной войне, так что победители составят «золотой миллиард». Этот «золотой миллиард» будет представлять собой особую интернациональную расу, обладающую совершенно иной моралью и иными правами, нежели «побежденные»; воспроизводство населения «побежденных» будет регулироваться исходя из «общечеловеческих интересов» (реально будет быстро сокращаться). Контроль над поведением остав-

ленных для жизни «побежденных» будет осуществляться самыми жесткими средствами.

Концепция «золотого миллиарда», предполагающая искусственное выделение из человечества нового «избранного народа», является утопией. Эта утопия – ответ на нынешний общий кризис индустриализма и индустриальной цивилизации. Философской основой этой утопии является пессимистический индивидуализм, разрыв общинных связей человеческой солидарности, отказ от этики религиозного братства и коллективного спасения. Эта идея является радикально антихристианской, антиисламской и тем более антибуддистской.

Те, кто считает себя причисленными к «золотому миллиарду», все более и более ощущают себя в осажденной крепости, которой угрожает быстро размножающаяся орда голодных, возмущенных бедняков. Утопия «золотого миллиарда», не реализуемая в принципе, порождает, однако, растущую агрессивность – вначале в идеологии и культуре, затем в политической и военной сфере. Уже есть все признаки консолидации новой глобальной фашистской идеологии, которая может побудить к самым разрушительным действиям в XXI веке.

5.2. Самоорганизация

Самоорганизация в неживой и живой природе. Примеры. Синергетика. Энтропия и информация. Открытые и диссипативные системы. Порядок и беспорядок в природе. Детерминированный и квантовый хаос. Шумы. Фракталы. Элементы теории игр и теории катастроф.

Синергетика – направление в науке, связанное с изучением закономерностей пространственно-временного упорядочения в разнообразных системах.

Самоорганизация – самопроизвольное (не требующее внешних воздействий) установление в неравновесных диссипативных средах устойчивых регулярных структур. Наиболее известный пример самоорганизации – возникновение ячеек Бенара конвективных решеток (сотовой структуры) с шестигранными ячейками при подогреве горизонтального слоя жидкости снизу. Другой пример самоорганизации – самопроизвольное образование спиральных волн в двумерном химическом реакторе, в котором протекает колебательная химическая автокаталитическая реакция Белоусова – Жаботинского.

Каждая система состоит из элементов, упорядоченных определенным образом и связанных определенным соотношением. *Структурой* системы называется способ организации элементов и характер связи между ними. В реальных системах обнаруживаются пространственные, временные и пространственно-временные структуры. Пространственные структуры изучает кристаллография. Элементами являются атомы и молекулы. Анализ структур приводит к понятию симметрии. Временные структуры неотделимы от динамики системы, законов движения. Здесь важна однонаправленность времени и причинность. Под формированием структуры понимается возникновение новых свойств и отношений во множестве элементов системы. При этом происходит уменьшение степени симметрии системы или уменьшение энтропии.

Открытая система – термодинамическая система, которая обменивается с окружающей средой веществом, энергией, импульсом и информацией. Примером являются химические системы, в которых происходят химические реакции поступающих веществ, и отводятся продукты реакции. Организмы, включая человека, это открытые системы. При медленных изменениях внешних воздействий открытая сис-

тема находится в состоянии локального равновесия. В отличие от замкнутой системы, в открытой системе возможны стационарные неравновесные состояния с постоянной энтропией при условии минимального производства энтропии, которая должна отводиться от системы.

Свойства открытых систем: *когерентность* – согласованное поведение всех частей системы, наличие точек *бифуркации* – «точек ветвления решений» в развитии системы; *эмерджентность* – свойство системы как целого, отсутствует у её частей; *иерархичность* – существование взаимосвязанных структурных уровней; *стационарность* – постоянство (в течение определенного времени) параметров системы; *устойчивость* – способность возвращаться в равновесное состояние после прекращения внешнего воздействия; *инерционность* – сопротивление воздействию внешней среды; *колебательность* – периодическое изменение параметров системы при приближении к новому состоянию.

Для формирования структур в открытых системах необходимы и достаточны следующие условия:

- постоянный поток отрицательной энтропии;
- большие отклонения от равновесия;
- нелинейность описывающих систем уравнений;
- кооперативное (согласованное) поведение микросистем внутри данной системы;
- усиление отклонений от неустойчивых состояний;
- отбор и самопроизвольная самоорганизация в макромолекулярных системах.

Принцип эволюции Пригожина – Гленсдорфа: при любых неравновесных процессах термодинамические силы изменяются так, что производство энтропии стремится к уменьшению.

В природе существует два класса необратимых процессов:

1) разрушение структуры *вблизи положения равновесия*, которое является универсальным свойством систем при произвольных условиях;

2) возникновение структур *вдали от положения равновесия* в открытых системах с нелинейной внутренней динамикой и сверхкритическими значениями внешних параметров системы.

Такие структуры называются диссипативными. Формирование структур при необратимых процессах возникает как фазовый переход при достижении пороговых значений критических параметров.

Диссипативная структура – пространственно упорядоченное состояние системы, обычно с симметрией более низкой, чем симметрия исходного состояния. Это состояние возникает в нелинейной области в результате развития неустойчивостей в однородной неравновесной диссипативной среде, когда происходит необратимый переход энергии одних движений и полей в энергию других движений. Наблюдаются следующие диссипативные структуры:

- пространственно-неоднородные структуры (структуры Тьюринга);
- периодические во времени структуры (автоколебания);
- пространственно-временные структуры (волны);
- бистабильные структуры (типа «триггера»).

Текущее равновесие – это стационарное (не зависящее от времени) неравновесное состояние открытой системы, устойчивое к малым отклонениям. Для поддержания текущего равновесия должен происходить приток отрицательной энтропии в объем системы, компенсирующий производство энтропии в системе, и приток вещества, компенсирующий расход веществ внутри системы вызванный химическими реакциями.

Энтропия – физическая величина, служащая в термодинамике мерой необратимого рассеяния энергии. В статистической физике энтропия – мера вероятности осуществления какого-либо макроскопического состояния

$$S = -k \ln W,$$

где W – вероятность нахождения системы в данном объеме; k – постоянная Больцмана.

В теории информации энтропия – мера неопределенности какого-либо испытания, которое может иметь различные исходы. **Информационная энтропия** H для дискретного статистического распределения вероятностей P_1, P_2, \dots, P_n появления величин (сообщений) x_1, x_2, \dots, x_n имеет вид

$$H = -(P_1 \ln P_1 + P_2 \ln P_2 + \dots + P_n \ln P_n).$$

Связь физической энтропии с информационной определяется формулой

$$S = k H.$$

Информационную энтропию удобно измерять в битах, для этого физическую энтропию S надо разделить на $k \ln 2 = 9,54 \cdot 10^{-24}$ Дж/К.

Количеством информации I_1 называют величину, равную уменьшению неопределенности (энтропии) системы

$$I_1 = S_0 - S_1 = -\Delta S = \Delta N,$$

где S_0 – энтропия системы до опыта (сообщения); S_1 – энтропия системы после опыта (сообщения). Эта формула означает, что энтропия системы уменьшилась после сообщения на величину ΔS , т.е. система получила приток отрицательной энтропии ΔN (**негэнтропии**).

При любом изменении состояния системы изменение энтропии можно разложить на две части

$$dS = dS_e + dS_i,$$

где dS_e – изменение энтропии при обмене теплом и веществом с внешней средой; dS_i – изменение энтропии при процессах внутри системы.

При заданных условиях термодинамическое равновесие соответствует наибольшей степени неупорядоченности. Для необратимых процессов всегда изменение энтропии при процессах внутри системы больше нуля: $dS_i > 0$.

Неравновесные состояния являются более высокоорганизованными, чем равновесные. Неравновесные состояния характеризуются *производством энтропии*

$$P = dS_i/dt > 0.$$

Теорема Пригожина о производстве энтропии в открытой системе: *состояние линейной открытой системы при стационарных краевых условиях всегда изменяется в направлении уменьшения производства энтропии, пока не достигает состояния текущего равновесия, при котором производство энтропии минимально*. Математически это означает: $dP \leq 0$ (условие эволюции), $dP = 0$ (условие равновесия), $P = \min$ (производство энтропии в стационарном состоянии минимально), $dP/dt \leq 0$ (скорость производства энтропии не возрастает). Стационарные состояния линейных открытых систем всегда устойчивы к отклонениям.

Хаос – сложное, нерегулярное (непериодическое) изменение состояния физической системы в пространстве и/или времени. *Динамический (детерминированный) хаос* – нерегулярное аперiodическое изменение состояния нелинейной динамиче-

ской системы, обладающее основными свойствами случайного процесса. В этом случае возникает чувствительная зависимость от начальных условий, которая приводит к значительному изменению конечного состояния системы. Примером является ненадежность предсказания погоды в метеорологии за счет случайных изменений в атмосфере Земли. Хаос возникает из-за перемешивания траекторий движения системы в фазовом пространстве. Однако, если известны параметры, при изменении которых экспоненциально во времени регулярное предсказуемое поведение (возможно, периодическое) системы сменяется хаотическим, появляется возможность управления динамическим хаосом. Так организовываются хаотические состояния в экономических и социальных системах, и осуществляется их переход к новым регулярным состояниям (например, «цветные революции»). Квантовый хаос возникает в квантовых системах в случае больших времен переходных процессов.

Теория самоорганизованной критичности: пространственно протяженные динамические системы спонтанно эволюционируют в едва устойчивые структуры критических состояний. Составные части хаотической системы эволюционируют естественным образом к критическому состоянию, в котором малое возмущение может вызвать цепную реакцию, способную повлиять на любое число элементов системы. Моделью является куча песка: на ровную поверхность медленно и равномерно насыпается по одной песчинке. Когда склон кучи песка становится критическим, система достигает минимально устойчивого состояния и одна добавочная песчинка вызывает лавину, которая обрушивает склон кучи. В настоящее время эта теория самоорганизованной критичности является типовой моделью для множества масштабно-инвариантных явлений: всевозможных стекол, магнитных доменов, гидроди-

намических потоков, турбулентности, транспортных пробок, экономических кризисов, землетрясений и т.д. Она позволяет организовывать и управлять критическими состояниями в потоках информации, энергии, вещества, которые циркулируют в сложных системах.

К сложным системам относятся мозг, нервная система, система управления в человеческом обществе и др. Многообразие форм связи между элементами системы, иерархичность структуры, непрерывное множество выходных состояний при функционировании – вот некоторые характеристики сложных систем. Понятие сложности к настоящему времени не формализовано, и приборов, измеряющих сложность (например, как температуру), не существует.

Шум – беспорядочные колебания (флуктуации) различной природы, отличающиеся сложной временной и спектральной структурой. В зависимости от физической природы шумы подразделяются на акустические и электрические. Источником акустических шумов являются соударения твердых тел, флуктуации давления в турбулентных потоках жидкости или газа в струях после самолетов, подводных лодок. Электрические шумы в радиоэлектронных устройствах бывают тепловыми, дробовыми и фликкерными.

Тепловой шум в электрических цепях обусловлен хаотическим тепловым движением носителей заряда. Его мощность растет с температурой.

Интенсивность *дробового (белого)* шума одинакова во всем диапазоне частот. Спектр белого шума является плоским в конечном диапазоне частот. Близкими к белому шуму являются: шум водопада, шум дождя, электронный и фотонный дробовой шумы, тепловой шум.

Фликкерный шум в электровакуумных приборах возникает из-за неравномерного изменения эмиссионной способности катода. Фликкерный шум (шум мерцания, *розовый шум*) – низкочастотный, является универсальным в природе. Его спектральная плотность $1/f$, где f – частота. Он обладает одинаковой мощностью в полосах частот шириной в одну октаву. Розовый шум порождается релаксационными процессами, имеющими целый спектр времен релаксации. В релаксационном процессе частица находится в возбужденном состоянии в течение экспоненциально распределенного интервала времени.

Коричневый шум имеет спектральную плотность $1/f^2$. Такой спектр имеют броуновское движение, колебания биржевых курсов, выигрышей и проигрышей в азартных играх и случайные блуждания, обусловленные независимым приращением.

Черный шум имеет плотность $1/f^3$. Черные спектры описывают развитие во времени разливов рек, засуху, рынки с понижением курсов и перебои в подаче электроэнергии.

Установлено, что большинству слушателей нравится музыка, в которой последовательность нот не слишком предсказуема и не слишком неожиданна. Другими словами это означает, что спектр частот, изменяющийся по закону f^α , имеет показатель α между 0 (белый шум) и 2 (коричневый шум). Розовый шум является наиболее приемлемым для человеческого слуха тестовым сигналом.

В основе хаоса, фракталов и степенных законов $f(x) = x^\alpha$ лежит объединяющее понятие – самоподобие. *Самоподобие*, или инвариантность, при изменении масштабов или размеров является одной из важнейших симметрий, играющих формообразующую роль в природе.

Фрактал – множество с крайне нерегулярной, разветвленной или изрезанной структурой. Основной характеристикой фрактала является хаусдорфова или фрактальная (дробная) размерность (между линией и поверхностью, между поверхностью и пространством).

Одномерный фрактал – *кривая Коха*. Возьмем отрезок прямой и его среднюю треть согнем пополам под углом 60 градусов. Повторяя построение на средних третях прямолинейных отрезков, в пределе получаем ломанную непрерывную ломанную кривую бесконечной длины, нигде не дифференцируемую, с дробной размерностью, равной 1,26, большей первой размерности гладкой кривой (рис. 6).

На плоскости фрактал – это *ковер Серпинского*: единичный квадрат разбивается на первом шаге на девять квадратов со стороной $1/3$ и центральный квадрат выбрасывается. Затем та же процедура повторяется с каждым оставшимся квадратом. В пре-

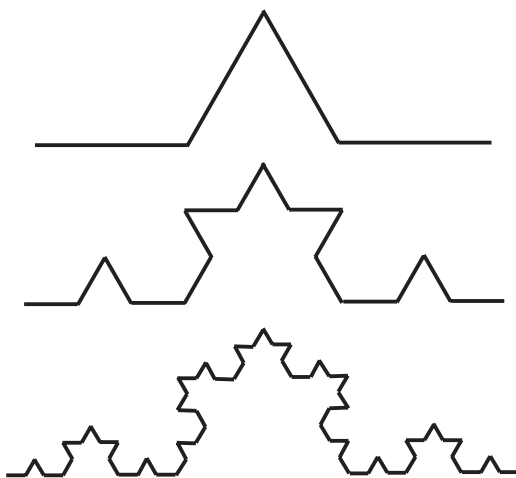


Рис. 6. Три первых этапа построения детерминированного фрактала – кривой Коха с размерностью $df = \ln 4 / \ln 3 = 1,26$

деле получается дырявый ковер с размерностью 1,89, меньшей 2 – размерности гладкой поверхности.

В пространстве фрактал – *канторов сыр*. Единичный куб разбивается на 27 кубиков с длиной ребра $1/3$ и центральный кубик выбрасывается из куба. Затем та же процедура повторяется с каждым оставшимся кубиком. В пределе получаем куб с изолированными пустотами, имеющий размерность 2,97, меньшую 3 – размерности сплошного куба.

В отличие от рассмотренных детерминированных фракталов большинство фрактальных объектов, встречающихся в природе, являются случайными, связанными со стохастическими процессами (рис. 7). Примерами реальных фракталов являются береговая линия Норвегии или пушистая нитка, поверхность взволнованного моря – фрактальная поверхность, швейцарский сыр с дырками – фрактальное пространство. Любое дерево является фракталом.

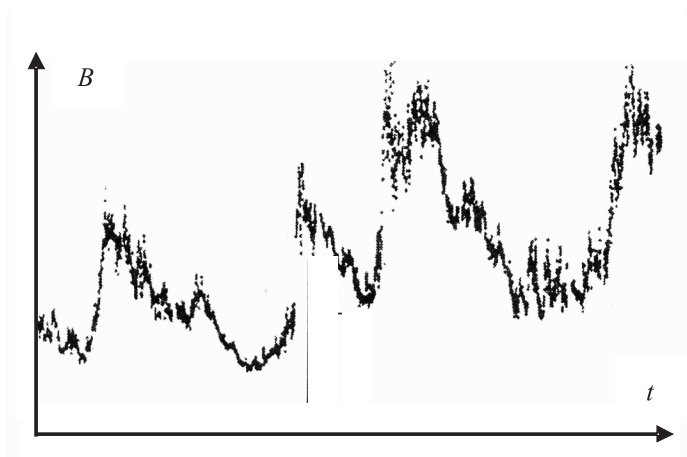


Рис. 7. Случайный фрактал в виде зависимости вариации межпланетного магнитного поля B от времени t

Все рассмотренные фракталы обладают свойством масштабной инвариантности (скейлингом). *Масштабная инвариантность* – свойство неизменности уравнений, описывающих процесс, при изменении всех расстояний или промежутков времени в одинаковое число раз.

Теория игр – теория математических моделей принятия оптимальных решений в условиях конфликта. Задается множество действующих начал (игроков), множество стратегий, множество ситуаций. Содержание игры состоит в установлении связей между компонентами игры и оптимальными исходами. В стратегических играх коалиций основой принципа оптимальности является идея равновесия. Оптимальной является ситуация, отклонения от которой любым игроком не приводит к увеличению его выигрыша. В антагонистических играх (играх с нулевой суммой) выигрыш одного игрока равен проигрышу другого и принцип равновесия превращается в принцип минимакса. *Минимакс* – наименьшие потери из тех, которые нельзя предотвратить принимающему субъекту в наихудших для него условиях. *Максмин* – наибольший выигрыш из тех, которые могут быть достигнуты принимающим решением субъектом в наихудших для него условиях. Принцип минимакса гарантирует игроку получение выигрыша (проигрыша) не меньшего (не большего), чем значение игры.

Пример: матричная игра двух игроков I и II, использующих две стратегии: выигрыша (a) и проигрыша (b). Пусть выигрыш обозначает $a = 1$, проигрыш, $-a = 0$, тогда матрица игры

$$a_{ik} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix},$$

где $a_{11} = 1 + 1$ – выигрыш игрока I, выигрыш игрока II;

$a_{12} = 1 + 0$ – выигрыш игрока I, проигрыш игрока II;
 $a_{21} = 0 + 1$ – проигрыш игрока I, выигрыш игрока II;
 $a_{22} = 0 + 0$ – проигрыш игрока I, проигрыш игрока II.

$$\max_{i=1} \min_{k=2} a_{ik} = 1, \quad \min_{k=2} \max_{i=1} a_{ik} = 1.$$

Таким образом, оптимальным исходом является выигрыш одного игрока и проигрыш другого.

Теория игр применяется в видах практической деятельности, которые имеют дело с конфликтами в военной сфере, экономике, вопросах борьбы фирм за рынки, биржевой игре и т.д.

Катастрофы – скачкообразные изменения, возникающие в виде внезапного ответа системы на плавное изменение внешних условий.

Теория катастроф – совокупность приложений теории особенностей гладких изображений Уитни и теории бифуркаций динамических систем Пуанкаре и Андронова.

Отображение поверхности на плоскость – это сопоставление каждой точки поверхности точки на плоскости. Если точка поверхности задана координатами (x_1, x_2) на поверхности, точка плоскости с координатами (y_1, y_2) на плоскости, то отображение задается парой функций $y_1 = f_1(x_1, x_2)$, $y_2 = f_2(x_1, x_2)$. Отображение называется гладким, если эти функции дифференцируемые. *Складка* – особенность, возникающая при проектировании сферы на плоскость, в точках экватора (рис. 8). В подходящих координатах складка задается формулами $y_1 = x_1^2$, $y_2 = x_2$. *Сборка* – особенность проектирования слегка изогнутой по вертикали поверхности на горизонтальную плоскость. В результате на плоскости выделяется полукубическая парабола с острием в начале координат $y_1 = x_1^3 + x_1 x_2$, $y_2 = x_2$. Уитни показал, что складка и сборка устойчивы, и всякая особенность гладкого отображе-

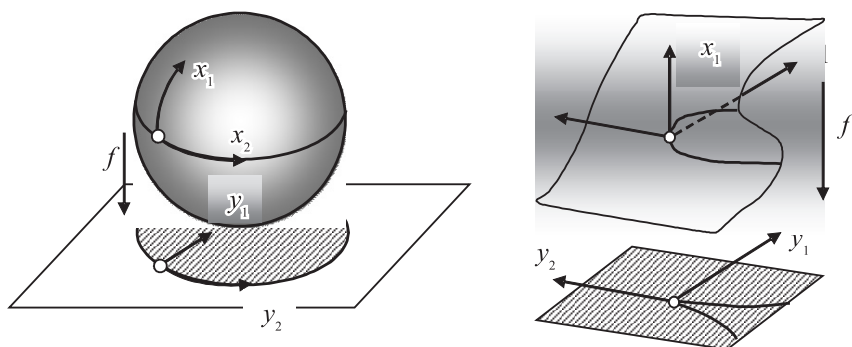


Рис. 8. Складка (слева) и сборка

ния поверхности на плоскость после малого шевеления рассыпается на складки и сборки.

Бифуркация (раздвоение) – качественные перестройки движения динамической системы при малом изменении её параметров. Бифуркация состояний равновесия системы предполагает, во-первых, слияние и последующее исчезновение двух состояний равновесия, во-вторых, рождение предельного цикла из состояния равновесия.

В теории бифуркаций динамических систем эволюционный процесс математически описывается векторным полем в фазовом пространстве. Точка фазового пространства задает состояние системы. Приложенный в этой точке вектор указывает скорость изменения состояния системы. Точки, в которых скорость обращается в нуль, называются положениями равновесия (состояние системы не изменяется со временем.). Кривые в фазовом пространстве, образованные последовательными состояниями процесса, называются фазовыми кривыми. Поведение фазовых кривых в окрестности положения равновесия на фазовой плоскости изображено на рис. 9.

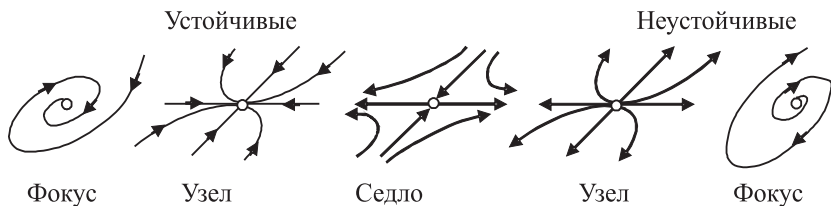


Рис. 9. Фазовые кривые в окрестности положения равновесия на фазовой плоскости

Векторное поле в фазовом пространстве зависит от параметров. Множество состояний равновесия определяет в многомерном пространстве поверхность равновесия. Проекция этой поверхности на пространство управляющих параметров может иметь особенности. Области устойчивости положения равновесия в общих двухпараметрических семействах эволюционных систем во всех случаях располагаются «клином» в области неустойчивости. Таким образом, на границе областей при малом изменении параметров более вероятным является попадание в область неустойчивости. Это проявление общего принципа, согласно которому все хорошее (например, устойчивость) более хрупко, чем плохое.

При плавном изменении управляющих параметров к бифуркационным значениям положения равновесия рождаются или умирают. При этом происходит скачкообразный переход к далекому состоянию равновесия. Такие скачки, способные разрушить систему (механическую, электрическую, биологическую, химическую), и являются катастрофами.

5.3. Естественная и гуманитарная культура

Определение культуры. Две культуры: позиция Ч. Сноу и Е. Фейнберга. Наука, искусство, игра – способы познания мира. Принцип универсального эволюционизма. Картина мира. Путь к единой культуре. Заключение.

Культура – исторически определенный уровень развития общества, творческих сил и способностей человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности людей, в их взаимоотношениях, а также в создаваемых ими материальных и духовных ценностях. Культура как сфера духовной жизни людей включает в себя машины, сооружения, результаты познания, произведения искусства, нормы морали и права, а также знания, умения, навыки, уровень интеллекта, нравственное и эстетическое развитие, мировоззрение, способы и формы общения людей. Культуры подразделяются на аналитические и синтетические, которые характеризуются различным отношением к идейным заимствованиям. Аналитические культуры отличаются сильной трансформацией чужой идеи и включением её в систему собственных идей с замалчиванием источника (например, английская культура). Синтетические культуры характеризуются свободным идейным заимствованием и их дальнейшим творческим развитием, превосходящим источник (например, русская культура).

Развитие культуры происходит в пространстве собственных понятий, образующих единое поле культуры. Наука рассматривается как форма культуры:

1) познающий человек усваивает, все, что он узнал о природе; контекст понимания вновь открытого закона может быть разным;

2) условия познания природы изменяются; необходима культурная среда (научная общественность), оценивающая новые результаты по достоинству, т.е. соотносящая их с уже известными результатами;

3) возможно разное прочтение и понимание места фундаментальных законов в описании природы;

4) зависимость открытой истины от того, что происходит с человеком и человечеством.

Культура по Гете – это «вторая природа». Путь к целостной культуре лежит через развитие целостного естествознания, органично сочетающего классическое мышление, основанное на парадигме Ньютона и эволюционной парадигме Дарвина, и неклассическое мышление, опирающееся на квантовые и информационные представления.

Наука как сфера человеческой деятельности является частью культуры. Функция науки – создание системы теоретических знаний об окружающем мире. Результат науки – знания, лежащие в основе картины мира. Объяснение, предсказание и воспроизведение некоторых явлений и процессов, происходящих в мире, – цель науки. Открытия ученых принадлежат всему человечеству, однако существует территориальное отличие деятельности ученых, подмеченное М. Азбелем: «Ученый в России делает что можно и как нужно. Ученый на Западе делает что нужно и как можно». На Западе решают прямые задачи, в России – обратные задачи.

Искусство – художественное творчество в целом, часть культуры. Литература, архитектура, скульптура, живопись, графика, декоративно-прикладное искусство, музыка, танец, театр, кино и другие разновидности искусства как человеческой деятельности объединяются в качестве художественно-образных форм познания и освоения мира. Существует классификация

искусств по многомерности. Живопись – двумерна, скульптура – трехмерна, музыка создает многомерный образ. Искусство выше науки. Известная формула «искусство – это я, наука – это мы» выражает принципиальное отличие коллективной научной деятельности от индивидуальной деятельности художника.

Оригинальную концепцию мировоззренческого познавательного смысла художественных стилей (пространственный образ мира как модель художественного стиля) предложила Л. Бергер. Если научное изучение природы не соприкасается с художественным изучением человека, то искусство содержит в себе смысл мировосприятия – запечатлевает современный ему целостный пространственный образ мира стилевыми художественными средствами своей эпохи. *Стиль искусства* – это организующие установки, принципы и формы художественного мышления и творчества, характерные для конкретно исторического периода культуры. Стиль является интересубъективной основой организации художественного восприятия, оценки и освоения мира исторического периода культуры. Художественный стиль – это культурно-историческая парадигма искусства определенной эпохи.

Структура стиля определяется конструктивной концепцией, избирательными принципами и методами создания художественной композиции, общезначимыми для различных видов искусства эпохи при их специфических отличиях. Выбор пространственного образа мира, как психологической установки, определяющей структуру стиля искусства, можно обосновать теорией психической формы, гештальтпсихологией. Существуют целостные психические структуры мозга, имеющие невербальную часть, преобразованиями которой возникают «голограммы», мгновенно обнаруживающие ассоциативные связи образов.

Эволюция искусства. Основы западноевропейского искусства коренятся в шумеро-вавилонской культуре Древнего Востока, мостом от которой к Античности послужило хурритское и семитское искусство, начиная с 2000 года до н. э. Гармоническая (звуковая) пропорциональность природы, замеченная древними, была осознана в античной Греции как универсальная и для человеческой культуры. За последнее тысячелетие западноевропейская культура пережила три большие эпохи, различающиеся пространственными образами мира, принципами и методами познания и художественными стилями.

1. *Умозрительный спиритуальный (духовный) стиль* готического Средневековья. Спиритуальный космический образ готической эпохи включает пропорционально-геометрический метод мышления на основе метафизического принципа дополнительности оппозиций. Этот принцип проявляется в умозрительных построениях, эмпирических наблюдениях и творческих осуществлениях. Духовное и тварное существование человека, божественное идеальное и земное несовершенное – эти противопоставления являлись оппозициями устройства мира. Строгий стиль полифонии, отмеченный ясностью духа, запечатлевший внутреннюю моральную структурность, содержится в строгой и ясной конструктивности композиции, выстраивающей музыкальное движение как готический кафедральный собор.

2. *Иллюзорный реальный стиль* Нового времени. Десакрализация западноевропейской культуры и логическое мышление привели к новому образу мироздания, основанному на антропоцентрическом реальном земном пространстве. Художественный стиль нового времени является реалистическим по соответствию реальным явлениям, но метод его функциональный, иллюзорно-изобразительный (подражательный). Конкретное

восприятие во времени окружающего мира – «здесь и сейчас» отразилось в принципе трех единств ведущего искусства эпохи, иллюзионного театра классицизма: места, времени и действия. Пространственный образ Нового времени воплощен в искусстве как зеркале существования человека: в театре (иллюзия жизненной драмы), живописи (иллюзионное окно в мир), музыке (иллюзия живого движения чувств и явлений природы).

3. *Иллюзионный сверхреальный* (умозрительный и иллюзионный, объективно-наблюдательный, субъективно-психологический) современный художественный стиль с конца XIX века. Он соответствует современной «энергетической эпохе», характеризующейся ускоренным движением жизни. Современный образ мира вышел далеко за пределы окружающей человека земной реальности и за пределы эмпирически постигаемых научных закономерностей в пространство воображения. Наукой XX века сформирован новый силовой энергетически-функциональный метод мышления – многозначный, многоуровневый, многомерный.

Художественный стиль XX века имеет иерархию масштабов, образуя новый «турбулентный» суперстиль, допускающий множественные динамические хаотические стилевые сочетания, порождающие короткоживущие художественные образы. Его подвижная суперстилевая система включает иллюзорно-реальный и свободно воображаемый, углубленно-психологический и пространственно-космический, импульсивно-эмоциональный экспрессионистический и конструктивно-интеллектуальный геометрический, натуралистический и абстрактно-колористический и другие стилевые методы.

Современное искусство отвечает основным принципам и методам мышления эпохи: научной множественности систем отсчета – множественностью точек зрения художественных на-

правлений и изобразительного метода живописи (кубизма, сюрреализма), психологических принципов литературы, театра; энергетически-функциональному методу научного восприятия мира – смыслом геометрических, колористических, акустических абстракций; осознанной перцепции (восприятия) познания – художественными методами многозначной рефлексии (самоизучения).

Общим основанием стилового плюрализма (множественности) нашей эпохи стала преобладающая в искусстве точка зрения на мир изнутри человеческого сознания, психологически углубленная, представляющая мир в объективной полифонии сознаний и субъективном потоке сознания, что усилено трагической дисгармонией социального существования века.

Новый ведущий вид искусства – кино – наиболее адекватно воплощает внутреннюю жизнь сознания, свободный психологический монтаж образов, их контрастные произвольные смены, свободное обращение со временем. Кино определило новый облик современной инструментальной музыки. Аналогично свободному обзору мира в кино в архитектуре стеклянные стены-окна при каркасных опорах зданий открыли интерьеры к непосредственному контакту с природой, городом, космосом.

Появление компьютеров как усилителей интеллекта и эмоций создало техническую основу для компьютерно-акустической музыки. Музыкальный компьютер позволяет создать новые синтезированные звучания, меняет наше звуковое восприятие, делает возможным негармонические рельефы, создание структуры тембров, комбинаций резонансов, любых сочетаний гармоник и резонансов от множественных основных тонов. Компьютер открывает новые перспективы для объединения музыки (как «математики искусства») и науки в невербальном познании структурных энергетических вибраций, пронизы-

вающих мир во всех диапазонах. Развивается акусторезонансная, волновая теория самоорганизации материи, с помощью которой возможно будет постичь великую и неисчерпаемую Гармонию Мира и Песню Жизни.

Предположительно следующей эпохой станет «информационная эпоха», основанная «на информации, включающей в себя художественное воображение», со своим типом мышления и художественным стилем. При этом возникает *виртуальная реальность* – в широком смысле вся символическая реальность, создаваемая человеком, мир культуры, знаков, мифов символов и образов религий, идеальных объектов и теорий науки, образов и героев, существующих в воображении и мироощущении искусства и литературы. В узком смысле это искусственная реальность, созданная человеком с помощью технических средств (компьютерных технологий), с которой он взаимодействует, воспринимая предметы виртуальной реальности в своем сенсорном поле, и отвечает на её стимулы своими реакциями.

Признаки виртуальной реальности:

- *актуальность* – виртуальная реальность существует «здесь» и «теперь»;
- *автономность* – внутри неё течет собственное время, которого во внешней реальности нет, т.е. длительность и момент времени внешней реальности тождественны;
- *интерактивность* – объекты виртуальной реальности могут взаимодействовать с объектами породившей их реальности;
- *порождённость* – виртуальная реальность создана некой активностью порождающей реальности и существует, пока эта активность длится. Порождающая реальность называется константной реальностью, так как относительно порожденного объекта она существует постоянно. Эта «виртуальная реальность» – новый вид реальности, в которой основой

является всеобщая симуляция, тотальная распространенность в культуре «симулякров». *Симулякр* (псевдоподобие) как компонент виртуальной реальности есть технически воспроизведенный объект, его знаковая репрезентация, которая обладает большей реальностью, чем собственно реальное. Возникает философская проблема соотношения виртуальной реальности и реального бытия.

Английскому писателю Ч. Сноу принадлежит постановка вопроса о соотношении естественно-научной культуры и гуманитарной культуры в современном обществе. Он констатировал опасное разделение общей культуры на две ветви, которые в своем развитии все более отдаляются друг от друга.

Российский физик Е. Фейнберг в своих работах показал, что помимо *дискурсии* – логических умозаключений существуют: *интуиция-суждение* – прямое усмотрение истины, не допускающее ни логического обоснования, ни логического опровержения; *интуиция-догадка*, предвосхищающая истину, которая допускает последующее логическое или опытное установление (или опровержение) истинности этого интуитивного высказывания.

1. Подлинно интуитивные суждения, не опирающиеся на доказательства и не допускающие его, не устранимы ни из науки, ни из практики, ни из специальных проблем, в частности из этики.

2. Фундаментальное назначение искусства как метода постижения реальности, состоит в убеждении в правильности внелогической интуиции-суждения, противопоставляя его доверию к логическому суждению-умозаключению. Искусство, освобождающееся от религии, вынужденное поддерживать нормы морали своей этической функцией, служащее укреплению доверия к интуитивному постижению, укреплению его авторитета, всегда было необходимо человечеству и таковым останется в будущем.

Если религия, когда она осуществляет функцию убеждения в правильности интуитивного суждения, опирается на авторитет постулированного высшего существа, то искусство не нуждается в такой опоре. Искусство несет критерий достоверности в самом себе.

«Суперфункцией» искусства, определяющей назначение искусства как такового, является убеждение в правильности внелогичного интуитивного суждения. Остальные функции необходимо связаны с осуществлением этой основной сверхфункции искусства:

отражение как создание новой художественной реальности;

гедонистическая – чувственное удовольствие при усвоении интуитивного суждения как истины,

коммуникативная («передача чувства» на расстоянии);

познавательная: а) полнота познания мира в философском смысле требует интуитивного постижения наряду с рациональным, и поэтому необходимо обеспечить авторитетность интуитивного суждения; б) для утверждения авторитета интуитивной идеи в произведении искусства такая идея должна возникнуть у художника и сообщена реципиенту, что означает появление нового знания;

эстетическая (неустанный поиск различных типов красоты как наивысшей целесообразности в природе и человеке);

этическая (наглядная демонстрация различных норм морали и отклонений от них);

внесение гармонии: а) создание гармонической личности с уравновешенными дискурсивной и интуитивной сторонами духовного мира; б) убедительное усмотрение гармонии миропорядка там, где убедительность не может быть достигнута дискурсивно; в) разрешение внутреннего конфликта личности, созданного противоборством убедительных и неубедительных мотивов;

целостность восприятия (придает убедительность синтетическому интуитивному суждению).

3. Происходящая с середины XX века интеллектуальная революция освобождает умственную деятельность человека от изнурительного труда путем передачи вычислительным машинам все более сложных логических операций и увеличивает роль внелогической интуитивной творческой деятельности. Это приводит к выводу, что, несмотря на сохранение специфики «двух культур», им не грозит разобщение. Наоборот, взаимопонимание этих двух областей активности человеческого гения будет лишь возрастать в рамках единой культуры человечества. Такова позиция Е. Фейнберга.

Игра – вид непродуктивной деятельности, происходящей по определенным правилам, мотив которой заключается в самом процессе и частично в результате. В истории человеческого общества игра тесно переплеталась с магией, культовым поведением, тесно связана со спортом, военными тренировками, исполнительскими формами искусства. Интеллектуальные игры (шахматы, го) моделируют действительность и развивают комбинационное мышление. Существует математическая дисциплина *теория игр* – теория математических моделей принятия оптимальных решений в условиях конфликтов и кооперации интересов.

Таким образом, наука, искусство, игра являются также различными способами познания мира и имеют значение в воспитании, обучении и развитии людей. Работа представителей естественно-научной и гуманитарной культур по сближению с целью создания единой синтетической культуры человечества, включающей единое естественнонаучное и гуманитарное знание, неизбежно приведет к новому Возрождению. Создание универсального метода познания и освоения мира на их основе является одной из задач единой целостной культуры человечества.

Принцип универсального эволюционизма заключается в том, что идея эволюционного развития распространяется на все формы и уровни организации материи. Вселенная рассматривается как единая саморазвивающаяся система. На планетарном уровне универсальный эволюционизм состоит в построении глобальной теории исследования природных процессов на Земле с учетом эволюции верхних и нижних уровней организации материи. Самоорганизация усложняющихся природных систем заключается в обретении ими устойчивого динамического равновесия с окружающей средой.

Процесс развития биосферы (этап химической – предбиологической эволюции), возможно, повторяется также в техносфере с определенным временным сдвигом. Познание механизмов эволюционных процессов позволит предсказывать конкретные возможности создания и эволюционных преобразований сначала вещей, затем самовоспроизводящихся автоматов и организмов не только на основе углерода. Это позволит управлять эволюционным процессом в живой и неживой природе. Универсальный эволюционизм считает, что самоорганизация и саморазвитие человека, общества, человечества и окружающего мира приведет к возникновению их духовных миров (кодифицированных в информационные) и в конечной стадии к появлению самосознания Вселенной.

Ф. Теплер предложил финалистский антропный принцип: во Вселенной должна возникнуть разумная обработка информации и, раз возникнув, она никогда не прекратится. Образование и эволюция Вселенной должны обеспечивать необходимые и достаточные условия не только для возникновения жизни и разума, но и их вечного существования. (Сравните с сильным антропологическим принципом космологии.)

Совокупность результатов познавательной деятельности человека образует определенную модель, называемую картиной мира. **Картина мира** – целостная система образов и связей,

система наглядных представлений о мире, месте человека в нем и сведений о взаимодействии человека и природы. Эта конфигурация образов и знаний имеет также эмоциональную окраску.

Картина мира определяет способ восприятия и интерпретацию событий и явлений; концептуальную основу мировоззрения; мироощущение имеет исторически обусловленный характер. Субъектами картины мира являются отдельный человек, социальные и профессиональные группы, общества.

Картина мира менялась в соответствии с развитием человечества: самой древней является *мифологическая* картина мира, она сменилась *религиозной* картиной мира, затем возникла *естественно-научная* картина мира согласно формуле «магия, религия, наука». У каждого человека своя картина мира, и она может не соответствовать картине мира, принятой определенным обществом на данном историческом этапе его развития.

Характеристиками картины мира являются: масштабность, четкость, эмоциональная окраска, контрастность, зависимость от времени, самосогласованность, знаковость (символичность), направленность внутрь или вне, конформность (согласованность с общепринятой), наглядность. Картина мира – интегральная типологическая характеристика культуры.

Современная естественно-научная эволюционная картина мира представляет собой атлас карт различного пространственно-временного и энергетического масштаба для структур, состояний и движений сложных систем живой и неживой природы на всех уровнях организации материи от их возникновения из хаоса через развитие до исчезновения и появления в новых формах и циклах.

5.4. Вопросы для самоконтроля

1. Приведите примеры фракталов и укажите их дробную размерность.

2. Дайте определение понятия *технология* и раскройте его содержание.
3. Перечислите принципы сохранения среды жизни.
4. Охарактеризуйте термины из теории катастроф: складка, сборка, бифуркация.
5. Опишите теорию самоорганизованной критичности.
6. Рассмотрите концепцию «золотого миллиарда» с позиций биоэтики.
7. Оцените последствия изменения течения Гольфстрим – вдоль Африки – для Европы и Урала.
8. Предложите экологическую технологию утилизации бытовых отходов миллионного города.
9. Оцените вероятность появления глобальной информационной технологии контроля над личностью типа «Матрицы».
10. Предложите способ обнаружения и измерения количества неизвестной информации в смеси шума и полезного сигнала.
11. Дайте характеристику свойств открытых систем.
12. Опишите основные характеристики цветных шумов.
13. Приведет ли *коэволюция* (совместная эволюция) техносферы и биосферы к спонтанному возникновению разумных существ неуглеродной формы? Оцените риски их совместного существования.
14. Изложите основные элементы вашей картины мира и вашего места в ней.
15. Сравните роль интуиции в науке и искусстве.

6. МОДЕЛИРОВАНИЕ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ

6.1. Метод математического моделирования

Математическое моделирование. Физическое моделирование. Элементы теории размерностей и теории подобия. Моделирование в химической технологии. Математическое моделирование в биологии и биофизике. Моделирование в социальных системах. Моделирование в экономических системах.

Математическая модель – приближенное описание какого-либо класса явлений внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.

Математическое моделирование – процесс изучения явления, заключающийся в построении модели явления. Он разделяется на четыре этапа.

1. Формирование законов, связывающих основные объекты модели. Этап требует фактов, относящихся к явлению, и завершается записью в математических символах сформулированных качественных представлений о связях между объектами модели.

2. Исследование математических задач. Основной вопрос – решение прямой задачи, т.е. получение в результате анализа выходных данных модели для дальнейшего сопоставления с результатами наблюдений изучаемого явления. Здесь необходим математический аппарат и вычислительная техника для получения количественной выходной информации в виде решения прямой задачи.

3. Выяснение того, удовлетворяет ли принятая модель критерию практики, т.е. согласуются ли результаты наблюдения над явлением с теоретическими следствиями модели в пределах точности измерений наблюдаемых параметров. Это так называемая обратная задача. Если математическая модель такова,

что ни при каком выборе её характеристик она не согласуется с результатами наблюдений, она непригодна для исследования данного явления.

4. Последующий анализ модели, связанный с накоплением данных о изучаемом явлении и модернизации модели. Уточнение данных о явлении приводит рано или поздно к расхождению выводов из анализа модели с результатами наблюдений. Возникает необходимость построения новой, более совершенной модели. Пример – модель Солнечной системы.

Физическое моделирование – экспериментальный метод научного исследования, состоящий в замене изучаемого физического процесса, явления или объекта другим ему подобным – моделью. В основе моделирования лежат теория подобия и анализ размерностей, устанавливающие критерии подобия. Равенство критериев подобия для природы и модели обеспечивает возможность переноса экспериментальных результатов, полученных путем физического моделирования, на натурные условия. Перенос на природу осуществляется путем умножения каждой из определяемых величин модели на постоянный для всех величин данной размерности множитель – коэффициент (критерий) подобия. В основе моделирования лежит теория подобия и анализ размерностей, устанавливающие критерии подобия, равенство которых для природы и модели обеспечивает перенос результатов физического моделирования на натурные условия. Равенство критериев подобия для модели и природы является необходимым условием моделирования.

Для задач динамики системы материальных точек критерием подобия является число Ньютона

$$Ne = Ft^2/(ml),$$

где F – сила; m – масса; t – время; l – длина пути.

Элементы теории размерностей и теории подобия

Единицей измерения $[A]$ физической величины A называется условно выбранная физическая величина, имеющая тот же самый физический смысл, что и величина A .

Размерностью величины B называется отношение, определяющее связь между единицами измерения этой величины $[B]$ и основными единицами $[A_1], [A_k]$ данной системы единиц. Формулы размерности имеют вид степенных одночленов

$$[B] = [A_1]^{n_1} \dots [A_k]^{n_k},$$

где k – число основных единиц; n_1, \dots, n_k – рациональные числа.

Пример: размерность силы в международной системе единиц (СИ) $[F \text{ Ньютон}] = [\text{масса кг}] \cdot [\text{ускорение м} \cdot \text{с}^{-2}]$; $k=3$, $n_1 = n_2 = 1$; $n_3 = -2$.

Пи-теорема: всякое соотношение между n размерными величинами, для измерения которых использовано k основных единиц измерения, можно представить в виде соотношения между $n - k$ безразмерными комбинациями π_1, \dots, π_{n-k} этих n величин.

Метод аналогии состоит в изучении какого-либо процесса путем экспериментального исследования качественно другого физического процесса, дифференциальное уравнение протекания которого и условия однозначности по своей форме совпадают с таковыми для изучаемого процесса.

Теория подобия – учение об условиях подобия физических явлений. Она основана на учении о размерностях физических величин и служит основой экспериментальных исследований сложных явлений методом моделирования и методом аналогии.

Математические модели законов природы, из которых получают уравнения, описывающие любое физическое явление,

не зависят от выбора системы мер и размерностей физических величин. Это означает, что математические модели обладают свойством масштабной инвариантности и гомохронностью, т.е. свойством одинаковости скорости протекания процессов во времени. Иными словами, уравнения, описывающие физические явления, можно привести к безразмерному виду путем введения характерных значений для каждого из определенных физических параметров. Принципиальное значение имеют два момента:

- 1) определение типа задачи (выбор системы размерностей);
- 2) составление перечня существенных величин на основе понимания физической природы исследуемого процесса.

Критерии подобия – безразмерные степенные комплексы, которые входят в безразмерное математическое описание рассматриваемого процесса, составленное с помощью пи-теоремы.

Определяющие критерии подобия – критерии, которые составлены только из величин, заданных в условиях однозначности и независимых переменных.

Первая теорема подобия: для двух подобных процессов I и II все критерии подобия попарно равны друг другу: $\pi^I = \pi^{II}$.

Вторая теорема подобия: критерии подобия связаны друг с другом уравнением подобия, которое является безразмерным решением рассматриваемой задачи, справедливым для всех подобных процессов.

Третья теорема подобия: для того чтобы два процесса были подобны, необходимо и достаточно, чтобы они были качественно одинаковы, а их определяющие критерии – попарно равны.

Качественно одинаковыми называются процессы, математические описания которых отличаются только численными значениями содержащихся в них размерных величин.

Например, критерий подобия, связанный с переносом импульса; *число Маха*

$$M = v/c,$$

где v – скорость течения газового потока; c – скорость звука в движущейся среде.

Критерий подобия, связанный с переносом теплоты между поверхностью тела и потоком жидкости, *число Нуссельта*

$$Nu = \alpha l/\lambda,$$

где α – коэффициент теплоотдачи; l – характерный размер тела; λ – коэффициент теплопроводности жидкости.

Моделирование в химической технологии – метод исследования химико-технологических процессов путем построения и изучения моделей, отличающихся от объектов масштабами или физической природой протекающих в них явлений. Моделирование применяется

- 1) для исследования новых процессов;
- 2) проектирования новых производств;
- 3) оптимизации отдельных аппаратов и технологических схем;
- 4) выявления резервов мощности и отыскания наиболее эффективных путей модернизации действующих производств;
- 5) оптимального планирования действующих производств;
- 6) разработки автоматизированных систем управления проектируемыми и действующими производствами.

Моделирование основано на свойстве подобия различных объектов. При математическом моделировании исследование свойств объекта сводится к задаче изучения свойств математической модели, представляющей собой систему уравнений математического описания, отражающую поведе-

ние объекта. Модель с помощью определенного алгоритма позволяет прогнозировать это поведение при изменяющихся условиях функционирования объекта. Наиболее распространенными являются детерминированные, статистические, стохастические модели.

Стохастические модели строятся на основе вероятностных представлений о процессах в объекте. Поведение объекта прогнозируется путем вычисления распределения вероятностей переменных, характеризующих исследуемые свойства. Область применения стохастических моделей – большие системы (агрегаты, технологические процессы, предприятия).

Статистические модели строятся на основе экспериментальных данных, полученных с действующего объекта. Они являются системами соотношений, связывающих значения входных и выходных переменных объекта. Вид этих соотношений обычно задается априорно (до опыта) и определению подлежат лишь значения некоторых параметров в принятых зависимостях. Желательно планомерное варьирование входных переменных в допустимых пределах. При построении этих моделей необходима математическая статистика, поскольку результаты экспериментов содержат случайные ошибки. Область применения – планирование оптимальных условий экспериментов и описание функционирования отдельных аппаратов или участков производства для решения задач управления и оптимизации.

Детерминированные модели строятся на основе математически выраженных закономерностей, описывающих физико-химические процессы в объекте. Они позволяют однозначно определять значения переменных для любой заданной совокупности значений входных переменных и конструктивных параметров объекта. Для расчетных исследований мо-

дели требуются средства вычислительной техники. Особое внимание уделяется разработке эффективных алгоритмов решения системы уравнений и математического описания модели. Применение принципа разумной сложности модели приводит к необходимости сравнения экспериментальных данных объекта с результатами расчета модели с целью проверки адекватности модели изучаемому процессу. Область применения – моделирование и оптимизация отдельных аппаратов и технологических схем.

Математическое моделирование в биологии и биофизике

Исходный принцип биофизики: все биологические и химические явления подчиняются основным физическим законам. Метод, применяемый в биофизике на всех уровнях – от молекулярного, до биосферного, включает два этапа.

1. Анализ реальной неоднородной структуры биологического объекта и построение на его основе физической модели, адекватной биологическому объекту. При этом учитывается заключенная в объекте информация и, следовательно, биологическая специфика.

2. Анализ построенной физической модели с использованием известных законов физики (термодинамики, механики, гидродинамики).

Управление сложными биологическими системами и их эволюция содержат одинаковые явления: автоколебания, автоволны, диссипативные структуры. Для их описания используют метод математического моделирования с помощью кинетических уравнений. В соответствии с первым подходом на основе теории Марковских случайных процессов составляют линейные уравнения для вероятности P_i заставить систему в определенном i -м состоянии:

$$dP_1/dt = k_{11}P_1 + k_{12}P_2, \quad dP_2/dt = k_{21}P_1 + k_{22}P_2; \quad i=1, 2.$$

Второй подход основан на теории динамических систем. Переменными являются концентрация, число особей в экологической системе, электрические мембранные потенциалы и т.п. Уравнения нелинейные и имеют форму уравнений химической кинетики:

$$dx_1/dt = F_1(x_1, x_2), \quad dx_2/dt = F_2(x_1, x_2),$$

где F – динамическая функция.

Математическое моделирование преследует две цели: 1) качественное описание нетривиальных явлений, для этого строят упрощенные модели; 2) количественное описание конкретных процессов, качественное описание которых известно, состоит в построении имитационных моделей, содержащих много уравнений и переменных.

Пример 1. Модель Лотки и Вольтера (описание существования хищников числом N_1 , и жертв числом N_2)

$$dN_1/dt = k_1 N_1 N_2 - s_1 N_1, \quad dN_2/dt = k_2 N_2 - s_1 N_1 N_2,$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты рождаемости (принято, что для рождения хищника ему необходимо съесть жертву); s_1 и s_2 – коэффициенты смертности (принято, что жертвы погибают при встрече с хищником). При учете зависимостей k и s от N_1 , N_2 модель становится структурно устойчивой, имеет автоколебательные решения и используется в экологии.

Пример 2. Модель Гаузе взаимодействия популяций (описывает отбор лучшей популяции)

$$dx_1/dt = a_1 x_1 - b_{11} x_1 x_2, \quad dx_2/dt = a_2 x_2 - b_{21} x_1 x_2,$$

где x_i – численность i -й популяции; a_i – коэффициент размножения (разность коэффициентов рождения и естественной

смертности); b_{ij} – коэффициент взаимодействия (конкуренция за питание, взаимное уничтожение, эффект тесноты). Модель используется в теории биологической эволюции и экологии.

Пример 3. Релаксационная модель с N-образной характеристикой.

$$k \, dx_1/dt = P(x_1, x_2), \quad dx_2/dt = a + b x_1 + c x_2,$$

параметр k много меньше 1, функция $P(x_1, x_2)$ такова, что изоклина (решение уравнения $P(x_1, x_2) = 0$) имеет два экстремума. Модель описывает генерацию стандартного сигнала в ответ на малое, но конечное внешнее воздействие и релаксационные автоколебания. Модель используют при описании генерации первого импульса, возникновение биоритмов (биочасы), теории мембранной регуляции клеточного цикла.

Пример 4. Мультистационарная модель. Система, описывающая переключение генетического аппарата с одного режима работы на другой:

$$dx/dt = A(1+y^n)^{-1} - kx, \quad dy/dt = A(1+x^n)^{-1} - ky.$$

В зависимости от параметров A и B и k система может иметь одно устойчивое стационарное состояние либо три (два устойчивых и одно неустойчивое). В последнем случае при заданном наборе параметров система способна функционировать в двух разных режимах. Модель используется для описания дифференциации клеток при эволюции организма.

Моделирование в социальных системах

Пример 5. Математическая модель С.П. Капицы роста населения Земли. Население мира в момент времени t характеризуется числом людей $N(t)$. Скорость роста населения последовательно описывается тремя уравнениями (эпоха начальная A , эпоха средняя с переходом B , эпоха после перехода S)

$$A: dN/dt = N^2/C + 1/\tau; B: dN/dt = C/(t_1 - t)^2; S: dN/dt = C/[(t_1 - t)^2 + \tau^2].$$

Решение для эпох *B* и *S* имеет вид

$$N(t) = (C/\tau) \operatorname{arctg} \{(t_1 - t)/\tau\}.$$

При $C = 186 \cdot 10^9 \text{ год}^{-1}$; $t_1 = 2007 \text{ г.}$ – время прохождения демографического перехода; $\tau = 42 \text{ г.}$ – среднее время жизни одного поколения людей; $K = (C/\tau)^{1/2}$ – естественный масштаб размера популяции, можно сделать следующие выводы.

1. Численность населения Земли проходит через мировой демографический переход от гиперболического роста в течение эпохи *B* и завершается режимом с обострением и переходом к стабилизированному режиму эпохи *C*. Начало глобального демографического перехода с 1965 г. (численность населения 3,5 млрд) на конец перехода $t_1 + \tau$ к 2049 г. Длительность перехода $2\tau = 84 \text{ г.}$ За это время население мира возрастет в три раза и составит 10,5 млрд человек. Предельная численность человечества по модели $N_{\text{lim}} = \pi K^2 = 14 \text{ млрд.}$ Численность 90% от предельной (12,5 млрд) следует ожидать к 2135 г. В настоящее время (2006 г.) численность населения Земли составляет 6 миллиардов человек.

2. Происходит экспоненциальное изменение масштаба исторического времени по мере роста человечества. Минимум мгновенного времени экспоненциального роста численности населения 58 лет соответствует времени $t_1 = 2007 \text{ г.}$, времени удвоения $t_2 = 40 \text{ лет}$ и среднегодовому росту 1,7%. Это означает, что мы живем в эпоху самого маленького масштаба исторического времени, т.е. самого быстрого изменения времени, когда исторические события происходят за время жизни одного поколения.

Моделирование в экономических системах

Пример 6. Модель М.Ю. Неймарка «Производители, продукт, управление». Система, описывающая взаимодействие производителей продукта – x , сам продукт – z , управленцев – y . Модель содержит 15 параметров и три неизвестных: x, y, z .

$$dx/dt = (a - bx - ey + cx)z$$

$$dy/dt = (-d - mx - ey + fz)y$$

$$dz/dt = F = g(1 + \varepsilon_1)(1 + \varepsilon_2)^{-1} \mu x (1 + \delta z)^{-1} - hx - ky, \text{ при } z \geq 0, \\ \text{и } F > 0$$

$$dz/dt = 0 \text{ при } z = 0 \text{ и } F \leq 0.$$

Анализ модели позволяет сделать следующие выводы.

1. Низкий уровень технологии: $g < h$, $x = x^*$, $y = z = 0$, об- щество одних производителей. Средний уровень технологии: $h < g < h(1 + \delta d/f)$, появляется накопление продукта $z = z^*$. Вы- сокий уровень технологии: $g > h(1 + \delta d/f)$, появляются управ- ленцы. Устойчивое равновесие $x = x^*$, $y = y^*$, $z = z^*$ может стать неустойчивым, возникают автоколебания.

2. Появление управленцев не зависит от их эффектив- ности $\varepsilon_1/\varepsilon_2$, а зависит от достаточного количества продукта. Производители стремятся увеличить свою долю h в продук- те и увеличить эффективность управленцев $\varepsilon_1/\varepsilon_2$. Управлен- цы стремятся увеличить эффективность производителей μ , совершенствовать технологию g , уменьшать долю произво- дителей в производимом продукте и увеличивать свою долю k в нем.

6.2. Эволюционная экономика

Основные положения классической экономики. Синергети- ческая экономика. Эволюционная экономика.

Поль А. Самуэльсон в книге «Основы экономического анализа» разделял развитие аналитической экономики на пять больших этапов:

1) идея детерминированного равновесия и статического уровня;

2) теория сравнительной статики;

3) максимизация действия экономического объекта;

4) открытие принципа соответствия;

5) исследование поведения системы в зависимости от времени, после того, как изучен отклик системы на изменение её параметров. Таким образом, пятым шагом является создание теории сравнительной динамики, включающей в себя теорию сравнительной статики и все перечисленные разделы экономической теории и покрывающей значительно более широкую область.

В теоретической экономике существует несколько направлений. Наиболее развита *классическая и неоклассическая* экономика со своим понятийным аппаратом, своей аксиоматикой и методологией, которая является теорией общего экономического равновесия при фиксированных параметрах (теорией мейнстрима).

Исходные положения классической (статической) экономики следующие.

1. Люди – производители и потребители поступают разумно и преследуют свои цели. Цель производителей – максимум прибыли, цель потребителей – максимальное удовлетворение потребностей.

2. Рыночное равновесие, т.е. баланс спроса и предложения товаров, денег и труда, реализуется в результате баланса целей производителей и потребителей. Цели формулируются в виде целевых функций и дополнительных условий. Предметом яв-

ляется рыночное равновесие при фиксированных параметрах. Неравновесные процессы рассматриваются преимущественно вблизи равновесия.

Неоклассическая экономика не смогла предвидеть и объяснить развитие реальной экономики за последние десятилетия. Многочисленные эмпирические данные свидетельствуют о том, что главная движущая сила экономического роста – технический прогресс. В рыночной экономике коммерческие фирмы играют центральную роль в инновационном процессе, а инновации – главное орудие конкуренции в отраслях с бурным техническим прогрессом.

Для согласования экономической теории с результатами эмпирических исследований были предложены новые направления рыночных экономических теорий – синергетическая и эволюционная, которые опираются на теорию динамических (развивающихся во времени) систем и являются пятым новейшим этапом развития аналитической экономики. Изучение этих направлений, безусловно, необходимо студентам-экономистам для понимания явлений ранее организованных, теперь происходящих процессов и будущих изменений в российской экономике переходного периода – от плановой к рыночной.

Синергетическая экономика (приложение синергетики к экономическим системам) придает особое значение нелинейным аспектам экономического эволюционного процесса, неустойчивостям нелинейных экономических систем, структурным изменениям, которые являются источником многообразия и сложности экономической динамики. В синергетической экономике экономическая эволюция трактуется как необратимый процесс. Существенную роль в понимании необратимых процессов играет время и хаотическая дина-

мика. Необратимость и эволюция возникают как следствие сложности коллективного поведения внутренне простых объектов. Неустойчивости нелинейных систем являются источником сложности экономической динамики. Экономические системы, такие как рынки труда, кредитно-денежные рынки, урбанистические системы, системы перевозок и связи, характеризуются наличием хаоса. В них вдали от равновесия развиваются сложные структуры: циклы, аперiodическое движение, хаос и сложноорганизованные, зависящие от времени урбанистические образования. Экономическая теория, которая объясняет долговременную экономическую эволюцию, отличается от теории, изучающей кратковременные экономические явления. Это означает, что необходимо изначально определить, к какому классу – быстрых или медленно протекающих процессов относится данное экономическое явление.

Синергетическая экономика представляет собой часть теории традиционной экономической динамики, куда входит теория деловых циклов, теория экономического роста. Концепция хаоса для динамической теории экономики является совершенно новой. Синергетическая экономика предлагает некоторые аналитические методы для исследования эндогенного хаоса экономических систем. Она показывает, что хаос лежит в природе любой эволюционной экономической системы. Факт существования хаоса означает, что экономическое предсказание – вещь всегда вероятная и точный прогноз почти невозможен. Синергетическая экономика показала влияние на экономическую эволюцию стохастических процессов. Если динамическая экономическая система устойчива, влиянием шума с нулевыми средними можно пренебречь; если динамическая система неустойчива, то малые флуктуа-

ции могут стать причиной существенных перемен в поведении этой системы.

С точки зрения синергетической экономики эволюционной экономической системы, которая всегда была бы устойчива, не существует. Абсолютно устойчивые системы не могут развиваться. Эволюционная система всегда подвержена трансформирующим воздействиям внешних и внутренних сил. Когда система проходит критические значения внешних параметров, в ней возникают внезапные изменения структуры или хаос. Капиталистическое общество, основанное на конкуренции, потенциально нестабильно. Неустойчивость конкурентной системы приводит к неравенству среди людей. Из-за нестабильности капиталистической экономики неравенство не может быть предотвращено с помощью конкурентного механизма по причине наличия хаоса в системе. Люди для получения положительной прибыли прилагают усилия, вводя инновации и улучшая эффективность производства. Все усилия, направленные на получение положительной прибыли, делают капиталистическую систему в целом неустойчивой. Синергетическая экономика показывает, что нестабильность динамических экономических систем может привести к непредсказуемым структурным изменениям, таким как великая депрессия. Для предотвращения подобных депрессий в конкурентную систему необходимо ввести стабилизирующий функционал. Правительство, проводя последовательную стабилизационную политику, предохраняет капиталистическое общество от разрушения. Централизованная плановая система, заменяя хаотическую экономическую жизнь, устанавливала равенство людей почти во всех отношениях. В плановом обществе легко предотвратить неустойчивость экономической системы за счет

управления в виде отрицательных обратных связей. Однако расплатой за устойчивость становится неэффективность экономической системы.

Эволюционная экономика опирается на теорию динамических систем, которая зарекомендовала себя в физике, химии, биологии и имеет следующие исходные положения.

1. Люди поступают в соответствии с поведенческими реакциями. Это поведение можно интерпретировать как стремление к максимуму прибыли, иногда мотив другой. Поведенческие реакции формализуются в виде функций спроса, предложения, доходов и расходов.

2. Рыночное равновесие достигается в результате балансов спроса и предложения, а также доходов и расходов. Однако эти функции изменяются со временем и связаны с развитием науки и техники. Поэтому равновесие никогда не наступает, хотя система постоянно стремится к нему.

3. При построении эволюционной экономики разумно опираться на теорию развивающихся систем и биологическую эволюцию.

Основным объектом изучения является развитие совокупности (популяция) фирм в конкурентной (рыночной) среде. Совокупность фирм определяется:

- а) поведением индивидуальной фирмы;
- б) взаимодействием фирм между собой;
- в) появлением новых фирм и исчезновением некоторых.

Развитие происходит неравномерно. Периоды плавной эволюции чередуются с кризисными этапами. В течение плавных периодов происходит совершенствование популяции за счет отбора наиболее приспособленных фирм. В кризисных стадиях образуются новые фирмы и/или происходит переход фирм в другую отрасль (экологическую нишу), часть фирм исчезает

(«экономика дышит»). Для описания плавных стадий используются адиабатические приближения – система находится вблизи состояния равновесия, но ее параметры медленно меняются со временем и система успевает прийти в состояние равновесия с окружающей средой. При описании кризисных явлений строится модель, описывающая бифуркацию, т.е. переход в новое состояние.

В качестве примера рассмотрим динамическую модель макроэкономики современной России. Исходные положения модели:

1. Средства производства являются частной собственностью юридических лиц (владельцев).

2. Используется однопродуктовое приближение (товары народного потребления, продукты сельскохозяйственного производства, товары, потребляемые в бюджетной сфере, товары, необходимые для производства).

3. Сырье (теплоносители и металлы), электроэнергия, транспортные услуги рассматриваются отдельно. Цены на них задаются извне (могут и должны определяться государством).

Модель описывает динамику обрабатывающей промышленности России. Рассматриваемое общество включает постоянное число людей и разбито на 8 групп: неработающие пенсионеры, работники реального сектора, работники бюджетных предприятий, работники сырьевой сферы, собственники частных предприятий, элита (владельцы и руководящие работники сырьевых предприятий и коммерческих банков, крупные чиновники) и две группы работающих пенсионеров. Принято, что полная величина средств (количество денег) постоянна. Динамика цен определяется балансом спроса и предложения на внутреннем рынке. Динамической

переменной является цена произведенного продукта, динамика которого определяется балансом спроса и предложения товара на рынке.

Модель представляет собой систему восьми простых дифференциальных уравнений, которые описывают как возможные стационарные состояния экономики общества, так и переходы между ними. Из анализа на основе этой модели вытекают следующие выводы.

1. В рамках модели экономика России находилась в высокопродуктивном (ВП) состоянии, так как, по данным Госкомстата, уровень обрабатывающей промышленности до начала реформ был в 3 раза выше, чем в настоящее время (2002 г.). В результате либерализации цен и последующей инфляции оборотные средства в обрабатывающей промышленности практически мгновенно (в течение месяца) сократились в 3,5 раза. Такое снижение оборотных средств равносильно силовому переключению режима функционирования. В результате такого сдвига система попала в область притяжения низкопродуктивного (НП) состояния и устремилась к нему.

2. Россия сейчас находится в стационарном и устойчивом НП состоянии стагнации. Переход из него в устойчивое стационарное ВП состояние требует преодоление барьера (в виде сепаратриссы, разделяющей области притяжения этих двух состояний). Самопроизвольно, т.е. без специальных мер, переход из НП состояния в состояние ВП невозможен.

3. Переход в ВП состояние возможен за счет адресной эмиссии. Эффект адресной эмиссии носит пороговый характер, и при недостаточной эмиссии экономика после оживления, не преодолев сепаратриссу, возвращается в прежнее НП состояние.

4. Переход в ВП состояние возможен и за счет изменения функции спроса при неизменных экономических параметрах.

Такое изменение функции спроса эквивалентно увеличению угла наклона функции доходов, но без снижения налогов и издержек и без экономического давления на сырьевые естественные монополии. Для этого необходим кредит доверия государству и идеологическое единство нации. Сокращение потребления позволяет преодолеть сепаратриссу и попасть в область притяжения ВП состояния.

5. Экономическая структура общества (ЭСО) – распределение элементов общества (семей) по ликвидным накоплениям. В СССР до реформ 1987 г. эта структура была бимодальной, т.е. в координатах «число семей, доход» кривая имела вначале большой максимум семей с низкими доходами и далекий маленький максимум семей с большими доходами. Отношение этих максимумов составляло 70. После реформ в 1993 г. бимодальная экономическая структура общества сохранилась, однако резко возросло количество семей со сверхнизкими доходами, количество семей с высокими доходами сократилось, зато на кривой появился «убегающий хвост» в виде порядка 30 семей, обладающих миллиардными доходами, составляющими более половины доходов общества.

6. Производство товаров приспособляется к платежеспособному спросу и сокращается до уровня, удовлетворяющего только богатую часть общества. Так, Россия, имея до реформ вторую экономику в мире, превратилась в «экономического карлика». Таким образом, люди, входящие в максимум с низкими доходами (их большинство), оказываются выключенными как из сферы потребления, так и из сферы производства. Чтобы избежать такой ситуации, необходимо жесткое государственное регулирование.

7. Без государственного вмешательства в производство и реализацию товаров и услуг первой необходимости цены на них непрерывно растут, т.е. возникает ценовая инфляция.

8. При переходе от плановой системы к рынку цены в бимодальном обществе практически сразу устанавливаются на уровне, доступном лишь «богатой» (платежеспособной) части общества. Возникает скачок инфляции (в 1992 г.), примерно равный отношению максимумов, который был равен 70. Далее инфляция становится «ползучей», продолжается по причине, рассмотренной в п.7.

В заключение следует отметить, что основной задачей является переход российской рыночной экономики в стационарное высокопродуктивное состояние в условиях глобализации современной мировой экономики, а на это потребуются десятилетия.

6.3. Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные этапы процесса математического моделирования.
2. Сформулируйте три теоремы подобия.
3. Рассмотрите различия между стохастическими, статистическими и детерминистическими моделями.
4. Рассмотрите выводы из модели С. П. Капицы роста населения Земли.
5. Перечислите основные этапы развития аналитической экономики.
6. Охарактеризуйте основные положения направления синергетической экономики.
7. Охарактеризуйте основные положения направления эволюционной экономики.

8. Рассмотрите выводы из динамической модели макроэкономики России.

9. Существуют ли ограничения для моделирования систем любой степени сложности?

10. Приведите пример самообучающейся экспертной системы (искусственного интеллекта).

11. Возможны ли системы, моделирующие эмоции человека?

7. ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

7.1. Методические указания по самостоятельному изучению курса

Основным видом учебных занятий по дисциплине КСЕ для студентов очной формы обучения являются лекции, практические (семинарские) занятия и самостоятельная работа. Для студентов других форм обучения – установочные лекции и самостоятельная работа.

Примерное распределение объема занятий и видов учебной работы при изучении «Концепции современного естествознания» для студентов-заочников всех специальностей дано в табл. 11.

Таблица 11

Распределение объема занятий и видов учебной работы

Се- местр	Лекции (час)	Лабораторные работы	Практические занятия (час)	Самостоя- тельная работа (час)	Выпол- нение кон- трольных работ	Кон- троль
1...4	8...16	–	–	84...184	№ 1, 2	Зачет/ экзамен

Главной формой изучения дисциплины является самостоятельная работа студента с рекомендованной литературой в виде выполнения контрольных работ (решение задач и написание рефератов по предложенным темам) и составления письменных ответов на вопросы к зачету и экзамену.

Самостоятельная работа студентов очной формы обучения включает углубленное изучение и закрепление лекционного материала, подготовку к практическим работам (се-

минарским занятиям), а также самостоятельное изучение некоторых разделов дисциплины. Студент самостоятельно готовит тезисы доклада по одному вопросу в каждом семинаре и выступает на семинаре. Объемом тезисов не должен превышать *одну* страницу формата А4, желательно в печатном виде. Тезисы после выступления сдаются преподавателю.

Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения помимо изучения лекционного материала предполагает выполнение двух контрольных работ.

Контрольная работа № 1 включает 10 задач, номера которых выбираются в табл. 12 из строки, номер которой соответствует последней цифре номера зачетной книжки студента, а также реферат. Номер темы реферата выбирается в табл. 13 по двум последним цифрам зачетной книжки: номер строки выбирается по последней цифре, номер столбца – по предпоследней цифре. Например, номер зачетной книжки 12340; выполняются десять задач с номерами 100, 110,... 190 из табл. 12 и реферат № 140 из табл. 13.

Контрольная работа № 2 включает только реферат, номер которого выбирается из табл. 14 по тем же правилам, что и в контрольной работе № 1.

Оформление работ. Решение каждой задачи в контрольной работе № 1 должно содержать исходное условие задачи, обоснование или решение выбранного ответа. Задачи желательно представлять на листе формата А4 по две задачи на одну страницу.

Реферат объемом не более 10 стр. должен содержать:

- титульный лист;
- оглавление;

- введение, в котором раскрывается актуальность и цель работы;

- основную часть;

- заключение;

- список использованной литературы.

Текст реферата желательно *печатать* на принтере на одной стороне листа формата А4, все страницы реферата, кроме первой, должны быть пронумерованы и скреплены в папку (листы реферата в прозрачные файлы не вставлять).

Образец титульного листа:

Федеральное агентство по образованию

Пермский государственный технический университет

Кафедра общей физики

Иванов Иван Иванович

**СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА,
ЕЁ СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ**

Контрольная работа № 1
(Реферат № 138, вариант задания 8)

Проверил	Факультет
Петров П. П.	Специальность
Оценка	Группа
Дата	Выполнил Иванов И. И.

Пермь – 2008

7.2. Планы практических (семинарских) занятий

1. История естествознания

№	Тема	№	Тема
1	История естествознания у древних шумеров	2	История естествознания в Вавилоне
3	История естествознания в Древнем Египте	4	История естествознания в Древнем Китае
5	История естествознания в Древней Индии	6	История естествознания в Древней Греции
7	История естествознания в Древнем Риме	8	История естествознания древних цивилизаций Америки: инки
9	История естествознания древних цивилизаций Америки: ацтеки	10	История естествознания древних цивилизаций Америки: майя
11	История естествознания на Арабском Востоке	12	История естествознания в Средней Азии
13	История естествознания в Средние века в Европе	14	Естествознание в эпоху промышленной революции в Европе
15	Естествознание в России	16	Научная революция в Европе в XVII веке
17	Научная революция в Европе в XVIII веке	18	Естествознание в XIX веке
19	Научно-техническая революция в XX веке	20	Научно-техническая революция в США

№	Тема	№	Тема
21	Научно-техническая революция в СССР	22	Научно-техническая революция в Европе
23	Научно-техническая революция в Японии	24	Научно-техническая революция в современном Китае
25	История астрономии	26	История физики
27	История химии	28	История психологии
29	История биологии	30	История генетики
31	История экологии	32	История геологии
33	История математики	34	История географии
Дополнительная литература: [5], [8], [12], [64], [75], [87], [94]			

Примечание. В каждой теме рассматривать только *историю естествознания* и его наивысшие достижения без государственного устройства и прочих подробностей.

2. Научный метод

№	Тема	№	Тема
1	Наблюдение	2	Сравнение
3	Интуиция	4	Обобщение
5	Индукция	6	Дедукция
7	Редукция	8	Аналогия
9	Моделирование	10	Случайные совпадения
11	Факты	12	Артефакты
13	Гипотезы	14	«Бритва Оккама»
15	Эксперименты	16	«Мысленный эксперимент»
17	Машинный эксперимент	18	Модели математические

№	Тема	№	Тема
19	Модели физические	20	Теории
21	Понятия	22	Категории
23	Принципы	24	Законы
25	Закономерности	26	Корпускулярная и волновая концепция описания природы
27	Корпускулярно-волновой дуализм	28	Динамические закономерности в природе
29	Статистические закономерности в природе	30	Корреляционные зависимости
31	Парадигма	32	Научный метод в гуманитарных науках
33	Научный метод в общественных науках		
Дополнительная литература: [12], [50], [56], [68], [87], [88]			

Примечание. В каждом вопросе привести пример.

3. Основные понятия, законы и концепции в физике

№	Тема	№	Тема
1	Радиус-вектор, скорость, ускорение. Законы Ньютона, масса, импульс, сила. Упругий и неупругий удар шаров	2	Работа, мощность, кинетическая и потенциальная энергия. Движение тел в гравитационном поле. Космические скорости
3	Законы сохранения импульса, энергии, момента импульса, их связь со свойствами пространства и времени	4	Основной закон динамики вращательного движения. Моменты инерции, импульса, сил
5	Механика жидкости. Закон Архимеда. Уравнение Бернулли. Уравнение Эйлера. Вязкость	6	Свободные и вынужденные колебания, резонанс. Модели: шарик на пружинке, колебательный контур. Дифференциальные уравнения, их решения, графики
7	Волны упругие и электромагнитные	8	Дифференциальное уравнение плоской гармонической волны, его решение. Период, частота, длина волны, волновое число
9	Молекулярная физика. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реальных газов	10	Распределение молекул по скоростям. Формула Максвелла. Барометрическая формула

№	Тема	№	Тема
11	Явления переноса. Диффузия, вязкость, теплопроводность. Уравнения процессов	12	Законы термодинамики. Тепловые двигатели. Коэффициент полезного действия. Энтропия
13	Четыре уравнения Максвелла для электромагнетизма. Сила Лоренца, действующая на заряд в магнитном поле	14	Оптика. Законы геометрической оптики. Интерференция, дифракция, поляризация
15	Фотоэффект	16	Тепловое излучение. Формула Планка для абсолютно черного тела
17	Многоэлектронный атом, четыре квантовых числа. Заполнение электронных оболочек. Уровни энергии атома	18	Лазер. Энергетическая схема и устройство трехуровневого лазера на рубине
19	Протонно-нейтронная модель ядра. Ядерные силы	20	Виды радиоактивности
21	Закон радиоактивного распада	22	Ядерная реакция деления урана
23	Термоядерные реакции синтеза изотопов водорода	24	Дозиметрия. Дозы облучения, поглощения. Эквивалентная доза
25	Классификация элементарных частиц	26	Кварки и их характеристики

№	Тема	№	Тема
27	Лептоны и их характеристики	28	Сильное взаимодействие
29	Электромагнитное взаимодействие	30	Слабое взаимодействие
31	Гравитационное взаимодействие		
Дополнительная литература: [12], [70], [78], [87], [95], [100], [107]			

Примечание. В приведенных формулах необходимо пояснять, какую физическую величину и размерность имеет каждое обозначение.

4. Симметрия в природе

№	Тема	№	Тема
1	Пространственно-временные симметрии. Теорема Нётер: связь законов сохранения со свойствами пространства и времени	2	Однородность пространства
3	Изотропность пространства	4	Однородность времени
5	Зеркальная симметрия P	6	Зарядовая симметрия C
7	Симметрия относительно обращения времени T	8	Теорема CPT
9	Калибровочная симметрия. Закон сохранения электрического заряда	10	Точечные группы симметрии кристаллов. Классы симметрии: кубическая, тетрагональная, ромбическая

№	Тема	№	Тема
11	Классы симметрии кристаллов: гексагональная, моноклинная, тригональная, триклинная	12	Операции симметрии: поворот, отражение, инверсии, инверсионные повороты
13	Предельные группы симметрии: шар, конус	14	Пространственные группы симметрии, трансляции, винтовые оси
15	Симметрии слоев и цепей. Объекты со спиральной и винтовой симметрией	16	Молекула ДНК
17	Биологические кристаллы	18	Жидкие кристаллы-нематика
19	Жидкие кристаллы-сметтики	20	Жидкие кристаллы-холестерики
21	Хиральная симметрия молекул	22	Обобщенные симметрии, антисимметрии
23	Цветные симметрии	24	Симметрия подобия
25	Гравюры Эшера	26	Спонтанное нарушение симметрии
27	Объекты с осями 5-го и 7-го порядка. Морские звезды	28	Связь красоты и симметрии в живой и неживой природе
29	Приближенная симметрия человеческого тела		
Дополнительная литература: [12], [18], [20], [23], [87], [103]			

Примечание. В каждом вопросе приводить пример.

5. Система химических наук

№	Тема	№	Тема
1	Определение химии как науки	2	Неорганическая химия
3	Органическая химия	4	Физическая химия
5	Квантовая химия	6	Химическая термодинамика
7	Химическая кинетика	8	Учение о катализе
9	Коллоидная химия	10	Физико-химическая механика
11	Электрохимия	12	Радиохимия
13	Аналитическая химия	14	Качественный и количественный анализ
15	Химия высокомолекулярных соединений	16	Биохимия
17	Биоорганическая химия	18	Геохимия
19	Космохимия	20	Основные классы органических соединений
21	Химия высоких энергий	22	Радиационная химия
23	Фотохимия	24	Лазерная химия
25	Периодический закон и таблица Д. И. Менделеева	26	Химическая связь
27	Скорость химической реакции	28	Растворы. Теория электролитической диссоциации

№	Тема	№	Тема
29	Важнейшие классы неорганических соединений	30	Окислительно-восстановительные реакции
31	Электролиз	32	Катализаторы и ингибиторы
Дополнительная литература: [12], [19], [93], [94]			

Примечание. Рассмотреть объекты, методы изучения и достижения каждой науки.

6. Система биологических наук

№	Тема	№	Тема
1	Ботаника	2	Зоология
3	Анатомия человека	4	Физиология человека
5	Микробиология	6	Лихенология
7	Микология	8	Палеонтология
9	Морфология	10	Цитология
11	Гистология	12	Биохимия
13	Биофизика	14	Молекулярная биология
15	Экология	16	Гидробиология
17	Биогеография	18	Биогеоценология
19	Физиология растений	20	Этология
21	Эмбриология, биология развития	22	Биометрия
23	Математическая биология	24	Радиобиология
25	Космическая биология	26	Социобиология

№	Тема	№	Тема
27	Эволюционное учение	28	Вирусология
29	Генетика	30	Генная инженерия
31	Генетика человека	32	Значение биологии для сельского хозяйства
33	Значение биологии для лесного хозяйства	34	Значение биологии для медицины
Дополнительная литература: [8], [9], [12], [34], [41]			

Примечание. Рассмотреть объекты, методы изучения и достижения каждой науки.

7. Система геологических наук. Геохронологическая шкала

№	Тема	№	Тема
1	Геология – общая характеристика	2	Стратиграфия
3	Тектоника	4	Геодинамика
5	Морская геология	6	Региональная геология
7	Минералогия	8	Геммология
9	Петрография (петрология)	10	Литография
11	Геохимия	12	Учение о полезных ископаемых
13	Геофизика	14	Гравиметрия
15	Сейсмология	16	Геотермика

№	Тема	№	Тема
17	Геохронология. Эосы и эры	18	Антропогенный период
19	Неогеновый период	20	Палеогеновый период
21	Меловой период	22	Юрский период
23	Триасовый период	24	Пермский период
25	Каменноугольный период	26	Девонский период
27	Силурийский период	28	Ордовикский период
29	Кембрийский период	30	Венд – период
31	Рифей – период		
Дополнительная литература: [8], [28], [36], [59], [82]			

Примечание. Для каждой науки указать объекты, которые она изучает, дать характеристику геологических периодов.

8. Климат Земли

№	Тема	№	Тема
1	Метеорология и её разделы	2	Атмосферная оптика
3	Атмосферное электричество	4	Теория грозы
5	Электрические разряды в атмосфере, молния	6	Погода
7	Метеорологические элементы	8	Циркуляция атмосферы
9	Пассаты	10	Циклоны
11	Антициклоны	12	Атмосферные фронты

№	Тема	№	Тема
13	Классификация облаков	14	Синоптические карты (карты погоды)
15	Метеорологические спутники	16	Климатология
17	Типы климата. Общая характеристика	18	Тропический климат
19	Климат субтропиков	20	Климат пустынь
21	Климат умеренных широт	22	Климат арктический
23	Климат высокогорный	24	Эволюция климата Земли
25	Ледниковые периоды	26	Климат в архее
27	Климат в протерозойскую эру	28	Климат в палеозойскую эру
29	Климат в мезозойскую эру	30	Климат в кайнозойскую эру
31	Современное состояние климата Земли	32	Климат Пермского края
Дополнительная литература: [12], [14], [69], [96]			

Примечание. Рассмотреть количественные характеристики климатов.

9. Вселенная, Галактика, Солнце –
их строение, происхождение и эволюция

№	Тема	№	Тема
1	Вселенная, её характеристики	2	Происхождение и эволюция Вселенной
3	Галактика, её характеристики и строение	4	Классификация галактик

№	Тема	№	Тема
5	Звезды, их классификация. Диаграмма Герцшпрунга – Ресселя	6	Звезды Вольфа-Райе
7	Голубые сверхгиганты	8	Красные гиганты
9	Цефеиды (переменные звезды)	10	Сверхновые звезды
11	Белые карлики	12	Нейтронные звезды. Пульсары
13	Черные дыры	14	Квazarы
15	Солнце, его характеристики, происхождение и эволюция	16	Солнечная система, её состав
17	Происхождение Солнечной системы	18	Меркурий
19	Венера	20	Земля
21	Марс	22	Юпитер
23	Сатурн	24	Уран
25	Нептун	26	Плутон
27	Астероиды	28	Кометы
29	Метеориты	30	Космические лучи
31	Межзвездная среда	32	Луна
33	Спутники Марса: Фобос и Деймос		
Дополнительная литература: [5], [12], [87], [33], [100]			

Примечание. Для каждого объекта указать количественные характеристики, рассмотреть его эволюцию и современное состояние.

10. Земля и геосферные оболочки

№	Тема	№	Тема
1	Магнитосфера	2	Магнитное поле Земли и его характеристики
3	Магнитные бури	4	Радиационные пояса Земли
5	Атмосфера. Общая характеристика	6	Ионосфера
7	Мезосфера	8	Стратосфера
9	Тропосфера	10	Гидросфера, образование, состав
11	Океаны	12	Моря
13	Озера	14	Реки
15	Подземные воды	16	Полярные шапки
17	Ледники	18	Снежный покров
19	Земная кора	20	Земные электрические токи
21	Суша, горы	22	Пустыни
23	Саванны и редколесье	24	Леса
25	Сельскохозяйственные угодья	26	Верхняя и нижняя мантия Земли
27	Литосфера	28	Внешнее и внутреннее ядро Земли
29	Географическая оболочка Земли	30	Пояса физико-географические
31	Зоны физико-географические	32	Движения в земной коре (новая глобальная тектоника.)

№	Тема	№	Тема
33	Землетрясения, предсказания (примеры)	34	Шкала Рихтера для землетрясений
35	Цунами	36	Извержения вулканов
37	Подводные вулканы		
Дополнительная литература: [33], [36], [58], [59], [69], [87]			

Примечание. Для каждого объекта указать количественные характеристики, рассмотреть его эволюцию и современное состояние.

11. Биосфера и её эволюция

№	Тема	№	Тема
1	Гипотезы о возникновении жизни на Земле	2	Биохимическая основа углеродной жизни на Земле
3	Предбиологическая стадия эволюции. Гипотеза Кернса-Смита о кристаллах глины	4	Фотосинтез углеводов
5	Аминокислоты, сахара, белки	6	Молекула ДНК, строение и функция
7	Молекула РНК, строение и функции	8	Единый генетический код живого вещества
9	Гены, хромосомы	10	Программа расшифровки генома человека, растений и микробов
11	Свойства живого вещества и его характеристика	12	Кругооборот живого вещества в масштабе Земли
13	Уровни организации жизни на Земле	14	Биологическая эволюция и её этапы

№	Тема	№	Тема
15	Учение Вернадского о биосфере Земли	16	Биоэтика. Проблема биоразнообразия. Количество биологических видов
17	Биосистемы	18	Экосистема (биогеоценоз)
19	Биоценоз	20	Трофические уровни и цепи
21	Биота	22	Биогеохимические циклы
23	Биоциклы	24	Биохоры
25	Биотопы	26	Экологическая ниша
27	Экологическая зональность водоемов	28	Популяция
29	Вид	30	Организм
31	Клетка эукариота и её строение	32	Самовоспроизводство клеток (митоз).
33	Влияние ионизирующих излучений на организмы		
Дополнительная литература: [8], [10], [12], [15], [21], [22], [106]			

Примечание. В каждой теме указать характеристики объекта и рассмотреть пример.

12. Теория этногенеза Л. Гумилева

№	Тема	№	Тема
1	Этносфера и биосфера	2	Этногенез
3	Этнос и его свойства и происхождение	4	Этнос в истории
5	Этнос в географии. Антропогенные ландшафты	6	Этнос, популяция

№	Тема	№	Тема
7	Филогенез и онтогенез	8	Пассионарность как энергия и как характеристика поведения в этногенезе
9	Пассионарии гармонические	10	Субпассионарии
11	Этническое поле	12	Природа пассионарности
13	Кривая этногенеза в координатах «пассионарное напряжение – время»	14	Возраст этноса
15	Возникновение этноса	16	Фаза подъема
17	Фаза акматическая (перегрева)	18	Фаза надлома
19	Фаза инерции	20	Фаза обскурации
21	Фаза мемориальная	22	Фазовые переходы внутри этноса
23	Возраст Российского суперэтноса	24	Возраст Западной христианской цивилизации
25	Возраст Леванта (исламский суперэтнос)	26	Возраст Китайского суперэтноса
27	Возраст Индийского суперэтноса	28	Этногенез и культура. Этнические системы. Интерференция этнических полей.
29	Буддизм и христианство	30	Ислам и христианство
Дополнительная литература: [30], [31], [49], [58]			

Примечание. В каждой теме проследить эволюцию объекта.

13. Человек и его характеристики

№	Тема	№	Тема
1	Возникновение человека как вида. Антропология	2	Морфология человека, закономерности изменчивости организма
3	Расоведение: классификация человеческих рас, численность, распространение	4	Биология человеческого вида
5	Физиология человека общая характеристика	6	Мозг его строение и функции
7	Центральная нервная система	8	Костно-мышечная система
9	Система кровообращения	10	Лимфатическая система
11	Система пищеварения	12	Эндокринная система
13	Репродуктивная система	14	Органы зрения и их функционирование
15	Органы слуха	16	Органы осязания и обоняния
17	Психика	18	Здоровье человека, здоровый образ жизни, работоспособность
19	Качество и количество жизни	20	Интеллект
21	Эмоции	22	Воля
23	Сознание	24	Теория психоанализа Фрейда
25	Теория условных рефлексов Павлова	26	Информационные характеристики человека

№	Тема	№	Тема
27	Энергетические характеристики человека	28	Физические характеристики человека (таблица мировых рекордов мужчин)
29	Физические характеристики человека (таблица мировых рекордов женщин)	30	Магнитное и электрическое поле человека. Биопотенциалы клеток и органов
31	Природа интуиции	32	Природа гениальности
Дополнительная литература: [4], [8], [9], [12], [42], [45], [51], [74], [85], [86], [88]			

Примечание. В каждой теме указать количественные характеристики объекта и рассмотреть его функционирование.

14. Классификация технологий

№	Тема	№	Тема
1	История технологии с древнейших времен до настоящего времени	2	Определение технологии, различные формулировки, требования, предъявляемые к технологии (экологичность и др.)
3	Структура технологии: технологический процесс, технологическая документация	4	Основные виды профессиональной деятельности и применяемые технологии. Технологическое общество

№	Тема	№	Тема
5	Классификация технологий: вещественные, энергетические, информационные технологии; исходное сырье и конечные продукты	6	Физические технологии, их классификация по использованным частицам (электронные, фотонные, ядерные ...)
7	Химические технологии	8	Биологические технологии: генетические, микробиологические и др.
9	Геологические технологии (разведка, добыча полезных ископаемых)	10	Информационные технологии. Экспертные системы, искусственный интеллект
11	Политические технологии	12	Технологии управления организациями, фирмами
13	Военные технологии	14	Финансовые и банковские технологии. «Электронные деньги»
15	Технологии бизнеса и торговли (маркетинг)	16	Юридические и правоохранительные технологии
17	Промышленные технологии	18	Сельскохозяйственные технологии
19	Технологии производства продуктов питания	20	Строительные технологии

№	Тема	№	Тема
21	Транспортные технологии (авиация, железная дорога, автомобили, флот)	22	Коммуникационные технологии
23	Энергетические технологии производства, передачи и распределения энергии	24	Нанотехнологии
25	Образовательные технологии	26	Технологии массового питания (рестораны) и проживания (отели)
27	Технологии туризма	28	Музейные технологии
29	Технологии искусств	30	Технологии массовых развлечений (шоу-бизнес)
31	Технологии производства одежды и сопутствующих предметов (индустрия моды)	32	Спортивные технологии
33	Медицинские технологии диагностики, лечения и производства лекарственных препаратов	34	Технология средств массовой информации (масс-медиа, телевидение, радио, кино, Интернет)
35	Религиозные технологии (психотехнические, манипулирования сознанием).	36	Технологии организованных преступных сообществ (оружие, наркотики, живой товар)
Дополнительная литература: [8], [71], [72], [93], [96], [108]			

Примечание. Для каждой технологии рассмотреть всю цепочку технологических операций: от сырья до готового продукта.

15. Самоорганизация.
Открытые и диссипативные системы

№	Тема	№	Тема
1	Кибернетика	2	Энтропия
3	Информация	4	Связь энтропии и информации, негэнтропия
5	Открытые системы	6	Синергетика
7	Диссипативные структуры	8	Самоорганизация
9	Конвективные ячейки Бенара	10	Колебательная химическая реакция Белоусова-Жаботинского
11	Теория самоорганизованной критичности	12	Диссипативная система с хаосом: система Лоренца, странный аттрактор
13	Теория катастроф	14	Виды неустойчивостей: складка, сборка
15	Бифуркации	16	Фракталы
17	Канторово множество	18	Кривая Коха
19	«Ковер Серпинского»	20	«Канторов сыр»
21	Фрактальные дробные размерности	22	Турбулентность: слабая, сильная, развитая
23	Примеры турбулентности	24	Шумы, спектры шумов, примеры шумов
25	Белый шум	26	Фликкер-шум (розовый шум)
27	Коричневый шум	28	Черный шум
29	Хаос в природе	30	Хаос динамический

№	Тема	№	Тема
31	Хаос в социальных системах	32	Самоорганизация на планетах
Дополнительная литература: [2], [3], [24], [26], [39], [40], [43], [80], [90], [91], [102], [104], [105]			

Примечание. В каждой теме рассмотреть количественные характеристики явления и его применение.

16. Глобальные проблемы человечества

№	Тема	№	Тема
1	Глобализация. Общая характеристика	2	Глобальное информационное пространство. Интернет
3	Предотвращение ядерной войны и сохранение мира	4	Обеспечение устойчивого развития мирового сообщества и повышение уровня организованности и управляемости им
5	Экологическая проблема деградации глобальной экологической системы	6	Загрязнение окружающей среды: металлизация, химизация, радиоактивное и др.
7	Энергетическая проблема	8	Сырьевая проблема
9	Чистый воздух	10	Чистая вода
11	Продовольственная проблема	12	Мировой океан: освоение, загрязнение

№	Тема	№	Тема
13	Демографическая проблема роста населения Земли	14	Межэтнические отношения, столкновения суперэтнических систем
15	Кризис традиционных культур	16	Перенаселенность отдельных районов
17	Голод	18	Эпидемии
19	Здоровье населения мира	20	Глобальное образование
21	Стихийные бедствия, общая характеристика	22	Изменение климата
23	Парниковый эффект	24	Разрушение озонового слоя
25	Засухи	26	Наводнения
27	Землетрясения	28	Цунами
29	Вулканическая деятельность	30	Центры дестабилизации окружающей природы: европейский, североамериканский, азиатский
31	Центры стабилизации окружающей природы: северный евроазиатский: Россия, Скандинавия; североамериканский: Канада и Аляска	32	Центры стабилизации окружающей природы: южноамериканский: Амазонка, Австралийский
Дополнительная литература: [31], [41], [46], [47], [49], [58], [61], [92]			

Примечание. В каждой теме рассмотреть количественные характеристики проблемы и оценить степень влияния данной проблемы на развитие человечества.

17. Модели в естествознании

№	Тема	№	Тема
1	Метод математического моделирования	2	Моделирование в физике
3	Метод размерностей	4	Теория подобия
5	Математические модели в химии	6	Математические модели в биологии, модель хищник – жертва
7	Математические модели в геологии	8	Математические модели в экологии
9	Модель взаимодействия океана и атмосферы	10	Модель колебательных процессов в экономике
11	Математическое моделирование в социологии	12	Математические модели человека
13	Экспертные системы	14	Модели искусственного интеллекта
15	Модели метеорологии, модель Лоренца	16	Модели в демографии, модель С. П. Капицы
17	Модель Пригожина-Лефевра-Николиса («брюсселятор»)	18	Модель колебательной химической реакции Белоусова-Жаботинского
Дополнительная литература: [38], [67], [69], [87], [93], [98], [107]			

18. Геммология

№	Тема	№	Тема
1	Геммология как ветвь минералогии	2	Классификация ювелирных и поделочных камней
<i>Ювелирные драгоценные камни, самоцветы 1-го порядка</i>			
3	Алмаз	4	Изумруд
5	Рубин	6	Синий сапфир
7	Жемчуг		
<i>Ювелирные драгоценные камни, самоцветы 2-го порядка</i>			
8	Александрит	9	Благородный жадеит
10	Оранжевый, желтый, фиолетовый, зеленый сапфир	11	Благородный черный опал
<i>Ювелирные драгоценные камни, самоцветы 3-го порядка</i>			
12	Демантоид	13	Благородная шпинель
14	Благородный белый и огненный опал	15	Топаз
16	Аквамарин	17	Родонит
18	Красный турмалин	19	Синий, зеленый, розовый и полихромный турмалин
20	Благородный сподумен (кунцит, гидденит)	21	Циркон
22	Желтый, зеленый, золотистый и розовый берилл	23	Бирюза
24	Хризолит	25	Аметист
26	Хризопраз	27	Пироп
28	Амальдин	29	Цитрин

№	Тема	№	Тема
<i>Ювелирно-поделочные камни 1-го порядка</i>			
30	Дымчатый кварц, янтарь-сукцинит, горный хрусталь	31	Жадеит, нефрит, лазурит
32	Малахит, авантюрин, чароит		
<i>Ювелирно-поделочные камни 2-го порядка</i>			
33	Агат, цветной халцедон, кахолонг, амазонит, родонит (орлец) гелиотроп, гематит-кروавик, розовый кварц, иризирующий обсидиан, опал обыкновенный, лабрадор и другие иризирующие полевые шпаты	34	Синтетические драгоценные и ограночные камни.
Поделочные камни			
35	Яшмы, письменный гранит, окаменелое дерево, мраморный оникс, лиственит, обсидиан, гагат	36	Джеспилит, селенит, флюорит, авантюриновый кварцит, агальматолит, рисунчатый кремьень, цветной мрамор
Дополнительная литература: [28], [32], [55], [83]			

Примечание. Для каждого минерала указать химическую формулу, структуру, свойства, распространенность, стоимость.

19. Витамины и микроэлементы

№	Тема	№	Тема
1	Витамин А	2	Витамин Д
3	Витамин Е	4	Витамин К
5	Витамин В ₁	6	Витамин В ₂
7	Витамин В ₄	8	Витамин В ₅
9	Витамин В ₆	10	Витамин В ₉
11	Витамин В ₁₂	12	Витамин С
13	Витамин В _т	14	Витамин U
15	Липоевая кислота	16	Витамин Р
17	Витамин РР	18	Бром
19	Железо	20	Йод
21	Кобальт	22	Марганец
23	Медь	24	Молибден
25	Фтор	26	Цинк
27	Сера	28	Кальций
29	Калий	30	Магний
Дополнительная литература: [52], [86], [93], [94]			

Примечание. Для каждого витамина указать структурную формулу, свойства, роль в организме человека, суточное потребление; для микроэлементов – источники, суточную потребность, органы накопления, значение.

7.3. Задания к контрольной работе № 1

Таблица 12

№	Номера задач									
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
0	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
1	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199

Примеры тестовых заданий

Физика

100. Мальчик подбросил футбольный мяч массой 0,4 кг с поверхности Земли на высоту 3 м. На этой высоте мяч будет обладать потенциальной энергией

- 1) 4 Дж;
- 2) 12 Дж;
- 3) 1,2 Дж;
- 4) 7,5 Дж.

101. При гармонических колебаниях вдоль оси x координата тела изменяется по закону $x = 0,9 \cdot \cos 5t$ (м). Амплитуда колебаний равна

- 1) 5 м;
- 2) 4,5 м;
- 3) 0,9 м;
- 4) 0,18 м.

102. Человеческое ухо может воспринимать звуки частотой от 20 до 20000 Гц. При скорости звука в воздухе, равной 340 м/с, этому интервалу слышимости звуковых колебаний соответствует диапазон длин волн

- 1) 20...20 000 м;
- 2) 6800...6 800 000 м;
- 3) 0,06...58,8 м;
- 4) 17...0,017 м.

103. Диффузия происходит быстрее при повышении температуры вещества, потому что

- 1) увеличивается скорость движения частиц;
- 2) увеличивается взаимодействие частиц;
- 3) тело при нагревании расширяется;
- 4) уменьшается скорость движения частиц.

104. При охлаждении твердого тела массой m температура тела понизилась на ΔT . Количество отданной теплоты Q , при удельной теплоемкости вещества этого тела c можно определить по формуле

- 1) $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$;
- 2) $Q = \frac{m \cdot \Delta T}{c}$;
- 3) $Q = \frac{c \cdot m}{\Delta T}$;
- 4) $Q = \frac{m}{c \cdot \Delta T}$.

105. Внутренняя энергия идеального газа при его охлаждении

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема;
- 4) не изменяется.

106. Температура кипения воды существенно зависит от...

- 1) от мощности нагревателя;
- 2) от вещества сосуда, в котором нагревается вода;
- 3) от атмосферного давления;
- 4) от начальной температуры воды.

107. Для того чтобы изменить полюса магнитного поля катушки с током, нужно

- 1) ввести в катушку сердечник;
- 2) изменить направление тока в катушке;
- 3) отключить источник тока;
- 4) увеличить силу тока.

108. Объектив фотоаппарата является собирающей линзой. При фотографировании предмета он дает на пленке изображение

- 1) действительное прямое;
- 2) мнимое прямое;
- 3) действительное перевернутое;
- 4) мнимое перевернутое.

109. При радиоактивном распаде ядра урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ и конечном превращении его в ядро свинца ${}_{82}^{198}\text{Pb}$ должно произойти α - и β -распадов в количестве

- 1) 10 α - и 10 β -распадов;
- 2) 10 α - и 8 β -распадов;
- 3) 8 α - и 10 β -распадов;
- 4) 10 α - и 9 β -распадов.

110. Заряд ядра алюминия равен 13, а его массовое число равно 27. Это ядро состоит из

- 1) из 13 протонов и 27 нейтронов;
- 2) из 13 протонов и 14 нейтронов;
- 3) из 27 протонов и 13 нейтронов;
- 4) из 40 протонов и 27 нейтронов.

111. Два одноименных заряда по 10^{-8} Кл находились на расстоянии $3 \cdot 10^{-2}$ м друг от друга. При этом они взаимодействуют с силой F

- 1) притягиваются, $F=3 \cdot 10^{-5}$ Н;
- 2) притягиваются, $F=10^{-3}$ Н;
- 3) отталкиваются, $F=3 \cdot 10^{-5}$ Н;
- 4) отталкиваются, $F=10^{-3}$ Н.

112. Гальванический элемент с ЭДС 1,6 В и внутренним сопротивлением 0,3 Ом замкнут проводником с сопротивлением 3,7 Ом. Сила тока в цепи равна

- 1) 0,3 А;
- 2) 0,4 А;
- 3) 2,5 А;
- 4) 6,4 А.

113. Спираль электрической плитки нагревается при прохождении через нее электрического тока. Правильным является утверждение

- 1) Внутренняя энергия спирали увеличивается;
- 2) Внутренняя энергия спирали уменьшается;
- 3) Внутренняя энергия спирали не изменяется;
- 4) Механическая энергия спирали увеличивается.

114. Когда мы снимаем одежду, особенно изготовленную из синтетических материалов, слышен характерный треск. Этот треск объясняется явлением

- 1) электризации;
- 2) трения;
- 3) нагревания;
- 4) электромагнитной индукции.

115. В стакане с водой плавает брусок льда. После того как лед растает, уровень воды в стакане:

- 1) поднимется, так как объем ледяного бруска больше объема вытесненной им воды;
- 2) опустится, так как плотность льда меньше плотности воды;
- 3) останется на прежнем уровне, так как масса льда равна массе воды;
- 4) поднимется, так как воды станет больше.

116. Испарение жидкости происходит потому, что

- 1) разрушается кристаллическая решетка;
- 2) самые быстрые частицы покидают жидкость;
- 3) самые медленные частицы покидают жидкость;
- 4) самые крупные частицы покидают жидкость.

117. При создании гидроэлектростанции неизбежно возникает экологическая проблема

- 1) строительства высокой плотины;
- 2) изменения среды обитания водных организмов;
- 3) повышения КПД гидротурбин;
- 4) усложнения условий плавания судов.

118. С балкона высотой $h = 3$ м на землю упал предмет массой $m = 2$ кг. Изменение энергии его тяготения к Земле при этом равно

- 1) 60 Дж;
- 2) 20 Дж;
- 3) 10 Дж;
- 4) 6 Дж.

119. Автомобиль массой 3000 кг движется со скоростью 2 м/с. Кинетическая энергия автомобиля равна

- 1) 3000 Дж;
- 2) 1500 Дж;
- 3) 12000 Дж;
- 4) 6000 Дж.

120. При полете в космическом корабле, который становится спутником Земли, невесомость будет наблюдаться

- 1) на стартовой позиции с включенным двигателем;
- 2) при выходе на орбиту с включенным двигателем;
- 3) при орбитальном полете с выключенным двигателем;
- 4) при посадке с парашютом с выключенным двигателем.

121. Велосипедист съезжает с горки, двигаясь прямолинейно и равноускоренно. За время спуска скорость велосипедиста увеличилась на 10 м/с. Ускорение велосипедиста $0,5 \text{ м/с}^2$. Спуск длится

- 1) 0,05 с;
- 2) 2 с;
- 3) 5 с;
- 4) 20 с.

122. В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Такой характер движения частиц можно объяснить явлением

- 1) малой сжимаемости;
- 2) текучести;
- 3) давления на дно сосуда;
- 4) изменением объема при нагревании.

123. Лед при температуре 0°C внесли в теплое помещение. Температура льда до того, как он растает,

- 1) не изменится, так как вся энергия, получаемая льдом в это время, расходуется на разрушение кристаллической решетки;
- 2) не изменится, так как при плавлении лед получает тепло от окружающей среды, а затем отдает его обратно;
- 3) повысится, так как лед получает тепло от окружающей среды, значит, его внутренняя энергия растет, и температура льда повышается;
- 4) понизится, так как при плавлении лед отдает окружающей среде некоторое количество теплоты.

124. Человек легче переносит высокую температуру воздуха при влажности воздуха

- 1) низкой, так как при этом пот испаряется быстро;
- 2) низкой, так как при этом пот испаряется медленно;
- 3) высокой, так как при этом пот испаряется быстро;
- 4) высокой, так как при этом пот испаряется медленно.

125. Абсолютная температура тела 300 K по шкале Цельсия соответствует значению

- 1) -27°C ;
- 2) 27°C ;
- 3) 300°C ;
- 4) 573°C .

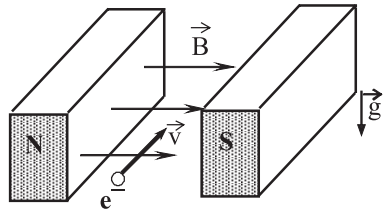
126. Тепловая машина с КПД 60% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж . За цикл машина совершает полезную работу

- 1) 40 Дж ;
- 2) 60 Дж ;
- 3) 100 Дж ;
- 4) 160 Дж .

127. Ток в водном растворе соли создается носителями электрического заряда

- 1) только ионами;
- 2) электронами и «дырками»;
- 3) электронами и ионами;
- 4) только электронами.

128. Электрон e^- , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля \vec{B} . Действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} направлена



- 1) вертикально вниз;
- 2) вертикально вверх;
- 3) горизонтально влево;
- 4) горизонтально вправо.

129. Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено

- 1) интерференцией;
- 2) отражением;
- 3) дисперсией;
- 4) дифракцией.

130. Энергия магнитного поля катушки индуктивностью 100 мГн, по которой течет ток 0,1 А, составляет

- 1) 5 Дж;
- 2) 0,5 Дж;
- 3) 5 мкДж;
- 4) 5 мДж.

131. Скорость света во всех инерциальных системах отсчета

- 1) не зависит ни от скорости приёмника света, ни от скорости источника света;
- 2) зависит только от скорости движения источника света;
- 3) зависит только от скорости приёмника света;
- 4) зависит как от скорости приёмника света, так и от скорости источника света.

132. Бета-излучение – это

- 1) поток ядер гелия;
- 2) поток протонов;
- 3) поток электронов;
- 4) электромагнитные волны.

133. Если предположить, что человек массой 60 кг полностью состоит из воды, то в нем содержатся молекулы воды в количестве

- 1) $2 \cdot 10^{23}$;
- 2) $2 \cdot 10^{26}$;
- 3) $2 \cdot 10^{24}$;
- 4) $2 \cdot 10^{27}$.

134. Скорость тела, падающего с высоты 10 м, на поверхности земли равна

- 1) 10 м/с;
- 2) 15 м/с;
- 3) 14 м/с;
- 4) 13 м/с.

135. Угловая скорость вращения минутной стрелки часов равна

- 1) 0,105 рад/с;
- 2) $1,74 \cdot 10^{-3}$ рад/с;
- 3) 6,28 рад/с;
- 4) 1,05 рад/с.

136. Заряд Земли отрицательный и составляет $-3,5 \cdot 10^{+5}$ Кл. Для того чтобы человек массой 60 кг на земле находился в состоянии невесомости, ему нужно сообщить заряд

- 1) $-7,8$ Кл;
- 2) $0,73$ мКл;
- 3) $-7,8$ мкКл;
- 4) $-7,3$ мКл.

137. Автомобиль двигался со скоростью 72 км/час и полностью остановился за 4 секунды. Тормозной путь в метрах составил

- 1) 10 м;
- 2) 20 м;
- 3) 30 м;
- 4) 40 м.

138. До ближайшей звезды Проксима Центавра свет от Земли идет почти 4,26 года. Это расстояние составляет (в километрах)

- 1) $3 \cdot 10^{14}$;
- 2) $5 \cdot 10^{16}$;
- 3) $4 \cdot 10^{13}$;
- 4) $2 \cdot 10^{12}$.

139. Время жизни человека 20-летнего возраста в секундах составляет

- 1) $6,3 \cdot 10^8$;
- 2) $3 \cdot 10^7$;
- 3) $2,1 \cdot 10^8$;
- 4) $6,7 \cdot 10^6$;

140. На рычаг действуют две силы, плечи которых равны 0,1 м и 0,3 м. Сила, действующая на короткое плечо, равна 3 Н. Значение уравновешивающей силы, действующей на длинное плечо, равно

- 1) 1 Н;
- 2) 6 Н;
- 3) 9 Н;
- 4) 12 Н.

141. Тележка массой m , движущаяся со скоростью v , сталкивается с неподвижной тележкой той же массы и сцепляется с ней. Импульс тележек после взаимодействия равен

- 1) 0;
- 2) $mv/2$;
- 3) mv ;
- 4) $2mv$.

142. Теплоход переходит из устья Волги в соленое Каспийское море. При этом архимедова сила, действующая на теплоход,

- 1) уменьшается;
- 2) не изменяется;
- 3) увеличивается;
- 4) уменьшается или увеличивается в зависимости от размера теплохода.

143. Реакция термоядерного синтеза ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ идет с выделением энергии, при этом: А) сумма зарядов частиц (продуктов реакции) точно равна сумме зарядов исходных ядер; Б) сумма масс частиц (продуктов реакции) точно равна сумме масс исходных ядер. Верное утверждение имеет вид

- 1) верно только А;
- 2) верно только Б;
- 3) верны и А, и Б;
- 4) не верны ни А, ни Б.

144. Температура кристаллического тела при плавлении не изменяется. Внутренняя энергия вещества при плавлении

- 1) увеличивается;
- 2) не изменяется;
- 3) уменьшается;
- 4) может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от кристаллической структуры тела.

145. При трении пластмассовой линейки о шерсть линейка заряжается отрицательно. Это объясняется тем, что

- 1) электроны переходят с линейки на шерсть;
- 2) протоны переходят с линейки на шерсть;
- 3) электроны переходят с шерсти на линейку;
- 4) протоны переходят с шерсти на линейку.

146. Масса Солнца уменьшается за счет испускания

- 1) только заряженных частиц;
- 2) только незаряженных частиц;
- 3) только электромагнитных волн различного диапазона;
- 4) частиц и электромагнитных волн.

147. При освещении катода вакуумного фотоэлемента потоком монохроматического света происходит выбивание фотоэлектронов. При увеличении частоты падающего на катод света в 2 раза максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) не изменится;
- 2) увеличится в 2 раза;
- 3) увеличится более, чем в 2 раза;
- 4) увеличится менее, чем в 2 раза.

148. Радиостанция работает на частоте $0,75 \cdot 10^8$ Гц. При скорости распространения электромагнитных волн 300000 км/с длина волны, излучаемой антенной радиостанции, составляет

- 1) 2,25 м;
- 2) 4 м;
- 3) $2,25 \cdot 10^{-3}$ м;
- 4) $4 \cdot 10^{-3}$ м.

149. При испарении жидкость остывает. Молекулярно-кинетическая теория объясняет это тем, что чаще всего жидкость покидают молекулы, кинетическая энергия которых

- 1) равна средней кинетической энергии молекул жидкости;
- 2) превышает среднюю кинетическую энергию молекул жидкости;
- 3) меньше средней кинетической энергии молекул жидкости;
- 4) равна суммарной кинетической энергии молекул жидкости.

150. Скорость лыжника при равноускоренном спуске с горы за 4 с увеличилась на 6 м/с. Масса лыжника 60 кг. Равнодействующая всех сил, действующих на лыжника, равна

- 1) 20 Н;
- 2) 30 Н;
- 3) 60 Н;
- 4) 90 Н.

151. Тело массой 2 кг движется вдоль оси OX. Его координата меняется в соответствии с уравнением $x = A + Bt + Ct^2$, где $A = 2$ м, $B = 3$ м/с, $C = 5$ м/с². Импульс тела в момент времени $t = 2$ с равен

- 1) 86 кг·м/с;
- 2) 48 кг·м/с;
- 3) 46 кг·м/с;
- 4) 26 кг·м/с.

152. Сани с охотником стоят на очень гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость саней после выстрела 0,15 м/с. Общая масса охотника с ружьем и санями равна 120 кг. Скорость заряда сразу после выстрела

- 1) 4 м/с;
- 2) 240 м/с;
- 3) 600 м/с;
- 4) 1200 м/с.

153. Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для

- 1) для кристаллических тел;
- 2) для аморфных тел;
- 3) для жидкостей;
- 4) для газов.

154. Торий ${}_{90}^{230}\text{Th}$ может превратиться в радий ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ в результате

- 1) одного β -распада;
- 2) одного α -распада;
- 3) одного β - и одного α -распада;
- 4) испускания γ -кванта.

155. Внутренняя энергия кристаллического вещества в процессе его плавления

- 1) увеличивается для любого кристаллического вещества;
- 2) уменьшается для любого кристаллического вещества;
- 3) для одних кристаллических веществ увеличивается, для других – уменьшается;
- 4) не изменяется.

156. Ток в металле создается следующими носителями электрического заряда

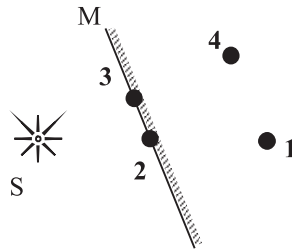
- 1) только ионами;
- 2) электронами и «дырками»;
- 3) электронами и ионами;
- 4) только электронами.

157. Ион Na^+ массой m влетает в магнитное поле со скоростью \vec{v} перпендикулярно линиям индукции магнитного поля \vec{B} и движется по дуге окружности радиусом R . Радиус можно рассчитать, пользуясь выражением

- 1) $\frac{mve}{B}$;
- 2) $\frac{mvB}{e}$;
- 3) $\frac{mv}{eB}$;
- 4) $\frac{eB}{mv}$.

158. Изображением источника света S в зеркале M является точка

- 1) 1;
- 2) 2;
- 3) 3;
- 4) 4.



159. В герметично закрытом сосуде находится идеальный одноатомный газ. При понижении его температуры внутренняя энергия газа

- 1) увеличится или уменьшится в зависимости от давления газа в сосуде;
- 2) уменьшится при любых условиях;
- 3) увеличится при любых условиях;
- 4) не изменится.

Химия

160. Число протонов, нейтронов, и электронов изотопа ${}_{38}\text{Sr}^{90}$ соответственно равно

- 1) 38, 90, 38;
- 2) 38, 52, 38;
- 3) 90, 52, 38;
- 4) 38, 52, 90.

161. Вещества, имеющие молекулярную кристаллическую решетку, как правило,

- 1) тугоплавки и хорошо растворимы в воде;
- 2) легкоплавки и летучи;
- 3) тверды и электропроводны;
- 4) теплопроводны и пластичны.

162. Все вещества группы являются солями

- 1) NH_4Cl , N_2H_4 , NaHSO_4 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$;
- 2) HMnO_4 , Al_4C_3 , K_2CO_3 , CH_3COOH ;
- 3) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, CH_3COONa , CaCl_2 ;
- 4) $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_4\text{Cl}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CaF_2 , C_6H_6 .

163. В здоровом организме человека среди органических веществ преобладают

- 1) углеводы;
- 2) жиры;
- 3) белки;
- 4) витамины.

164. Лучшей электропроводностью будет обладать 1 литр водного раствора

- 1) углекислого газа;
- 2) хлорида кальция;
- 3) хлора;
- 4) аммиака.

165. Высокую пожарную опасность представляет

- 1) оксид магния;
- 2) фосфорная кислота;
- 3) карбонат кальция;
- 4) калий.

166. В кровь человека углеводы поступают в виде

- 1) гликогена;
- 2) сахарозы;
- 3) глюкозы;
- 4) крахмала.

167. Если вещество хорошо растворимо в воде, имеет высокую температуру плавления, то его кристаллическая решётка

- 1) молекулярная;
- 2) атомная;
- 3) ионная;
- 4) металлическая.

168. Натриевые соли жирных кислот называют

- 1) шампунем;
- 2) жиром;
- 3) мылом;
- 4) стеарином.

169. Кислоты – химические соединения, в состав которых входят

- 1) ионы водорода;
- 2) ионы металлов;
- 3) ионы кислотных остатков;
- 4) ионы водорода и ионы кислотных остатков.

170. К углеводам относятся

- 1) глюкоза, крахмал, сахароза;
- 2) все сладкие вещества;
- 3) сахароза, глицин, угольная кислота;
- 4) целлюлоза, гидролаза, фруктоза.

171. Если вещество хорошо растворимо в воде, имеет высокую температуру плавления, электропроводно, то его кристаллическая решетка

- 1) молекулярная;
- 2) атомная;
- 3) ионная;
- 4) металлическая.

172. Активнее всего с кислородом воздуха реагирует

- 1) кальций;
- 2) магний;
- 3) натрий;
- 4) алюминий.

173. Взрывоопасна смесь газов

- 1) метана и воздуха;
- 2) метана и этилена;
- 3) метана и водорода;
- 4) метана и азота.

174. Щелочи – химические соединения, в состав которых входят

- 1) ионы водорода;
- 2) ионы металлов;
- 3) гидроксильные группы;
- 4) ионы металлов и ионы гидроксильных групп.

175. К токсичным (ядовитым) газам относятся

- 1) метан;
- 2) закись азот;
- 3) сероводород;
- 4) озон.

176. В процессе фотосинтеза в растениях из углекислого газа и воды образуется

- 1) глюкоза;
- 2) угольная кислота;
- 3) сахароза;
- 4) углеводороды.

177. К способам защиты металлов от коррозии не относится

- 1) смазка изделий;
- 2) сварка изделий;
- 3) покраска изделий;
- 4) покрытие изделий лаком.

178. Металл, который почти в два раза легче воды, это

- 1) магний;
- 2) алюминий;
- 3) бериллий;
- 4) литий.

179. При растворении сахарозы в воде происходит

- 1) образование карамели;
- 2) гидролиз сахарозы с образованием фруктозы;
- 3) разрушение кристаллической решетки сахарозы;
- 4) гидролиз сахарозы с образованием фруктозы.

Биология

180. Для живых организмов нехарактерно

- 1) способность обмена с окружающей средой;
- 2) метаболизм;
- 3) деление и почкование;
- 4) закрытость системы.

181. Совокупность особей одного вида, имеющих единый генофонд и занимающих единую территорию, называется

- 1) биосферой;
- 2) биоценозом;
- 3) популяцией;
- 4) биогеоценозом.

182. Единица строения и жизнедеятельности живого организма – это

- 1) молекула;
- 2) атом;
- 3) ткань;
- 4) клетка.

183. Энергетическими станциями клетки являются

- 1) митохондрии;
- 2) рибосомы;
- 3) лизосомы;
- 4) ядро.

184. Образование живыми растительными клетками органических веществ называется

- 1) хемосинтезом;
- 2) фотосинтезом;
- 3) органическим синтезом;
- 4) хлоропластом.

185. Единица наследственной информации живого организма это

- 1) аллель;
- 2) хромосома;
- 3) рибосома;
- 4) ген.

186. Количество хромосом у человека

- 1) 36;
- 2) 38;
- 3) 46;
- 4) 48.

187. Геном человека – это

- 1) нуклеотидная последовательность участков отдельных генов;
- 2) совокупность всех генов и межгенных участков ДНК;
- 3) полимерная цепь конкретной ДНК;
- 4) ДНК.

188. Наследование – это

- 1) обучение потомства необходимым навыкам выживания;
- 2) усвоение привычек жизнедеятельности организма;
- 3) передача информации от одного поколения организмов к другому;
- 4) свойство живого организма существовать в природе за счет предыдущего поколения.

189. К фенотипу организма не относятся

- 1) поведенческие особенности;
- 2) психический склад;
- 3) физиология;
- 4) хромосомный набор.

190. Изменение генетического материала митохондрий – это мутации

- 1) ядерные;
- 2) гаметные;
- 3) цитоплазматические;
- 4) соматические.

191. Двадцать третья пара хромосом, определяющая пол мужчин

- 1) XX;
- 2) XY;
- 3) YY;
- 4) YZ.

192. Перенос ядра клетки в икринку африканской шпорцевой лягушки явился этапом в становлении

- 1) генетики;
- 2) геномики;
- 3) евгеники;
- 4) клонирования.

193. Бесполом размножением не является:

- 1) почкование;
- 2) фрагментация;
- 3) клонирование;
- 4) образование гамет.

194. Не более трети генов человека сходны с генами

- 1) обезьян;
- 2) птиц;
- 3) рыб;
- 4) бактерий.

195. Естественный отбор по Дарвину – это

- 1) случайный отбор признаков в каждом организме;
- 2) сохранение и передача полезных признаков следующим поколениям;
- 3) процесс избирательного уничтожения одних особей и преимущественного размножения других;
- 4) изменение организмов под влиянием внешней среды.

196. В биосферу не включается

- 1) гидросфера;
- 2) литосфера;
- 3) нижняя часть атмосферы;
- 4) верхняя часть земной коры.

197. Экосистема – это синоним термина

- 1) биосфера;
- 2) биоценоз;
- 3) биогеоценоз;
- 4) популяция.

198. В современном естествознании коэволюция означает

- 1) взаимное приспособление всех видов;
- 2) современный этап эволюции живого вещества на Земле;
- 3) разрушение биоценоза;
- 4) жестокая борьба за существование.

199. Современная синтетическая теория эволюции сочетает в себе идеи

- 1) Ламарка и Кювье;
- 2) Дарвина и Ламарка;
- 3) Дарвина и генетику;
- 4) Кювье и генетику.

Таблица 13

№	Номера тем рефератов									
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
0	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
1	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199

Темы рефератов, часть 1

100. История астрономии.

101. История физики.

102. История химии.

103. Алхимия и астрология – псевдонауки.

104. История биологии.

105. История генетики.
106. История экологии.
107. История геологии.
108. История математики.
109. История естествознания: древняя Греция.
110. История естествознания: наука в эпоху Возрождения.
111. История естествознания: научная революция XVII–XVIII веков.
112. История естествознания в России.
113. История естествознания: наука в XIX веке.
114. История естествознания: научно-техническая революция XX века.
115. Естествознание как единая наука о природе.
116. Закономерности развития естествознания: основные исторические стадии познания природы.
117. Периодичность в развитии естествознания; основные естественно-научные революции и их характер.
118. Универсальные идеи естествознания.
119. Концепция виртуальной реальности и научное познание.
120. Глобальные проблемы человечества: деградация, загрязнение, чистая вода, продовольствие, рост населения Земли, изменение климата.
121. Сравнение роли науки и искусства в культурном развитии человечества.
122. Основные этапы научно-технической революции.
123. Взаимосвязь природных процессов и революционных изменений в науке.
124. Порядок и беспорядок в природе, энтропия, хаос.

125. Организация биосферы и космическая тенденция к хаосу.
126. Модель горячей Вселенной Г. А. Гамова.
127. Открытые и диссипативные системы в природе и обществе.
128. Уровни организации неживой природы.
129. Стрoение материи на биологическом и социальном уровнях.
130. Основные подходы и история взглядов на микро-, макро- и мегамиры.
131. Современные взгляды на эволюцию материи. Необратимость эволюции материи.
132. Живое и неживое. Основные отличия живой материи от неживой природы.
133. Проблема поиска внеземных цивилизаций (проблема Сети).
134. История взглядов на пространство и время.
135. Парадокс времени. Необратимость времени – стрела времени.
136. Гравитация и пространство-время. Общая теория относительности.
137. Дискретность и континуальность в неживой и живой природе.
138. Причинно-следственные связи в природе и обществе. Концепция детерминизма.
139. Экспериментальные научные методы.
140. Теоретические научные методы.
141. Факты и артефакты в науке.
142. Сравнение гипотезы и теории.

143. Эксперименты, «мысленный эксперимент», машинный эксперимент.

144. Модели математические. Примеры.

145. Модели физические. Примеры.

146. Понятия. Категории. Принципы. Законы. Примеры.

147. Корпускулярная и волновая концепция описания природы. Примеры.

148. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Примеры.

149. Динамические закономерности в природе. Примеры.

150. Статистические закономерности в природе. Примеры.

151. Корреляционные зависимости в природе. Примеры.

152. Научные революции как смена парадигм.

153. Научный метод в гуманитарных науках.

154. Научный метод в общественных науках.

155. Основные положения классической механики Ньютона.

156. Основные положения теории электромагнетизма Максвелла.

157. Упругие и электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн.

158. Основные положения специальной теории относительности Эйнштейна.

159. Основные положения общей теории относительности Эйнштейна.

160. Основные положения квантовой механики.

161. Классификация элементарных частиц.

162. Основные положения неравновесной термодинамики.

163. Теория флуктуаций в статистической физике.

164. Лазеры. Энергетическая схема и устройство трехуровневого лазера на рубине.

165. Виды радиоактивности и радиоактивные семейства урана, тория.

166. Цепные ядерные реакции деления ядра урана.

167. Термоядерные реакции синтеза изотопов водорода.

168. Дозиметрия. Дозы облучения. Доза поглощения. Эквивалентная доза.

169. Классификация элементарных частиц.

170. Кварки и их характеристики.

171. Лептоны и их характеристики.

172. Сильное взаимодействие. Глюоны.

173. Электромагнитное взаимодействие. Гамма-кванты.

174. Слабое взаимодействие. Векторные бозоны.

175. Гравитационное взаимодействие, гравитационные волны.

176. Пространственно-временные симметрии. Теорема Нётер: связь законов сохранения со свойствами пространства и времени.

177. Зеркальная симметрия (P). Зарядовая симметрия (C). Симметрия относительно обращения времени (T). Теорема CPT.

178. Калибровочная симметрия. Закон сохранения электрического заряда.

179. Семь классов симметрии кристаллов: кубическая, тетрагональная, ромбическая, гексагональная, моноклинная, тригональная, триклинная.

180. Операции симметрии: поворот, отражение, инверсии, инверсионные повороты. Предельные группы симметрии: шар, конус.

181. Пространственные группы симметрии. Трансляции. Винтовые оси.

182. Симметрии слоев и цепей. Объекты со спиральной и винтовой симметрией. Молекула ДНК. Биологические кристаллы.

183. Жидкие кристаллы: нематики, смектики, холестерики.

184. Киральная (хиральная) симметрия молекул.

185. Обобщенные симметрии: антисимметрии, цветные симметрии, симметрия подобия.

186. Гравюры Эшера.

187. Спонтанное нарушение симметрии. Объекты с осями 5-го и 7-го порядка. Морские звезды.

188. Связь красоты и симметрии в живой и неживой природе. Приближенная симметрия человеческого тела.

189. Неорганическая химия.

190. Органическая химия. Фуллерены.

191. Физическая химия.

192. Аналитическая химия. Качественный и количественный анализ.

193. Химия высокомолекулярных соединений. Полимеры.

194. Важнейшие классы неорганических соединений.

195. Важнейшие классы органических соединений.

196. Учение о катализе. Катализаторы и ингибиторы.

197. Биохимия и биоорганическая химия.

198. Геохимия и космохимия.

199. Химия высоких энергий: радиационная химия. Лазерная химия.

7.4. Задания к контрольной работе № 2

Таблица 14

№	Номера тем рефератов									
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
0	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
1	101	111	121	131	141	151	161	171	181	191
2	102	112	122	132	142	152	162	172	182	192
3	103	113	123	133	143	153	163	173	183	193
4	104	114	124	134	144	154	164	174	184	194
5	105	115	125	135	145	155	165	175	185	195
6	106	116	126	136	146	156	166	176	186	196
7	107	117	127	137	147	157	167	177	187	197
8	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198
9	109	119	129	139	149	159	169	179	189	199

Темы рефератов, часть 2

100. Ботаника.
101. Зоология.
102. Микробиология.
103. Микология.
104. Генетика, генетика человека.
105. Палеонтология.
106. Цитология.
107. Молекулярная биология.
108. Экология.
109. Этология.
110. Стратиграфия.
111. Тектоника.
112. Минералогия.
113. Геммология.
114. Петрография (петрология).
115. Литография.
116. Геохимия.

117. Учение о полезных ископаемых.
118. Геофизика.
119. Геохронология, эоны и эры, таблица.
120. Метеорология и её разделы.
121. Атмосферное электричество, гроза, молния.
122. Погода и климат. Метеорологические элементы.
123. Циркуляция атмосферы, пассаты, циклоны, антициклоны.
124. Классификация облаков.
125. Синоптические карты (карты погоды).
126. Метеорологические спутники.
127. Климатология. Типы климата. Общая характеристика.
128. Эволюция климата Земли. Ледниковые периоды.
129. Климат Пермского края.
130. Вселенная, её характеристики, происхождение и эволюция.
131. Галактики, их характеристики, строение и классификация. Наша Галактика.
132. Звезды. Классификация звезд. Диаграмма Герцшпрунга – Ресселя.
133. Сверхновые звезды.
134. Белые карлики.
135. Нейтронные звезды. Пульсары.
136. Черные дыры.
137. Квазары.
138. Солнечная система, её состав и происхождение.
139. Астероиды, кометы, метеориты, космические лучи. Межзвездная среда.

140. Магнитосфера. Магнитное поле Земли и его характеристики. Магнитные бури. Радиационные пояса Земли.
141. Атмосфера, общая характеристика.
142. Гидросфера, образование, состав, динамика.
143. Земная кора. Движения в земной коре, новая глобальная тектоника.
144. Земные электрические токи.
145. Верхняя и нижняя мантия Земли.
146. Внешнее и внутреннее ядро Земли.
147. Географическая оболочка Земли, суша, горы, пустыни, саванны и редколесье, леса, сельскохозяйственные угодья.
148. Землетрясения, цунами, предсказания, примеры. Шкала Рихтера для землетрясений.
149. Извержения вулканов, подводные вулканы.
150. Гипотезы о возникновении жизни на Земле.
151. Биохимическая основа углеродной жизни на Земле.
152. Аминокислоты, сахара, белки, липиды. Фотосинтез углеводов.
153. Молекулы ДНК и РНК, их строение и функция.
154. Гены, хромосомы. Единый генетический код живого вещества.
155. Программа расшифровки генома человека, растений и микробов.
156. Учение Вернадского о биосфере Земли.
157. Биоэтика. Проблема биоразнообразия. Количество биологических видов.
158. Строение эукариотных и прокариотных клеток.
159. Влияние ионизирующих излучений на организмы.

160. Этнос, его свойства и происхождение. Антропогенные ландшафты.

161. Пассионарность как энергия и как характеристика поведения в этногенезе. Природа пассионарности.

162. Классификация особей, пассионарии, гармонические, субпассионарии.

163. Кривая этногенеза в координатах пассионарное напряжение – время. Фазы этноса.

164. Этногенез Российского суперэтноса.

165. Этногенез Западной христианской цивилизации.

166. Этногенез Леванта (исламский суперэтнос).

167. Этногенез Китайского суперэтноса.

168. Этногенез Индийского суперэтноса.

169. Этногенез и культура. Этнические системы. Интерференция этнических полей. Буддизм, ислам и христианство.

170. Возникновение человека как вида. Антропология, морфология человека (закономерности изменчивости организма).

171. Расоведение: классификация человеческих рас, численность, распространение.

172. Анатомия и физиология человека (основные системы).

173. Здоровье человека, здоровый образ жизни. Работоспособность, качество и количество жизни.

174. Интеллект, эмоции, воля, сознание, психика, природа гениальности.

175. Теория психоанализа Фрейда.

176. Теория условных рефлексов Павлова.

177. Информационные характеристики человека (объем и скорость перерабатываемой информации органами чувств в битах, емкость памяти).

178. Физические и энергетические характеристики мужчин и женщин (таблица мировых рекордов).

179. Магнитное и электрическое поля биологических организмов и человека. Биопотенциалы клеток и органов.

180. История технологии с древнейших времен до настоящего времени.

181. Определение технологии. Требования к технологии. Структура технологии: технологический процесс, технологическая документация.

182. Классификация технологий: вещественные, энергетические, информационные технологии; исходное сырье и конечные продукты.

183. Физические технологии, их классификация по использованным частицам (электронные, фотонные, ядерные ...).

184. Химические технологии.

185. Биологические технологии: генетические, микробиологические и др.

186. Геологические технологии (разведка, добыча полезных ископаемых).

187. Информационные технологии. Экспертные системы, искусственный интеллект, технологии управления.

188. Нанотехнологии.

189. Энергетические технологии производства, передачи и распределения энергии.

190. Конвективные ячейки Бенара. Колебательная химическая реакция Белоусова-Жаботинского.

191. Теория самоорганизованной критичности.

192. Диссипативная система с хаосом: система Лоренца. Странный аттрактор, бифуркации.

193. Связь энтропии и информации, негэнтропия. Синергетика. Открытые системы, диссипативные структуры.

194. Фракталы. Канторово множество, кривая Коха, «ковёр Серпинского», «канторов сыр». Фрактальные дробные размерности.

195. Турбулентность: слабая, сильная, развитая. Примеры турбулентности.

196. Шумы, спектры шумов, белый шум, фликкер-шум (розовый шум), коричневый шум, черный шум.

197. Хаос в природе. Хаос динамический.

198. Управление хаосом в социальных системах.

199. Самоорганизация на планетах. Оценка общего количества информации, накопленной биосферой и произведенной человечеством, в битах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сказать, что естествознание в целом представляет собой архитектурный комплекс великолепных зданий-музеев разных стилей и эпох, находящийся в природном парке в состоянии постоянной достройки и пополнения коллекций. По нему прошли, проходят и пройдут плановые экскурсии тысяч студентов под руководством членов «невидимого колледжа» преподавателей и ученых. Бродят также разные заинтересованные посетители. Некоторые говорят, что существует генеральный план всего комплекса целостного естествознания.

Дисциплина «Концепция современного естествознания», несмотря на множество точек зрения на неё, доказала свою необходимость и полезность в условиях массовости высшего образования. Представление основного изучаемого материала в справочной форме позволяет студенту получить первоначальную информацию о вопросе за минимальное время. Детали, глубину и связи явлений и процессов можно постичь в результате самостоятельной работы. Задания для семинаров и рефератов даны специально избыточно с тем, чтобы каждый студент имел свой неповторяющийся выбор и реализовал индивидуальную траекторию обучения. Вместе с тем автор стремился к тому, чтобы средний студент имел твердую основу для начала работы.

Комбинация данного пособия с другими источниками (например, из списка дополнительной литературы) может служить основой для дальнейшей исследовательской работы студента над заинтересовавшей его темой или идеей.

Если восприятие человека, его индивидуальная картина мира, его способность к анализу и оценке новой информационной ситуации и принятию правильного решения, после изучения *Концепций Современного Естествознания*, хоть немного прояснились, и углубились, обрели динамическую психологическую устойчивость и способность к критическому уточнению, значит, данное пособие выполнило свою задачу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список основной литературы

1. Суханов А. Д. Концепции современного естествознания: учеб. для вузов/А. Д. Суханов, О. Н. Голубева/Центр естественно-научного образования гуманитариев. – М.: Агар, 2000.– 251 с.
2. Горбачев В. В. Концепции современного естествознания: учеб. пособие/В. В. Горбачев. – М.: ОНИКС 21 век, 2003. – 592 с.
3. Грушевицкая Т. Г. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов /Т. Г. Грушевицкая, А. П. Садохин. – М.: Высш. шк., 1998. – 338 с.
4. Садохин А. П. Концепции современного естествознания: учеб./А. П. Садохин – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 447с.
5. Горохов В. Г. Концепции современного естествознания и техники: учеб. пособие для вузов/В. Г. Горохов. – М.: Инфра-М, 2000. – 608 с.
6. Данилова В. С. Основные концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов/В. С. Данилова, Н. Н. Кожевников. – М.: Аспект Пресс, 2001. – 255 с.
7. Дубнищева Т. Я. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов/Т. Я. Дубнищева. – Новосибирск: ЮКЭА, 1997. – 831 с; М., 2005. – 681 с.

Список дополнительной литературы

1. Акофф Р. О целеустремленных системах/Р. Акофф, Ф. О. Эмери. – М.: Сов. радио, 1974. – 272 с.
2. Арнольд В. И. Теория катастроф/В. И. Арнольд. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 80 с.

3. Ахромеева Т.С. Нестационарные структуры и диффузионный хаос / Т.С. Ахромеева. – М.: Наука, 1992. – 540 с.
4. Байер К.Л. Здоровый образ жизни/К. Байер, Л. Шейнберг. – М.: Мир, 1997. – 386 с.
5. Бакулин П.И. Курс общей астрономии/П.И. Бакулин, Э.В. Кононович, В.И. Мороз. – М.: Наука, 1974. – 512 с.
6. Беннет Д.Г. Драматическая Вселенная: Т.1, 2./Д.Г. Беннет – М.: Профит. Сайл, 2006. – 544 с.
7. Бергер Л. Закономерности истории музыки. Парадигма познания эпохи в структуре художественного стиля/Л. Бергер//Музыкальная академия. – 1999. – №2. – С.124–140.
8. Биологический энциклопедический словарь. – М.: Сов. энцикл., 1989. – 864 с.
9. Биология человека. – М.: Мир, 1979. – 611 с.
10. Биосфера: загрязнение, деградация, охрана/под ред. Д.С. Орлова. – М.: Высш. шк, 2003. – 123 с.
11. Бодрийяр Ж. Симулякры и симуляции/Ж. Бодрийяр//Философия эпохи постмодернизма. – Минск, 1996. – 120 с.
12. Большая энциклопедия: в 62 т. – М.: ТЕРРА, 2006. – 592 с.
13. Бом Д. Специальная теория относительности/Д. Бом. – М.: Мир, 1967. – 285 с.
14. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем/М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат. – 1980. – 351 с.
15. Будыко М.И. Эволюция биосферы/М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 488 с.
16. Букингем М. Шумы в электронных приборах и системах. – М.: Мир, 1986. – 398 с.
17. Ваджра А. Путь зла. Западная матрица глобальной экономики/А. Ваджра. – М.: АСТ. Астрель, 2007. – 542 с.

18. Вайнштейн Б.К. Современная кристаллография. Т.1: Симметрия кристаллов/Б.К. Вайнштейн. – М.: Наука, 1979. – 384 с.
19. Васильева Т.О. Химическая форма материи (химия, жизнь, человек)/Т.О. Васильева, В.В. Орлов. – Пермь.: Кн. изд-во, 1983. – 169 с.
20. Вейль Г. Симметрия/Г. Вейль. – М.: Наука, 1968. – 192 с.
21. Вернадский В.И. Биосфера/В.И. Вернадский. – М.: Мысль, 1967. – 367 с.
22. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения/В.И. Вернадский. – М.: Наука, 1987. – 338 с.
23. Вигнер Е. Этюды о симметрии/Е. Вигнер. – М.: Мир, 1971. – 318 с.
24. Винер Н. Кибернетика/Н. Винер. – М.: Сов. радио. – 1968. – 326 с.
25. Виртуальная реальность как феномен науки, техники и культуры. – СПб, 1996. – 278 с.
26. Гардинер К.В. Стохастические методы в естественных системах/К.В. Гардинер. – М.: Мир, 1986. – 526 с.
27. Горелов А. А. Концепция современного естествознания: курс лекций/А. А. Горелов. – М.: Центр, 1997. – 206 с.
28. Горная энциклопедия: в 5т. – М.: Сов. энцикл, 1984–1991. – 560 с.
29. Гриб А. А. Концепции современного естествознания/А. А. Гриб. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 311 с.
30. Гумилев Л. От Руси к России/Л. Гумилев. – М.: АСТ, 2004. – 396 с.
31. Гумилев Л. Этногенез и биосфера Земли/Л. Гумилев. – М.: Институт ДИ-ДИК, 1997. – 640 с.

32. Джаспер Стоун. Все о драгоценных камнях/Стоун Джаспер. – СПб., 2005. – 176 с.
33. Джефрис Г. Земля, её происхождение, история и строение/Г. Джефрис. – М.: Мир, 1960. – 340 с.
34. Докингс Р. Эгоистичный ген/Р. Докингс. – М.: Мир, 1993. – 275 с.
35. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики (с древнейших времен до конца XVIII в.)/Я.Г. Дорфман – М.: Наука, 1974. – 351 с.; (с начала XIX до середины XX вв). – М.: Наука, 1979. – 317с.
36. Жарков В.Н. Внутреннее строение Земли и планет/В.Н. Жарков. – М.: Наука, 1983. – 415 с.
37. Жидков В.С. Искусство и картина мира/В.С. Жидков, К.Б. Соколов. – СПб.: Алетейя, 2003. – 464 с.
38. Занг В.Б. Синергетическая экономика. Время и переменны в нелинейной экономической теории/В.Б. Занг. – М.: Мир, 1999. – 335 с.
39. Заславский Г.М. Стохастичность динамических систем/Г.М. Заславский. – М.: Наука, 1984. – 271 с.
40. Зеленый Л.М. Фрактальная топология и странная кинетика: от теории перколяции к проблемам космической электродинамики: обзор/Л.М. Зеленый, А.В. Милованов//УФН. – 2004. – Т.174, №8. – С.809-852.
41. Золотухин И.А. Концепции современного естествознания/И.А. Золотухин; Перм. гос. пед. ун-т. – Пермь, 2005. – 150 с.
42. Зубов Ф.Ф. Эволюция рода Номо от архантропа до современного человека/Ф.Ф. Зубов//Итоги науки и техники. Антропология. Т.2. – М., 1987. – 398 с.
43. Изаков М.Н. Саморганизация и информация на планетах и экосистемах/М.Н. Изаков//УФН. – 1996. – Т. 167, № 10. – С.1087–1094.

44. История человечества: в 8 т. Издание ЮНЕСКО/ред. перевода А. Н. Сахаров. – М.: Магистр-Пресс, 2003. – 682 с.
45. Капица С.П. Феноменологическая теория роста населения Земли / С.П. Капица //УФН. – 1996. – Т.166, № 1. – С.63–79.
46. Капица С.П. Синергетика и прогнозы будущего / С.П. Капица, С.П. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий. – М.: Наука, 1997. – 285 с.
47. Капра Ф. Дао физики / Ф. Капра. – СПб.: Орис, 1992. – 257 с.
48. Кара-Мурза С. Концепция «золотого миллиарда» и Новый мировой порядок / С. Кара-Мурза. – 1999 – # http://www.patriotica.ru/actual/skara_milliard.html
49. Кедров Б.М. Классификация наук. Кн. 1–3 / Б.М. Кедров – М., 1965–1985. – 541с.
50. Красота и мозг, биологические аспекты эстетики / ред. И. Ренчлер. – М.: Мир, 1995. – 334 с.
51. Краткая медицинская энциклопедия. Т.1. – М.: Мед. энцикл, 1994. – С.171.; Т.2. С.9.
52. Кроновер Р.М. Фрактал и хаос в динамических системах. Основы теории / Р. М. Кроновер. – М.: Постаркет, 2000. – 352 с.
53. Кузнецов В.И. Естествознание / В.И. Кузнецов, Г.М. Идлис, В.Н. Гутина. – М.: Агар, 1996. – 384 с.
54. Куликов Б.Ф. Словарь камней самоцветов / Б.Ф. Куликов В.В. Буканов. – Л.: Недра, 1988. – 168 с.
55. Кун С. Структура научных революций / С. Кун. – М.: Прогресс, 1977. – 300 с.
56. Лем С. Сумма технологий / С. Лем. – М.: Мир, 1965. – 608 с.
57. Максаковский В. П. Географическая картина мира: в 2 кн. – М.: Дрофа, 2004. – 496 с.
58. Мархинин Е. К. Вулканы и жизнь: Проблемы биовулканологии. – М.: Мысль, 1980. – 196 с.

59. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. Т.1–3 / Т. Миллер. – М.: Пангея, 1993–1996. – 470 с.
60. Моисеев Н. Н. Модели экологии и эволюции / Н. Н. Моисеев. – М.: Знания, 1983. – 63 с.
61. Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера / Н. Н. Моисеев. – М.: Мол. гвардия, 1990. – 351 с.
62. Мышкин А. Д. Элементы теории математических моделей / А. Д. Мышкин. – М.: Физмат, 1994. – 192с.
63. Наука Древнего мира: люди, изобретения, времена. – Л.: Наука, 1982. – 326 с.
64. Неванлинна Р. Пространство, время, относительность / Р. Неванлинна. – М.: Мир, 1966. – 230 с.
65. Неймарк Ю. И. Математические модели в естествознании и технике/Ю. И. Неймарк. – Н. Новгород.: Изд-во ННГУ, 2004. – 216 с.
66. Нельсон Р.Р. Эволюционная теория экономических изменений/Р.Р. Нельсон, С. Дж. Уитнер. – М.: Дело, 2002. – 536 с.
67. Новейший философский словарь. – Минск: Книжный Дом, 2003. – 1280 с.
68. Океан – Атмосфера: энциклопедия. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 464 с.
69. Окунь Л. Б. Физика элементарных частиц/Л. Б. Окунь. – М.: Наука, 1988. – 272 с.
70. Технология//Политехнический словарь. – М.: Больш. рос. энцикл, 1988. – 656 с.
71. Пригожин И. Время, хаос, квант: к решению парадокса времени/И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Эдиториал Урсс, 2001. – 240 с.
72. Психология: словарь/сост. Л. А. Карпенко. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.

73. Рожанский И. Д. История естествознания в эпоху эллинизма и Римской империи/И. Д. Рожанский. – М.: Наука, 1988. – 448 с.
74. Романовский Ю. М. Математическое моделирование в биофизике/Ю. М. Романовский, Н. В. Степанова, Д. С. Чернавский. – М.: Наука, 1975. – 343 с.
75. Русский космизм. – М.: Педагогика-пресс, 1993. – 305 с.
76. Савельев И. В. Курс общей физики. Т. 1–3/И. В. Савельев. – М.: Наука, 1989. – 496 с.
77. Сердюков Ю. М. Информационная целостность человека/Ю. М. Сердюков//Вестник РАН. – 2007. – Т. 77, № 10. – С. 875–881.
78. Синергетическая парадигма. Многообразие поисков и подходов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 536 с.
79. Сноу Ч. Две культуры/Ч. Сноу. – М.: Прогресс, 1973. – 142 с.
80. Современное естествознание: энцикл. в 10 т. – М.: Магистр-Пресс, 2000.
81. Солодова Ю. П. Определитель ювелирных и поделочных камней: справ./Ю. П. Солодова, Э. Д. Андреенко, Б. Г. Гранадчикова. – М.: Недра, 1985. – 223 с.
82. Турбулентность. Принципы и применения/ред. У. Фрост, Т. Моулден. – М.: Мир, 1980. – 535 с.
83. Фейнберг Е. Л. Две культуры. Интуиция и логика в искусстве и науке/Е. Л. Фейнберг. – М.: Наука, 2004. – 287 с.
84. Физиология человека. Т1–3./ред. пер. П. Костюк. – М.: Мир, 1986. – 328 с.
85. Физическая энциклопедия. Т.1–5. – М.: Сов. энцикл., 1988–1998. – 704 с.

86. Философская энциклопедия: в 4 т. – М.: Мысль, 2000–2001. – 721 с.
87. Философские проблемы естествознания. – М.: Высш. шк, 1985. – 400 с.
88. Фракталы//Физическая энциклопедия. Т. 5. – М.: Больш. рос. энцикл, 1998 – С.371.
89. Хакен Г. Синергетика/Г. Хакен. – М.: Мир, 1985. – 419 с.
90. Хантингтон С. Столкновение цивилизаций/С. Хантингтон. – М.: АСТ, 2003. – 608 с.
91. Химическая энциклопедия: в 5 т. – М.: Сов. энцикл., 1988–1999. – 623 с.
92. Химия//Большой энциклопедический словарь. – М.: Больш. рос. энцикл., 1998. – 792 с.
93. Храмов Ю. А. Физики: биограф. справ/Ю. А. Храмов. – 2-е изд. – М.: Наука, 1983. – 399 с.
94. Хргиан А. Х. Физика атмосферы/А. Х. Хргиан. – М.: Изд-во МГУ, 1986 – 327 с.
95. Хрисанова Е. Н. Антропология/Е. Н. Хрисанова, И. В. Перевозчиков. – М.: Изд-во МГУ; Наука, 2005. – 399 с.
96. Чернавский Д. С. О проблемах физической экономики/Д. С. Чернавский, Н. И. Старков, А. В. Щербаков//УФН.– 2002. – Т.172, №9. – С.1055–1066.
97. Чижевский А. Л. Земля в объятиях Солнца/А. Л. Чижевский. – М.: Эксмо, 2004. – 928 с.
98. Широков Ю. М. Ядерная физика/Ю. М. Широков, Н. П. Юдин. – М.: Наука. – 1980, 728 с.
99. Шпенглер О. Закат Европы/О. Шпенглер. – Минск.: Харвест; М.: Аст, 2000. – 1376 с.
100. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Миниатюры из бесконечного рая/М. Шредер. – Москва–Ижевск: Ин-т

компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 528 с.

101. Шубников А.В. Симметрия в науке и искусстве/А.В. Шубников, В.А. Копчик. – М.: Наука, 1972. – 339 с.

102. Шустер Г.Г. Детерминированный хаос/Г.Г. Шустер. – М.: Мир, 1988. – 240 с.

103. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах: введение в теорию диссипативных структур/В. Эбелинг. – Москва–Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2004. – 256 с.

104. Экологические системы/ред. К.С. Холинг. – М.: Мир, 1981. – 397 с.

105. Яворский Б.М. Справочник по физике/Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. – М.: Наука, 1968. – 940 с.

106. The History of Technogy//The New Encyclopaedia Britannica, Macropaedia, 1994. – Vol. 28. P. 440–472.

ПЕРСОНАЛИИ

Аррениус С. А. (1859–1927), шведский физик-химик, автор теории электролитической диссоциации.

Беккерель А. Э. (1820–1891), французский физик. Открыл явление радиоактивности.

Белоусов Б. П., советский ученый, радиохимик. Первая колебательная химическая реакция.

Берталанфи Л. (1901–1972), австрийский биолог-теоретик. Работал в США с 1949 г.

Больцман Л. (1844–1906), австрийский физик, основатель статистической физики.

Бор Н. Х. Д. (1885–1962), датский физик-теоретик, создатель полуклассической теории атома.

Борн М. (1882–1970), немецкий физик, уроженец Польши, создатель квантовой механики.

Браге Т. (1546–1601), датский астроном. Таблицы параметров движения планет за 30 лет.

Бройль Л. (1875–1960), французский физик-теоретик. Волновые свойства микрочастиц.

Вернадский В. И. (1863–1945), советский минералог, кристаллограф, геохимик, биогеохимик. Учение о биосфере.

Винер Н. (1894–1964), американский математик, основатель кибернетики.

Вегенер А. Л. (1880–1930), немецкий геофизик, автор теории дрейфа материков.

Галилей Г. (1564–1642), итальянский математик, физик и астроном. Открыл принцип относительности. Основатель точного естествознания.

Гамов Г. А. (род. 1904), русский физик. Работал в США с 1934 г. Автор теории горячей Вселенной.

Гейзенберг В. К. (1901–1976), немецкий физик-теоретик. Соотношения неопределенностей.

Герц Г. Р. (1857–1894), немецкий физик и физикохимик. Открыл электромагнитные волны.

Гёдель К. (1906–1978), логик и математик, уроженец Чехословакии. Автор теоремы о неполноте: если формальная система арифметики непротиворечива, то в ней существуют предложения, которые нельзя доказать или опровергнуть.

Дальтон Дж. (1776–1844), английский физик и химик, создатель химического атомизма.

Дарвин Ч. Р. (1809–1882), английский естествоиспытатель, основатель теории эволюции.

Декарт Р. (1596–1650), французский философ, физик и математик, родоначальник рационализма и сторонник учения о врожденных идеях, («я мыслю, следовательно, существую»).

Дирак П. А. М. (1902–1984), английский математик и физик, создатель квантовой электродинамики.

Доплер И. К. (1803–1853), австрийский физик, математик, астроном. Изменение частоты движущегося излучателя.

Евклид (ок. 365 – ок. 287 до н. э.), математик эпохи эллинизма. Жил в Александрии.

Иогансен В. Л. (1857–1927), датский биолог, один из основоположников генетики.

Иордан П. (1902–1980), немецкий физик. Развитие формализма матричной квантовой механики.

Кеплер И. (1571–1630), немецкий астроном. Установил три закона на основе таблиц Т. Браге.

Клаузиус Р. Э. (1822–1888), немецкий физик, уроженец Польши.

Колмогоров А. Н. (1903–1987), советский математик. Аксиоматическое обоснование теории вероятности и теории информации.

Котельников В. А. (1908–2005), советский радиотехник, автор теории помехоустойчивости сигналов.

Крик Ф. К. (1916–2004), английский биофизик, генетик. Открыл двойную спираль молекулы ДНК.

Ламарк Ж. Б. (1744–1829), французский естествоиспытатель, автор первого учения об эволюции живой природы.

Ландау Л. Д. (1908–1968), советский физик-теоретик, автор теории сверхтекучести и сверхпроводимости.

Лаплас П. С. (1749–1827), французский астроном, математик, физик. Классическая динамика Солнечной системы в целом и её устойчивость.

Линней К. (1707–1772), шведский естествоиспытатель, создатель системы классификации.

Лобачевский Н. И. (1792–1856), русский математик, создатель неевклидовой геометрии.

Лоренц Х. А. (1853–1928), нидерландский физик-теоретик, создатель классической электронной теории и преобразований координат и времени при смене инерциальных систем отсчета.

Ляпунов А. М. (1857–1918), русский математик и механик, создатель теории устойчивости динамических систем.

Максвелл Дж. К. (1831–1879), английский физик, создатель классической электродинамики.

Мандельштам Л. И. (1873–1944), советский физик. Открыл комбинационное рассеяние света в кристаллах (1928 г.), основатель отечественной научной школы радиофизики.

Менделеев Д. И. (1834–1907), выдающийся русский химик. Периодический закон химических элементов.

Мендель Г. И. (1822–1884), австрийский естествоиспытатель, основоположник генетики.

Ньютон И. (1642–1727), английский физик, математик, астроном создатель классической механики.

Опарин А. И. (1894–1920), советский биохимик, автор теории возникновения жизни.

Пастер Л. (1822–1895), французский химик и микробиолог, основоположник микробиологии и иммунологии. Разработал метод профилактической вакцинации.

Паули В. (1900–1958), швейцарский физик-теоретик, создатель квантовой механики.

Планк М. К. Э. Л. (1858–1947), немецкий физик-теоретик, основоположник идеи квантов. Построил квантовую теорию излучения.

Пригожин И. Р. (1917–2003), бельгийский физик и физико-химик, основоположник термодинамики неравновесных процессов.

Пуанкаре А. Ж. (1854–1912), французский математик, физик, философ. Заложил основы специальной теории относительности независимо от А. Эйнштейна.

Резерфорд Э. (1871–1937), английский физик, уроженец Новой Зеландии. Установил строение атома.

Риман Г. Ф. Б. (1826–1866), немецкий математик, создатель неевклидовой геометрии.

Сукачев В. Н. (1880–1967), советский ботаник, основоположник биогеоценологии.

Тейяр Ш. П. де (1881–1955), французский палеонтолог, первооткрыватель синантропа. Развил концепцию «христианского эволюционизма», сближающуюся с пантеизмом.

Тимофеев-Ресовский Н. В. (1900–1981), советский генетик, основоположник популяционной и радиационной генетики.

Тьюринг А. М. (1912–1954), английский математик, создатель абстрактной теории автоматов.

Уотсон Д. Д. (род. 1928), американский биохимик. Открыл двойную спираль молекулы ДНК.

Фарадей М. (1791–1867), английский физик и химик, учился самостоятельно, открыл закон электромагнитной индукции.

Фейнман Р. Ф. (1918–1988), американский физик-теоретик, создатель квантовой электродинамики и квантовой механики с интегралами по траекториям.

Физо А. И. Л. (1819–1896), французский физик. Первый измерил скорость света земного источника.

Фридман А. А. (1888–1925), советский физик и математик. Нашел нестационарное решение уравнений общей теории относительности.

Хаббл Э. П. (1899–1953), американский астроном. Открыл закон расширения Вселенной.

Ходжкин А. Л. (1914–1994), английский физиолог, биофизик, создатель современной мембранной теории возникновения биологических потенциалов.

Циолковский К. Э. (185–1935), советский теоретик космонавтики, изобретатель, философ.

Четвериков С. С. (1880–1959), русский биолог, генетик, основоположник эволюционной и популяционной генетики.

Чижевский А. Л. (1897–1964), советский биолог, основоположник гелиобиологии.

Шеннон К. А. (1916–2001), американский математик, создатель теории информации.

Шредингер Э. (1887–1961), австрийский физик-теоретик. Написал основные уравнения квантовой механики.

Эддингтон А. (1882–1944), английский астрофизик и физик. Первый рассчитал модели звезд, находящихся в равновесии со своим излучением.

Эйген М. (род. 1927), немецкий физикохимик, автор теории конкурентных гиперциклов биохимических реакций.

Эйнштейн А. (1879–1955), физик-теоретик, философ, создатель теории относительности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

О приближенных вычислениях

Числовые значения величин, с которыми приходится иметь дело при решении задач, являются большей частью приближенными. Прежде чем вести разговор о правилах приближенных вычислений, дадим определение значащей цифры числа. Значащими цифрами числа называются все его цифры, кроме нулей, стоящих левее первой, отличной от нуля цифры, а также кроме нулей, стоящих в конце числа взамен неизвестных или отброшенных цифр. Нуль в конце числа может быть значащим, если он является представителем сохраненного десятичного разряда.

Таковыми величинами являются, в частности, многие константы, приводимые в справочниках. Например: ускорение свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$, число $\pi = 3,14$, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ и т.п. При более точном вычислении или измерении числовые значения этих величин будут содержать большее число значащих цифр $g = 9,80655 \text{ м/с}^2$, $\pi = 3,1416$, $m_e = 9,106 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$. Однако и эти значения, в свою очередь, являются приближенными или в силу недостаточной точности измерения, или в силу того, что получены путем округления еще более точных значений.

Часто неопытные лица добиваются при вычислениях получения такой точности результатов, которая совершенно не оправдывается точностью использованных данных. Это приводит к бесполезной затрате труда и времени.

Рассмотрим следующий пример. Пусть требуется определить плотность ρ вещества некоторого тела. При взвешивании тела на весах с точностью до 0,01 г определили массу тела,

$$m = (9,38 \pm 0,01) \text{ г} .$$

Затем с точностью до 0,01 см³ был измерен объем тела,

$$V = (3,46 \pm 0,01) \text{ м}^3 .$$

Без критического подхода к вычислениям можно получить такой результат:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{9,38}{3,46} = 2,71098 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} .$$

Но числа 9,38 и 3,46 – приближенные. Последние цифры в этих числах сомнительные. Эти числа при измерении могли бы быть получены такими: первое – 9,39 или 9,37, второе – 3,45 или 3,47. В самом деле, при взвешивании с указанной выше точностью могла быть допущена ошибка на 0,01 как в сторону увеличения массы, так и в сторону ее уменьшения. То же самое и в отношении объема. Таким образом, плотность тела, если ее вычислять с точностью до пятого десятичного знака, как это сделано выше, могла оказаться следующей:

$$\rho = 9,39/3,45 = 2,7214 \text{ г/см}^3 \text{ или } \rho = 9,37/3,47 = 2,70029 \text{ г/см}^3 .$$

Сравнение всех трех результатов показывает, что они отличаются уже вторыми десятичными знаками и что достоверным является лишь первый десятичный знак, а второй – сомнительным. Цифры, выражающие остальные десятичные знаки, совершенно случайны и способны лишь ввести в заблуждение пользователя вычисленными результатами. Следовательно, работа по вычислению большинства знаков затрачена впустую. Во избежание бесполезных затрат труда и времени принято вычислять кроме достоверных знаков еще только один сомнитель-

ный. В рассмотренном примере надо было вести вычисление до второго десятичного знака:

$$\rho = m/V = 9,38/3,46 \text{ г/см}^3 = 2,71 \text{ г/см}^3.$$

Приближенные вычисления следует вести с соблюдением следующих правил.

При *сложении* и *вычитании* приближенных чисел окончательный результат округляют так, чтобы он не имел значащих цифр в тех разрядах, которые отсутствуют хотя бы в одном из слагаемых. Например, при сложении чисел $4,462 + 2,38 + 1,17273 + 1,0262 = 9,04093$ следует сумму округлить до сотых долей, т.е. принять ее равной 9,04, так как слагаемое 2,38 задано с точностью до сотых долей.

При *умножении* следует округлить сомножители так, чтобы каждый из них содержал столько значащих цифр, сколько их имеет сомножитель с наименьшим числом таких цифр. Например, вместо вычисления выражения $3,723 \cdot 2,4 \cdot 5,1846$ следует вычислять выражение $3,7 \cdot 2,4 \cdot 5,2$. В окончательном результате следует оставлять такое же количество значащих цифр, какое имеется в сомножителях после их округления. В промежуточных результатах следует сохранять на одну значащую цифру больше. Такое же правило следует соблюдать и при *делении* приближенных чисел.

При *возведении в степень* (квадрат, куб и т.д.) следует в степени брать столько значащих цифр, сколько их имеется в основании степени. Например, $1,32^2 \approx 1,74$.

При *извлечении квадратного или кубического корня* в результате следует брать столько значащих цифр, сколько их в подкоренном выражении. Например, $\sqrt{1,17} \approx 1,08$.

При вычислении сложных выражений следует применять указанные правила в соответствии с видом производимых действий. Например, при вычислении дроби

$$\frac{(3,2 + 17,062)\sqrt{3,7}}{(5,1 \cdot 2,007 \cdot 10^3)}$$

Сомножитель 5,1 имеет наименьшее число значащих цифр – две. Поэтому результаты всех промежуточных вычислений должны округляться до трех значащих цифр:

$$\frac{(3,2 + 17,062)\sqrt{3,7}}{(5,1 \cdot 2,007 \cdot 10^3)} \approx \frac{20,3 \cdot 1,92}{10,3 \cdot 10^3} \approx \frac{39,0}{10,3 \cdot 10^3} \approx 3,79 \cdot 10^{-3}$$

После округления до двух значащих цифр получаем результат $3,8 \cdot 10^{-3}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Справочные данные

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Физические постоянные

Константы	Численные значения
Число π	$\pi = 3,14$
Ускорение свободного падения на Земле	$g = 9,8 \text{ м/с}^2$
Гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
Заряд электрона	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Масса Земли	$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$
Масса Солнца	$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$
Расстояние между Землей и Солнцем	1 а. е. $\approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$
Примерное число секунд в году	$3 \cdot 10^7 \text{ с}$

Соотношение между различными единицами

Температура	$0 \text{ K} = -273,15^\circ\text{C}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц	Численные значения
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а. е. м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а. е. м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

Плотности твердых тел и жидкостей

Материал	Плотность, кг/м ³	Материал	Плотность, кг/м ³
Вода	1000	Парафин	900
Пробка	250	Алюминий	2700
Дерево (сосна)	400	Железо	7870
Керосин	800	Ртуть	13600

Теплофизические характеристики фазовых переходов материалов

Материал	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Теплота плавления, Дж/кг	Теплота парообразования, Дж/кг
Вода (лед)	$4,2 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^6$
Свинец	130	$22,5 \cdot 10^3$	$0,88 \cdot 10^6$
Медь	390	$214 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^6$
Чугун	500	$(96 \dots 138) \cdot 10^3$	–
Железо	450	$293 \cdot 10^3$	$6,3 \cdot 10^6$

Молярные массы веществ

Вещество	Молярная масса, 10^{-3} кг/моль	Вещество	Молярная масса, 10^{-3} кг/моль
Азот	28	Кислород	32
Аргон	40	Литий	6
Водород	2	Неон	20
Водяной пар	18	Серебро	108
Гелий	4	Молибден	96
Воздух	29	Углекислый газ	44

Энергия покоя ядер и элементарных частиц

Ядро	Энергия покоя, МэВ	Ядро	Энергия покоя, МэВ
Водород 1_1H	938,3	Бериллий 9_4Be	8392,8
Дейтерий 2_1H	1875,6	Бор ${}^{10}_5B$	9324,4
Тритий 3_1H	2809,4	Взот ${}^{14}_7N$	13040,3
Гелий 4_2He	3727,4	Кислород ${}^{15}_8O$	13971,3
Литий 6_3Li	5601,5	Кислород ${}^{17}_8O$	15830,6
Фосфор ${}^{30}_{15}P$	27917,1	Протон 1_1p	938,3
Электрон e^-	0,5	Нейтрон 1_0n	939,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Список вопросов для сдачи экзамена/зачета

1. Определение естествознания. Виды материи. Микромакро- и мегамиры. Структурные уровни организации материи. Пространство и время. Необратимость времени.

2. История естествознания в Древнем мире, в Средние века, в Новое время.

3. Научный метод, факты, гипотезы, эксперименты, модели, теории. Принципы законы и категории. «Бритва Оккама». Корпускулярная и континуальная концепция описания природы.

4. Тенденции развития науки. Научные революции. Система естественных наук.

5. Панорама современного естествознания. Физика: принципы относительности, законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.

6. Законы Ньютона. Гравитационное взаимодействие.

7. Электромагнитное взаимодействие. Закон сохранения электрического заряда. Постоянные электрические и магнитные поля. Сила Лоренца. Уравнения Максвелла.

8. Колебания и волны: волны упругие, шкала электромагнитных волн. Оптика: интерференция, дифракция, тепловое излучение.

9. Квантовая механика. Состояние. Принцип неопределенности, волновая функция, принципы суперпозиции и дополненности. Уравнения Шредингера. Многоэлектронный атом.

10. Ядерная физика. Состав и характеристики ядра, виды радиоактивности. Ядерные реакции деления и синтеза.

11. Физика элементарных частиц: классификация элементарных частиц. Кварки и Лептоны.

12. Взаимодействие. Близкодействие. Кванты сильного, электромагнитного, слабого и гравитационного полей.

13. Законы термодинамики. Закон сохранения энергии в макроскопических процессах. Принцип возрастания энтропии. Принцип Нернста.

14. Динамические и статистические закономерности в природе: распределения Максвелла и Больцмана.

15. Принципы симметрии в неживой и живой природе.

16. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Химические системы и процессы.

17. Реакционная способность веществ. Энергетика химических реакций. Катализ.

18. Космология – наука о Вселенной в целом. Принцип Коперника и космологический принцип. Характеристики Вселенной. Возникновение Вселенной и ее эволюция.

19. Галактика, её характеристики. Классификация звезд. Положение Солнца в Галактике.

20. Солнце, его характеристики и эволюция.

21. Солнечная система. Планеты, астероиды, кометы и их характеристики.

22. Земля, её характеристики, строение и эволюция. Солнечно-земные связи.

23. Геосферные оболочки Земли: литосфера, гидросфера, атмосфера, магнитосфера. Их характеристики, функции и взаимодействия.

24. Климат Земли и его эволюция.

25. Биосфера Земли. Структура биосферы.

26. Возникновение жизни. Принцип эволюции, воспроизводства и развития живых систем. Особенности биологического уровня организации материи.

27. Генетика и эволюция. Единый генетический код живого вещества. Многообразие живых организмов (биоразнообразие) – основа организации и устойчивости биосферы.

28. Человечество, расы, народы, антропология.

29. Этнос. Этногенез и биосфера. Учение Л. Гумилева: кривая этногенеза, пассионарность, фазы этногенеза.

30. Человек: физиология, здоровье, работоспособность, творчество, интеллект, эмоции, воля. Человек как целеустремленная система.

31. Ноосфера – сфера разума и её эволюция. Цивилизация. Информационное общество.

32. Техносфера и её эволюция.

33. Определение технологии. Вещественные, энергетические и информационные технологии. Технологическое общество.

34. Экология и здоровье. Биоэтика. Биосфера, человек и космические циклы.

35. Порядок и беспорядок в природе. Детерминированный и квантовый хаос.

36. Самоорганизация в неживой и живой природе. Синергетика. Энтропия и информация. Открытые и диссипативные системы.

37. Естественная и гуманитарная культура. Определение культуры. Две культуры: позиции Ч. Сноу и Е. Фейнберга.

38. Принцип универсального эволюционизма. Путь к единой культуре.

Учебное издание

Кирчанов Вячеслав Сергеевич,
Цаплин Алексей Иванович

**КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Редактор и корректор И.А. Мангасарова

Подписано в печать 06.06.2008. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 21.5.

Тираж 100 экз. Заказ № 139/2008.

Издательство

Пермского государственного технического университета.

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр-т, 29, к.113.

Тел. (342) 219-80-33.