

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра анатомии и физиологии

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Методические рекомендации

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2015*

УДК 5(075.8)
ББК 20я73
О-75

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 3 от 03.03.2015 г.

Составитель: преподаватель кафедры анатомии и физиологии ВГУ имени П.М. Машерова **В.В. Яновская**

Рецензент:
заведующий кафедрой анатомии и физиологии
ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук,
доцент *И.И. Ефременко*

Основы современного естествознания : методические рекомендации / сост. В.В. Яновская. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2015. – 50 с.

В данном учебном издании раскрыты цели и задачи дисциплины «Основы современного естествознания», взаимосвязь различных областей естественных наук, роль естествознания в развитии культуры и общества, актуальные проблемы современного естествознания. Рассмотрены вопросы о строении атома, молекулы, химических элементов, о строении и эволюции микро-, макро- и мегамиров. В методических рекомендациях изложены основные понятия по изучаемым разделам: физике, химии, географии, астрономии, биологии, экологии и философии.

УДК 5(075.8)
ББК 20я73

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Занятие № 1. Введение в современное естествознание. История естествознания	5
Занятие № 2. Понятие пространства, времени и материи. Фундаментальные взаимодействия	10
Занятие № 3. Концепции взаимодействий и структур в микромире ...	13
Занятие № 4. Концепции строения вещества (от микромира к макромиру)	17
Занятие № 5. Концепции строения, эволюционных процессов и зарождения структур в мире звезд	22
Занятие № 6. Концепции эволюционной биологии	27
Занятие № 7. Экология и здоровье, учение о биосфере	32
Занятие № 8. Происхождение и эволюция человека	36
ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	44
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	49

ВВЕДЕНИЕ

В представленных методических рекомендациях изложены вопросы курса «Основы современного естествознания». Вопросы разработаны в соответствии с типовой программой «Основы современного естествознания», утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 24.09.2008 г. Методические рекомендации предназначены для студентов педагогических и непедагогических специальностей всех форм обучения.

Рассмотрены актуальность, цели и задачи курса. Особое внимание уделяется рассмотрению тесной взаимосвязи различных областей естественных наук, роли естествознания в развитии культуры и общества, актуальным проблемам современного естествознания, связанных с изучением природных процессов и свойств вещества на молекулярном уровне. Большое внимание уделяется вопросам о строении атома, молекулы, химических элементов. Рассмотрены вопросы о строении и эволюции микро-, макро- и мегамиров. В методических рекомендациях изложены основные понятия по изучаемым разделам: физике, химии, географии, астрономии, биологии, экологии и философии.

Данная учебная дисциплина – это единство традиционных курсов физики, космологии, химии, биологии и экологии. Это – результат междисциплинарного синтеза.

Цель курса – определить основные понятия современной науки в целом. Показать историю развития научной мысли, динамику, перспективы развития естественнонаучных направлений на понимание современной картины мира. Показать историю развития научной мысли, динамику, перспективы развития естественнонаучных направлений на понимание современной картины мира.

Задачи:

- сформулировать основные понятия современной физики, химии, астрономии, биологии, естественнонаучные теории, законы, модели, гипотезы и эмпирические обобщения, благодаря которым возможно изучать окружающий мир в его естественном состоянии.

- сформировать у студентов гуманитарных факультетов фундаментальные знания в области физики, математики, химии, биологии, геологии и других естественнонаучных дисциплин, необходимых для понимания эволюционных процессов, происходящих в природе и обществе.

ЗАНЯТИЕ № 1.

ВВЕДЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЕ ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ. ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Цель занятия: Изучить предмет и основные понятия, исторические аспекты развития, цели и задачи естествознания.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Предмет и задачи курса. Основные понятия и определения науки, научные методы познания, история естествознания и его роль в системе культуры. Место наук о Земле в развитии естествознания. Понятия «научная программа» и «научная картина мира». Понятия «научная парадигма» и «научная революция». Современная научно-техническая революция: достижения и проблемы.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Предмет и задачи курса. Естествознание.
2. Наука как часть культуры. Методы научного познания.
3. «Научная программа» и «научная картина мира».
4. «Научная парадигма» и «научная революция».
5. Современная научно-техническая революция: достижения и проблемы.
6. История естествознания.

Темы для реферативного доклада:

1. Роль Н. Коперника в истории естествознания. Вклад открытий Г. Галилея в естествознании. Значение астрономических открытий И. Кеплера.
2. Роль И. Ньютона в естествознании.
3. Роль открытий в области физики в конце XIX – начале XX веков в изменении представления об окружающем мире.
4. Естественнонаучные знания в Древнем Египте, Месопотамии, Китае и Индии.
5. Естественнонаучные знания в Древнем Риме.
6. Естествознание в эпоху феодализма (V–XV век.). Господство религиозного мировоззрения. Фома Аквинский.

Теоретическая часть

Предмет и задачи курса. Естествознание

Мы живем в век бурного развития науки. К началу III тысячелетия люди достигли необыкновенно высокого уровня знаний о строении материи, эволюции Вселенной, сущности жизни. Знания о природе, накопленные естественными науками важны, обязательны для современного человека, считающего себя образованным. Слово «естествознание» («естество» – природа) означает знание о природе, или природоведение.

Естествознание – это система наук о природе, совокупность естественных наук, взятых в их взаимной связи, как целое.

Естествознание изучает природу, весь мир во всем многообразии его форм: от мельчайших частиц мироздания до грандиозных объектов, поражающих воображение исследователей.

Естественные науки исследуют сущность явлений природы, раскрывают возможности использования человеком открытых и изученных законов и сил природы.

Физика, химия, биология, астрономия – фундаментальные естественные науки, они образуют стержень классификации естественных наук. Существует также множество других, промежуточных отраслей естествознания (биофизика, биохимия, физическая химия, химическая физика и т.д.), которые стирают резкие границы между науками. *Основой всех естественных наук с полным правом можно считать физику.*

Естествознание тесно связано с философией, историей человеческой цивилизации, техникой и производством и даже нашим повседневным бытом.

Математика не относится к естественным наукам, однако играет огромную роль в естествознании. *Математика – это наука о количественных отношениях действительности* и является наукой междисциплинарной.

История естествознания интересна и поучительна. Станки, машины, автомобили, самолеты, электрические приборы, радио, телевидение, бытовая техника – все это человек создал, изучая природу во всех ее проявлениях. Достижения естественных наук определяют даже внешний облик современного человека, стиль его поведения, оказывают огромное влияние на культуру, непрерывно обогащают его речь все новыми и новыми словами и их значениями.

Наука как часть культуры. Методы научного познания

Культура – исторически определенный уровень развития общества, творческих сил и способностей человека, выраженный в типах и формах организации жизни и деятельности. Любая человеческая *деятельность*, представленная артефактами, т.е. (*материальная культура*) или верованиями (*духовная культура*), которая передается от человека к человеку тем или иным способом обучения, но не через генетическую наследственность. В культуре воплощается общее отличие человеческой жизнедеятельности от биологических форм жизни.

Материальная культура (ценности) – развитие техники, орудия, опыт, производство, строительство, одежда, утварь и др., т.е. все то, что служит для продолжения жизни. *Духовная культура – идеологические представления* взгляды, идеи, *нравственность*, образование, *наука, искусство, религия* и др., т.е. все то, что отражает окружающий мир в сознании, в понимании добра и зла, красоты, познания ценности всего многообразия мира. Таким образом, наука является важнейшей составляющей культуры. *Наука – часть культуры.*

Наука – это исторически сложившаяся форма человеческой деятельности, направленная на познание и преобразование объективной действи-

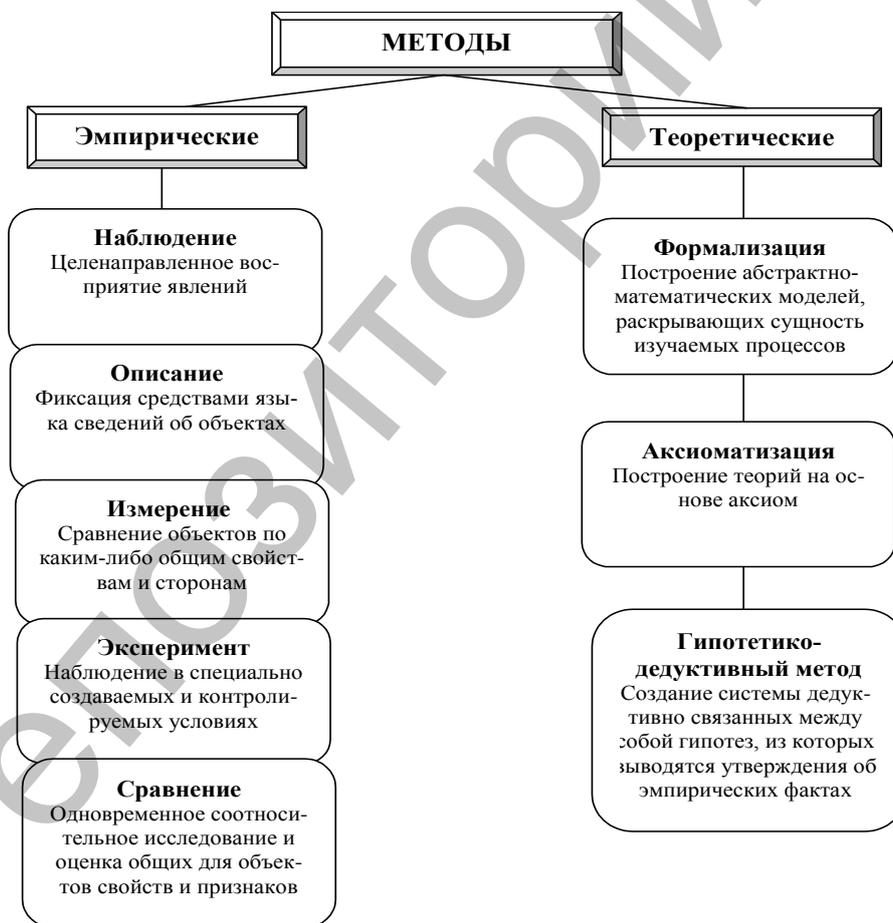
тельности, такое духовное производство, которое имеет своим результатом целенаправленно отобранные и систематизированные факты, логически выверенные гипотезы, обобщающие теории, фундаментальные частные законы, а также методы исследования.

Наука представляет единство трех составляющих: совокупность определенного рода знаний; определенный способ получения знаний; социальный институт.

Порядок в котором перечислены эти группы функций, в сущности отражает исторический процесс формирования и расширения социальных функций науки, т.е. возникновения и упрочнения все новых каналов ее взаимодействия с обществом. Сейчас наука получает новый мощный импульс для своего развития, поскольку расширяется и углубляется применение ее для практики.

Методы научного познания

Соотношение общенаучных методов можно представить в виде схемы.



«Научная программа» и «научная картина мира»

Понятие «научной программы» сформировалось в методологии науки. Научная программа, включающая в себя систему единых принципов, претендует на всеобщий охват и объяснение всех явлений.

В отличие от философской системы она определяет не только характеристику предмета исследования, но и возможность методов проверки заявленных принципов, без чего они не станут теорией. Во всякой теории много допущений, принимаемых на веру, причем их изменения могут вызвать пересмотр или даже отмену теории. Ф.Энгельс писал: «...философия каждой эпохи располагает в качестве предпосылки определенным мыслительным материалом, который передан ей предшественниками». Научная программа связывают *научные картины мира* с умонастроениями в обществе, *задают идеал научного объяснения и организации знания*, положения, которые считают доказанными или достоверными. Связь эволюция науки с материальной и духовной культурой общества отражена в том, что *научные революции* не вытекали из логики развития науки. Изменение научной картины мира и научной программы перестраивают весь стиль научного мышления и вызывают изменения в характере научных теорий.

Например, первая теория эволюции была выдвинута Ламарком за 50 лет до Дарвина, но в науке не укрепилась и не потому, что была слабо доказательна. Причина – в неподготовленности умов к ее восприятию. Видимо, по этой же причине трагичны судьбы многих ученых (М.В. Ломоносова, Л. Больцмана, К.Э. Циолковского, Н.И. Вавилова).

Первые научные программы сформировались в Древней Греции с VI по III вв. до н.э. и надолго определили развитие науки. К ним относится *математическая, континуальная и атомистическая* НП. Каждая программа формировалась в несколько этапов.

Математическая – выросла из философии Пифагора и Платона. Вторая – началась с Аристотеля, с его физической школы перипатетиков и просуществовала до науки Нового Времени, т.е. почти двадцати веков. Атомистическая программа, идущая от представлений Демокрита и Эпикура, стала активно развиваться после XVII в.

Научная картина мира – общая система представлений и понятий в процессе формирования естественно-научных теорий. Наука античности особо ценила математику, но считала ее применимой только к «идеальным» небесным сферам, а для описания земных явлений использовала качественные «правдоподобные» описания. Обращение к опыту подразумевало и иное, более активное отношение к природе. Вселенная классической науки стала объединяться едиными законами движения, к механике сводились все процессы в мире, из научного мироздания были изгнаны «цели» и «целесообразия», понятия механики приобрели общезначимость.

Основная цель картин мира – объяснение и истолкование фактов и теорий, тогда как одной из целей теорий является описание опытных фактов.

«Научная парадигма» и «научная революция»

Научные парадигмы – это совокупность предпосылок, определяющих данное конкретное исследование и признанных на данном этапе развития науки. Они связаны с общефилософской направленностью. Понятие парадигмы появилось в работе Т. Куна «Структура научных революций». В переводе оно означает – «образец», совокупность признанных всеми научных достижений, определяющих в данную эпоху модель постановки научных проблем и их решение. Это – образец создания новых теорий в соответствии с принятыми в данное время. В рамках парадигм формулируются общие базисные положения, используемые в теории, задаются идеалы объяснения и организации научного знания. Работа в рамках парадигмы способствует уточнению понятий, количественных данных, совершенствованию эксперимента, но и позволяет выделить явления или факты, которые не укладываются в данную парадигму и могут послужить основой для новой.

Научное знание постоянно изменяется по своему содержанию и объему, обнаруживаются новые факты, рождаются новые гипотезы, создаются новые теории, которые приходят на смену старым. Происходит *научная революция* (НР).

Цель нормального развития науки – увязать новые факты и их объяснение с парадигмой. Парадигма обуславливает постановку новых опытов, выяснение и уточнение значений конкретных величин, установление конкретных законов. Наука становится более точной, накапливается новая подробная информация, и только выдающийся ученый может распознать какие-то аномалии. Кун и назвал смену парадигмы – «*научной революцией*».

Основные черты научной революции: 1) необходимость теоретического синтеза нового экспериментального материала; 2) коренная ломка существующих представлений о природе в целом; 3) возникновение кризисных ситуаций в объяснении фактов. По своим масштабам научная революция может быть частной, затрагивающей одну область знания; комплексной – затрагивающей несколько областей знаний; глобальной – радикально меняющей все области знания. Глобальных научных революций в развитии науки считают три. Если связывать их с именами ученых, труды которых существенны в этих революциях, то это – аристотелевская, ньютоновская и эйнштейновская.

Некоторые ученые, считающие началом научного познания мира XVII в., выделяют две: 1) научную революцию, связанную с трудами Н. Коперника, Р. Декарта, И. Кеплера, Г. Галилея, И. Ньютона и 2) научно-техническую революцию XX в., связанную с работами А. Эйнштейна, М. Планка, Н. Бора, Э. Резерфорда, Н. Винера, появлением атомной энергии, генетики, кибернетики и космонавтики.

Современную эпоху называют *научно-технической революцией*. Это значит, что наука превратилась в ведущий фактор развития общественного производства и всей жизни общества, стала непосредственной производительной силой.

ЗАНЯТИЕ № 2. ПОНЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА, ВРЕМЕНИ И МАТЕРИИ. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Цель занятия: дать целостное представление понятий пространство, время и материя, типы фундаментальных взаимодействий в физике.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Понятие «пространства». Расстояния во Вселенной. Понятие «время» в своем развитии. Временные масштабы во Вселенной. Методы измерения времени. Структурные уровни организации материи. Понятие «поле». Уравнения Максвелла. Свет. Типы фундаментальных взаимодействий в физике.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Понятие пространства. Времени и материи.
2. Гравитационное взаимодействие.
3. Концепции материи, движения, пространства и времени.

Темы для реферативного доклада:

1. Физическое взаимодействие. Общая характеристика.
2. Пространственно-временные характеристики материи.
3. Современные представления о пространстве и времени.
4. Взаимосвязь пространства, времени и движения.
5. Динамические и статистические законы в физике.
6. Влияние квантовой механики на развитие представлений о детерминизме.
7. Вероятностная картина мира.

Теоретическая часть

Современные достижения физики высоких энергий все больше укрепляют представление, что многообразие свойств природы обусловлено взаимодействующими элементарными частицами. Дать неформальное определение элементарной частицы, по-видимому, невозможно, поскольку речь идет о самых первичных элементах материи. На качественном уровне можно говорить, что истинно элементарными частицами называются физические объекты, которые не имеют составных частей.

Очевидно, что вопрос об элементарности физических объектов – это в первую очередь вопрос экспериментальный. Например, экспериментально установлено, что молекулы, атомы, атомные ядра имеют внутреннюю структуру, указывающую на наличие составных частей. Поэтому их нельзя считать элементарными частицами. Сравнительно недавно открыто, что

такие частицы, как мезоны и барионы, также обладают внутренней структурой и, следовательно, не являются элементарными. В то же время у электрона внутренняя структура никогда не наблюдалась, и, значит, его можно отнести к элементарным частицам. Другим примером элементарной частицы является квант света – фотон.

Современные экспериментальные данные свидетельствуют, что существует только четыре качественно различных вида взаимодействий, в которых участвуют элементарные частицы. Эти взаимодействия называются *фундаментальными*, то есть самыми основными, исходными, первичными. Если принять во внимание все многообразие свойств окружающего нас Мира, то кажется совершенно удивительным, что в Природе есть только четыре фундаментальных взаимодействия, ответственных за все явления Природы.

Помимо качественных различий фундаментальные взаимодействия отличаются в количественном отношении по силе воздействия, которая характеризуется термином интенсивность. По мере увеличения интенсивности фундаментальные взаимодействия располагаются в следующем порядке: гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное. Каждое из этих взаимодействий характеризуется соответствующим параметром, называемым константой связи, численное значение которого определяет интенсивность взаимодействия.

Каким образом физические объекты осуществляют фундаментальные взаимодействия между собой?

На качественном уровне ответ на этот вопрос выглядит следующим образом. Фундаментальные взаимодействия переносятся квантами. При этом в квантовой области фундаментальным взаимодействиям отвечают соответствующие элементарные частицы, называемые элементарными частицами – переносчиками взаимодействий. В процессе взаимодействия физический объект испускает частицы – переносчики взаимодействия, которые поглощаются другим физическим объектом. Это ведет к тому, что объекты как бы чувствуют друг друга, их энергия, характер движения, состояние изменяются, то есть они испытывают взаимное влияние.

В современной физике высоких энергий все большее значение приобретает идея объединения фундаментальных взаимодействий. Согласно идеям объединения, в Природе существует только одно единое фундаментальное взаимодействие, проявляющее себя в конкретных ситуациях как гравитационное, или как слабое, или как электромагнитное, или как сильное, или как их некоторая комбинация. Успешной реализацией идеей объединения послужило создание ставшей уже стандартной объединенной теории электромагнитных и слабых взаимодействий. Идет работа по развитию единой теории электромагнитных, слабых и сильных взаимодействий, получившей название теории великого объединения. Предпринимаются попытки найти принцип объединения всех четырех фундаментальных взаи-

модействий. Мы последовательно рассмотрим основные проявления фундаментальных взаимодействий.

Концепции материи, движения, пространства и времени

Важнейшая задача естествознания – создание естественно-научной картины мира, образующей в целом упорядоченную систему, которая по мере развития науки уточняется и дополняется. К наиболее общим, важным, фундаментальным концепциям физического описания природы относятся *материя, движение, пространство и время*. Эти понятия широко используются не только в естествознании, но и во многих гуманитарных сферах, например, в искусстве, в экономике, не говоря уже о философии.

Окружающий нас мир, все существующее вокруг нас и обнаруживаемое нами посредством ощущений представляет собой материю. *Материя* есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них. В классическом представлении в естествознании различают два вида материи: *вещество* и *поле*. В современном представлении к ним следует добавить третий вид материи – *физический вакуум*. Некоторые ученые в духе концепции корпускулярно-волнового дуализма объединяют вещество и поле в единую материю, которая действует на наши органы чувств и проявляется в одних условиях как вещество (физические тела, молекулы, атомы, частицы), а в других – как поле (свет, радиация, гравитация, радиоволны).

В классической механике Ньютона в качестве вещественных образований выступают *материальная частица* малых размеров – корпускула, часто называемая материальной точкой, и *физическое тело*, или просто тело как единая система корпускул, каким-то образом связанных между собой.

Повседневный опыт показывает, что тела действуют друг на друга, порождая всевозможные изменения и движения. Взаимодействие тел в макромире происходит под действием силы тяготения или электромагнитных сил. В классической механике понятие силы считается фундаментальным.

Сила – физическая мера взаимодействия тел и причина изменения их механического движения, т.е. их перемещения относительно друг друга.

Источником силы в соответствии с законом всемирного тяготения является *масса* тел. Таким образом, понятие массы, введенное впервые Ньютоном, более фундаментально, чем понятие силы.

Согласно квантовой теории поля частицы, обладающие массой, могут рождаться из физического вакуума, представляющего собой совокупность частиц с соответствующими им античастицами, при достаточно высокой концентрации *энергии*, которая тем самым выступает как еще более фундаментальная и общая концепция, чем масса, поскольку энергия присуща не только веществу, но и безмассовым полям.

Развитие физики в XIX в. показало, что источником другой разновидности сил, действующих в макромире, – электрических и магнитных –

является электрический заряд, что хорошо подтверждается законом Кулона, формулой для силы Лоренца и уравнениями электромагнитной теории Максвелла. Хотя реальное существование электрического заряда доказано и теоретически, и экспериментально, многие вопросы, связанные с его происхождением, знаком, квантованностью и т.п., предстоит еще выяснить.

Масса выступает не только как мера гравитационного взаимодействия, но и как мера инертности тел, т.е. способности тел сопротивляться воздействию сил, стремящихся изменить скорость их движения. В этой связи часто говорят о *массе тяжелой* как мере гравитационного взаимодействия и о *массе инертной* как мере инертности.

В физике *движение* рассматривается в общем виде как изменение состояния физической системы, и для описания состояния вводится набор измеряемых параметров, к которым со времен Декарта относятся пространственно-временные координаты, или точки пространственно-временного континуума, означающего непрерывное множество. В физике используются и другие параметры состояния систем: импульс, энергия, температура, спин и т.п.

Так что же такое время? *Время* выражает порядок смены физических состояний и является объективной характеристикой любого физического процесса или явления; оно универсально. Говорить о времени безотносительно к изменениям в каких-либо реальных телах или системах – с физической точки зрения бессмысленно.

Время не есть сущность, не зависящая от материи, оно течет с различной скоростью в различных физических условиях. Время всегда относительно. Важная особенность времени выражена в постулате времени: одинаковые во всех отношениях явления происходят за одинаковое время. В частности, длительности повторяющихся периодов хороших часов при неизменных условиях совершенно одинаковы. Концепция пространства, как и концепция времени, прошла длительный путь становления и развития. Для реального мира пространство и время имеют не абсолютный, а относительный характер.

ЗАНЯТИЕ № 3.

КОНЦЕПЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ И СТРУКТУР В МИКРОМИРЕ

Цель занятия: сформулировать целостное представление о понятиях микромир, атом, вещество. Рассмотреть строение атомного ядра, возможности превращения элементов и основные законы химии.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Описание движения микрочастиц. Принципы дополнительности и причинности. Принципы соответствия и неопределенности. Строение химических элементов. Периодическая таблица Менделеева. Радиоактивные элементы и

возможности превращения элементов. Представления о строении атомного ядра. Классификация и многообразие веществ. Тепловой эффект химических реакций и проблемы производства и рационального потребления тепловой энергии. Основные законы химии.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Микро мир. Дуализм в микромире
2. Особенности описания законов микромира.
3. Виды взаимодействий. Вещество и поле. Виртуальные частицы
4. Связанные системы микрообъектов. Ядро, атом, молекула
5. Физический вакуум в квантовой теории поля.

Темы для реферативного доклада:

1. Корпускулярно-волновой дуализм.
2. Квантовые представления в современной физике.
3. Виды физических взаимодействий.
4. Основные проблемы современной химии.
5. Простое и сложное вещество в химии.
6. Роль катализаторов в ускорении химических процессов.
7. Структурные уровни организации материи в неживой природе.
8. Закон сохранения и превращения энергии.
9. Поле и вещество.
10. Современные представления о структуре атома.
11. Элементарные частицы как глубинный уровень структурной организации материи.

Теоретическая часть

Микро мир. Дуализм в микромире

Невидимый нам микромир состоит из мельчайших частиц материи – электронов, протонов, нейтронов, атомов и т.д. Свойства объектов этого мира совершенно не похожи на свойства макромира. Их невозможно описать с позиций классической физики, поэтому возникла принципиально новая физика – квантовая механика.

Изучение свойств света показало, что он обладает сложной природой, сочетающей в себе волновые и корпускулярные свойства. Такие явления как дифракция и интерференция объясняются волновыми свойствами, а фотоэффект – корпускулярными. В результате возник так называемый корпускулярно-волновой дуализм, распространенный на мельчайшие частицы вещества – электроны, протоны, нейтроны и т.д. Движущийся по орбите электрон можно рассматривать с одной стороны как частицу-корпускулу (с определенной массой, энергией, зарядом) и с другой стороны – как некую волну, длина которой укладывается на длине орбиты целое число раз.

Деление материи на две формы – вещество и поле довольно условно. Частицы вещества обнаруживают признаки волны и корпускулы, и электромагнитное излучение обнаруживает те же свойства. Это явление полу-

чило название дуализма волны и корпускулы. Экспериментально дуализм подтверждается, например, дифракцией электронов на кристалле никеля, т.е. частица проявляет волновые свойства.

Особенности описания законов микромира

Особенностью микромира, состоящего из мельчайших частиц (электронов, протонов, нейтронов, атомов, и т.д.) является то, что им присущи как волновые так и корпускулярные свойства, т.е. проявление дуализма. Попытки описать и объяснить объекты микромира привели к появлению квантовой механики, т.к. классическая физика не в силах была объяснить дуализм волны и частицы. Кроме того, особенностью микромира является то, что при экспериментах неизбежно макроприборы и инструменты исследователей влияют на микрообъекты. Подобное воздействие не учитывается в классической физике.

Принцип неопределенности. Принципиальное отличие описания законов микромира заключается в вероятностном характере этих описаний. Это означает, что нельзя точно предсказать место нахождения, например, электрона. Можно оценить лишь его шансы попадания в определенную точку. Поэтому применяются методы и понятия теории вероятности. Суть принципа неопределенности заключается в следующем: если мы стремимся определить одну из сопряженных величин, например, координату x , то значение другой величины, нельзя определить с такой же точностью. Принцип неопределенности выражается формулой $\Delta x \Delta p = h$, где произведение приращения координаты и приращение импульса равно постоянной Планка. Или словами: невозможно с одинаковой точностью определить и положение, и импульс микрочастицы. Произведение их неточностей не должно превышать постоянную Планка.

Принцип дополнительности. В силу кажущейся противоречивости корпускулярных и волновых свойств датский физик Нильс Бор выдвинул принцип дополнительности для квантово-механического описания микрообъектов, согласно которому корпускулярная картина такого описания должна быть дополнена волновым альтернативным описанием. Опираясь на этот принцип возможно понять и объяснить многие явления, например дифракцию электрона на никелевом кристалле.

Принцип суперпозиций заключается в следующем: в каждой точке результат от действия нескольких источников (например, волн) в любой момент равен сумме результатов действий каждого источника в отдельности.

Виды взаимодействий. Вещество и поле. Виртуальные частицы

Атомистическая концепция опирается на представление о дискретном строении материи, т.е. материя состоит из мельчайших частиц, которые на определенном этапе познания считаются неделимыми. Исторически такими частицами считались атомы, затем элементарные частицы, теперь кварки.

Между элементарными частицами существуют взаимодействия. По интенсивности это взаимодействие подразделяется на сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное.

1. Сильное взаимодействие наиболее интенсивно и обуславливает связь между протонами и нейтронами в атомных ядрах.

2. Электромагнитное взаимодействие менее интенсивное и определяет связь между электронами и ядрами в атоме, и между атомами в молекуле.

3. Слабое взаимодействие наименее интенсивно, оно вызывает медленно протекающие процессы с элементарными частицами, например, распад квазичастиц.

4. Гравитационное взаимодействие происходит на чрезвычайно коротких расстояниях и определяется малыми массами частиц, что дает малый эффект, который возрастает с увеличением массы.

Элементарные частицы (кроме фотонов) могут подразделяться по типам взаимодействия: на адроны, для которых характерно сильное взаимодействие и лептоны, для которых характерно слабое и электромагнитное взаимодействие. По массе частицы делятся на тяжелые, промежуточные и легкие. По времени жизни они делятся на стабильные (электрон, фотон, протон и нейтрино), квазистабильные и нестабильные частицы.

Связанные системы микрообъектов. Ядро, атом, молекула

Характер связанной системы микрообъекта, как и любой системы, зависит не только от состава и строения ее элементов, но и от их взаимодействия. Именно такое взаимодействие определяет связанность и целостность системы. С уровнем достигнутых знаний менялось и представления о структуре вещества. В качестве первичной системы микрообъектов сначала рассматривались молекулы как наименьшие единицы вещества. Сами представления о структуре молекулы постепенно совершенствовались и уточнялись. Существовало мнение, что структура молекулы возникает благодаря взаимодействию разноименно заряженных атомов или групп атомов. Но это было не совершенное суждение. В дальнейшем исследователи установили, что при образовании структур различные атомы не просто взаимодействуют, но известным образом преобразуют друг друга, так в результате получается целостность или связанная система.

Резерфорд положил основу ядерной модели атома как целостной системы. Она заключается во взаимодействии ядра атома, находящегося в центре атома и электронов, вращающихся вокруг ядра. Ядро состоит из положительно заряженных протонов и не имеющих заряда нейтронов. Число электронов в атоме равно числу протонов в ядре. Т.к. масса электронов в 2000 раз меньше массы протонов или нейтронов, поэтому вся масса атома сосредоточена в ядре. Разные электроны связаны с ядром в разной степени, некоторые из них атом легко теряет, при этом система переходит в другое состояние, атом становится положительным ионом. Приобретая дополнительный электрон, атом превращается в отрицатель-

ный ион. При поглощении электромагнитного излучения, например света, атом возбуждается и совершает квантовый переход с нижнего уровня на более высокий. В связи с этим говорят об энергетических уровнях атома, которые определяют состояние атома как системы.

Атомное ядро как целостная система существует благодаря сил притяжения, связывающих протоны и нейтроны в атомном ядре. Эти силы называются ядерными или сильным взаимодействием. Так как по способности к сильному взаимодействию протон и нейтрон не отличаются друг от друга, поэтому их рассматривают как одну частицу – нуклон. Сильное взаимодействие действует на малых расстояниях (10^{-15} м) и превосходит электромагнитное и гравитационное, но оно уменьшается с увеличением расстояния.

ЗАНЯТИЕ № 4. КОНЦЕПЦИИ СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА (ОТ МИКРОМИРА К МАКРОМИРУ)

Цель занятия: определить понятие микромир, атом, вещество. Рассмотреть строение атомного ядра, возможности превращения элементов и основные законы химии.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Строение молекул. Законы стехиометрии. Строение веществ в разных агрегатных состояниях. Свойства металлов. Структура и свойства воды. Химическая идентификация: качественный и количественный анализ, представление о физико-химических методах анализа. Современные материалы. Нанотехнологии, полимеры.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Роль и место химии в естествознании и жизни
2. Строение молекул.
3. Учение о химических процессах
4. Сущность химической эволюции
5. Синтез веществ
6. Свойства металлов.

Темы для реферативного доклада:

1. Основные проблемы современной химии.
2. Простое и сложное вещество в химии.
3. Структура и свойства воды.
4. Современные материалы.
5. Нанотехнологии, полимеры.

Теоретическая часть

Роль и место химии в естествознании и жизни

Как и другие составляющие естествознания, химия имеет многочисленные практические приложения. Однако еще Д.И. Менделеевым было обращено внимание на существенную особенность этой науки: химия в значительной мере сама создает свой объект изучения. Энергетическая проблема последовательно привела человека к освоению энергии пара, тепловой, электрической энергии, и, наконец, энергии атома. Химическая промышленность производит десятки тысяч наименований продуктов, многие из которых по технологическим и экономическим характеристикам успешно конкурируют с традиционными материалами, а часть – является уникальной по своим параметрам. Химия дает материалы с заранее заданными свойствами, в том числе и такими, которые не встречаются в природе. Подобные материалы позволяют проводить технологические процессы с большими скоростями, температурами, давлениями, в условиях агрессивных сред. Для промышленности химия поставляет такие продукты, как кислоты и щелочи, краски, синтетические волокна и т.п. Для сельского хозяйства химическая промышленность выпускает минеральные удобрения, средства защиты от вредителей, химические добавки и консерванты к кормам для животных. Для домашнего хозяйства и быта химия поставляет моющие средства, краски, аэрозоли и другие продукты.

Строение молекул

На определенном этапе эволюции Вселенной в ней реализуются условия, допускающие формирование атомов вещества. Определенный набор атомов способен образовать новую систему – молекулу. Организация материи на атомно-молекулярном уровне приводит к появлению новых свойств материи – к возможности существования множества веществ с громадным разнообразием свойств.

Наукой, исследующей закономерности, проявляющиеся на атомно-молекулярном уровне организации материи, является *химия*. Задача химии состоит в изучении строения молекул и процессов изменения этого строения в результате их взаимодействия.

Эмпирическая химическая формула соединения показывает, какие элементы и в каком соотношении входят в состав химического соединения. В химии выработаны правила определения молекулярной формулы. Молекулярные формулы позволяют отобразить химические превращения. Для этого используются *химические уравнения*, которые являются эффективным и простым способом описания химических процессов.

Язык химии разнообразен: он содержит возможности отображения особенностей химических реакций и различных свойств веществ. Например, *структурные формулы* показывают последовательность и пространственный порядок соединения атомов в молекулах.

Исходным в учении о составе является вопрос: «Что считать химическим элементом – элементарным, неразложимым «кирпичиком» вещества? Отправной точкой решения этой проблемы стало формулирование Д.И. Менделеевым знаменитого Периодического закона. В основу систематизации свойств химических элементов Менделеевым была положена идея зависимости свойств элемента от атомной массы. Со временем элемент получил новый смысл, оказавшись обусловленным зарядом ядра атома (Z). На этой основе были выяснены особенности строения электронных орбит всех элементов и раскрыт физический смысл Периодического закона. *Химический элемент* – это вид атомов с одинаковым зарядом ядра, то есть совокупность изотопов. Под это современное определение попадают как отдельные атомы, так и находящиеся в химической связи с другими атомами.

Со времен Д.И. Менделеева было известно 62 элемента. В 1930-е годы система элементов заканчивалась ураном ($Z = 92$). С начала 1940-х годов таблица Менделеева пополнялась принципиально новым путем – путем физического синтеза. До середины 50-х годов было синтезировано 9 элементов. Элемент под номером 101 был назван «менделеевий».

В физически доступном слое Земли всего восемь химических элементов представлены в значительном количестве. Это кислород 47,0%, кремний 27,5%, алюминий 8,8%, железо 4,6%, кальций 3,6%, натрий 2,6%, калий 2,5% и магний 2,1%.

Практически все элементы проявляются в земных условиях в составе тех или иных химических систем – химических соединений. В настоящее время известно более восьми миллионов соединений. Из них абсолютное большинство (около 96%) – органических.

Какие из многокомпонентных тел следует отнести к химическому соединению, а что считать простыми смесями?

Органические соединения. К настоящему времени выделено много новых природных соединений: алкалоидов и терпенов из растений, антибиотиков из микроорганизмов и грибов, пептидов и полинуклеотидов из организмов животных и человека. Основная задача физической органической химии – установление связи между физическими, прежде всего спектральными, химическими свойствами органических соединений и их молекулярной структурой.

Неорганические соединения. Неорганические элементы и соединения, как показывают экспериментальные наблюдения последнего времени, играют важную роль в живых системах, которые нельзя считать чисто органическими. Они весьма чувствительны к ионам металлов почти всей периодической системы элементов Менделеева. Некоторые ионы принимают участие в таких жизненно важных процессах, как связывание и транспорт кислорода (железо в гемоглобине), поглощение и конверсия солнечной энергии (магний в хлорофилле, марганец в фотосистеме, железо в ферро-

доксине, медь во фталоцианине), обмен электрическими импульсами между клетками (кальций, калий в нервных клетках), мышечное сокращение (кальций), ферментативный катализ (кобальт в витамине В₁₂) и др.

Учение о химических процессах

Способность к взаимодействию различных химических реагентов определяется не только их атомарно-молекулярной структурой, но и условиями протекания химических реакций. К ним относятся термодинамические факторы (температура, давление и др.) и кинетические факторы (все, что связано с переносом веществ, образованием их промежуточных форм). Их влияние на химические реакции раскрывается на концептуальном уровне химии, который обобщенно называют *учением о химических процессах*.

Учение о химических процессах является областью глубокого взаимопроникновения физики, химии и биологии. Действительно, в основе этого учения находятся химическая термодинамика и кинетика, которые в равной степени относятся и к химии, и к физике. А живая клетка, исследуемая биологической наукой, представляет собой в то же время микроскопический химический реактор, в котором происходят превращения, изучаемые химией, и многие из которых химия пытается реализовать в макроскопическом масштабе. Таким образом, изучая условия протекания и закономерности химических процессов, человек вскрывает глубокую связь, существующую между физическими, химическими и биологическими явлениями и одновременно перенимает у живой природы опыт, необходимый ему для получения новых веществ и материалов.

Большинство современных химических технологий реализуется с использованием катализаторов – веществ, которые увеличивают скорость реакции, не расходуясь в ней.

Сущность химической эволюции

Картина хемогенеза отчетливо свидетельствует о своеобразном *химическом «естественном отборе»* веществ. На сегодняшний день известны 112 химических элементов, однако основу живых систем составляют только 6 из них, которые в связи с этим обстоятельством получили название *органогенов*. Это *углерод (С), водород (Н), кислород (О), азот (N), фосфор (P) и сера (S)*. Их общая весовая доля в живой материи составляет 97,4%. Еще 12 элементов (Na, K, Ca, Mg, Fe, Si, Al, Cl, Cu, Zn, Co, Mn) составляют примерно 1,6%. Остальные слабо представлены в живой материи, то есть к участию в *живой* материи природа отобрала ограниченный набор элементов. К настоящему моменту науке известно всего около 8000000 химических соединений. Из них подавляющее большинство (около 96%) – это органические соединения, основной «строительный материал» которых – перечисленные выше элементы. Из остальных химических элементов природа создала лишь около 300 000 неорганических соединений.

Резкая диспропорция между громадным множеством органических соединений и малым количеством составляющих их элементов, а также

факт принадлежности этих же элементов к органогенам, нельзя объяснить на основе различной распространенности элементов. На Земле наиболее распространены кислород, кремний, алюминий, железо, тогда как углерод занимает лишь 16-е место. Совместная же весовая доля важнейших органоменов (C, N, P, S) в поверхностных слоях Земли всего около 0,24%. Следовательно, геохимические условия не сыграли сколько-нибудь существенной роли в отборе химических элементов при формировании органических систем, а тем более биосистем.

Тогда возникает вопрос: по каким признакам химическая эволюция отобрала малую часть элементов в число органоменов? С химической точки зрения видны признаки, по которым происходил этот «естественный отбор» элементов. Это, во-первых, *способность образовывать достаточно прочные, энергоемкие химические связи*. Во-вторых, *образуемые связи должны быть достаточно лабильными, т.е. изменчивыми, перестраиваемыми*.

Именно поэтому углерод был отобран эволюцией как органоген № 1. Он в полной мере отвечает перечисленным выше требованиям. Атом углерода образует почти все типы химических связей, какие знает химия, с самыми разными значениями энергии связи. Соединение с другими элементами в различных комбинациях обеспечивает колоссальное разнообразие органических соединений, Оно проявляется в размерах, форме молекул и их химических свойствах.

Кислород и водород нельзя считать столь же лабильными, как углерод; их, скорее, следует рассматривать в качестве носителей крайних и односторонних свойств – окислительных и восстановительных. Лабильные атомы серы, фосфора и железа имеют большое значение в биохимии, в то время как стабильные – кремний, алюминий, натрий, составляющие несравненно большую часть земной коры, играют второстепенную роль.

Подобно тому, как из всех химических элементов только 6 органоменов, да еще 10–15 других элементов отобраны природой в основу биосистем, так же и в предбиологической эволюции шел отбор и *химических соединений*. Из миллионов органических соединений в построении живого участвуют лишь несколько сотен; из 100 известных аминокислот в состав белка входит только 20.

Каким образом из минимума химических соединений образовался сложнейший высокоорганизованный комплекс – биосистема?

Теория саморазвития элементарных *открытых* каталитических систем, выдвинутая в 1964 г. А.П. Руденко, по существу представляет собой единую теорию хемо- и биогенеза. Она решает в комплексе вопросы о движущих силах и механизме эволюционного процесса, то есть о законах химической эволюции, об отборе элементов и структур, о сложности химической организации и иерархии химических систем как следствия эволюции. Сущность этой теории состоит в том, что химическая эволюция

представляет собой саморазвитие каталитических систем, и следовательно, эволюционирующим веществом являются катализаторы.

Эта теория является в настоящее время основанием эволюционной концепции в химии. Одно из важнейших следствий этой теории – установление пределов химической эволюции и перехода от хемогенеза к биогенезу.

Таким образом, эволюционная химия совместно с другими естественными науками, постепенно подступает к расшифровке механизма предбиологической эволюции и зарождения живого, а вместе с этим – и к созданию новейших технологий на принципах, позаимствованных у живой природы.

ЗАНЯТИЕ № 5. КОНЦЕПЦИИ СТРОЕНИЯ, ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ЗАРОЖДЕНИЯ СТРУКТУР В МИРЕ ЗВЕЗД

Цель занятия: Изучить строение звезд, солнечной системы, галактик, особенности их зарождения и эволюции.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Строение звезды. Источники энергии Солнца и звезд. Галактика, ее форма и строение. Солнечная система в Галактике. Закон Хаббла. Стационарная Вселенная и «Космология Большого Взрыва». Рождение частиц и возникновение неоднородностей.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Теории происхождения вселенной.
2. Эволюция вселенной.
3. Зарождение галактик.
4. Настоящее вселенной.
5. Солнечная система и ее происхождение.
6. Звезды и их эволюция.
7. Эволюция и строение галактик.

Темы для реферативного доклада:

1. Происхождение и развитие галактик и звезд.
2. Происхождение и развитие Солнечной системы.
3. Происхождение и развитие Земли.
4. Теория большого взрыва и расширяющаяся Вселенная.
5. Структурные уровни организации материи в мегамире.
6. Теория происхождения взрыва.

Теоретическая часть

Теории происхождения вселенной

Последние научные данные позволили сделать вывод, что наша Вселенная родилась 15 миллиардов лет назад в результате Большого взрыва. Но что именно взорвалось в тот момент и что, собственно, существовало

до Большого взрыва, по-прежнему оставалось загадкой. До начала прошлого века было всего два взгляда на происхождение нашей Вселенной. Ученые полагали, что она вечна и неизменна, а богословы говорили, что Мир сотворен и у него будет конец.

Простой астрономический факт – расширение нашей Вселенной – привел к полному пересмотру всех космогонических концепций и разработке новой физики – физики возникающих и исчезающих миров. Всего 70 лет назад Эдвин Хаббл обнаружил, что свет от более далеких галактик «краснее» света от более близких. Причем скорость разбегания оказалась пропорциональна расстоянию от Земли (закон расширения Хаббла). Обнаружить это удалось благодаря эффекту Доплера (зависимости длины волны света от скорости источника света). Поскольку более далекие галактики кажутся более «красными», то предположили, что и удаляются они с большей скоростью. Кстати, разбегаются не звезды и даже не отдельные галактики, а скопления галактик. Ближайшие от нас звезды и галактики связаны друг с другом гравитационными силами и образуют устойчивые структуры. Причем, в каком направлении ни посмотри, скопления галактик разбегаются от Земли с одинаковой скоростью, и может показаться, что наша Галактика является центром Вселенной, однако это не так. Где бы ни находился наблюдатель, он будет везде видеть все ту же картину – все галактики разбегаются от него.

Но такой разлет вещества обязан иметь начало. Значит, все галактики должны были родиться в одной точке. Расчеты показывают, что произошло это примерно 15 млрд. лет назад. В момент такого взрыва температура была очень большой, и должно было появиться очень много квантов света (раскаленные предметы светятся).

Первое подтверждение факта взрыва пришло в 1964 году, когда американские радиоастрономы Р. Вильсон и А. Пензиас обнаружили *реликтовое электромагнитное излучение* с температурой около 3° по шкале Кельвина (-270°C). Именно это открытие, неожиданное для ученых, убедило их в том, что Большой взрыв действительно имел место и поначалу Вселенная была очень горячей.

Теория Большого взрыва позволила объяснить множество проблем, стоявших перед космологией. Но, к сожалению, а может, и к счастью, она же поставила и ряд новых вопросов. В частности: Что было до Большого взрыва? Почему наше пространство имеет нулевую кривизну и верна геометрия Евклида, которую изучают в школе? Если теория Большого взрыва справедлива, то отчего нынешние размеры нашей Вселенной гораздо больше предсказываемого теорией 1 сантиметра? Почему Вселенная на удивление однородна, в то время как при любом взрыве вещество разлетается в разные стороны крайне неравномерно? Что привело к начальному нагреву Вселенной до невообразимой температуры более 10^{13} К? Все это указывало на то, что теория Большого взрыва неполна.

Инфляционное расширение Вселенной Долгое время казалось, что продвинуться далее уже невозможно. Только четверть века назад благодаря работам российских физиков Э. Глинера и А. Старобинского, а также американца А. Гуса было описано новое явление – *сверх-быстрое инфляционное расширение Вселенной*. Описание этого явления основывается на общей теории относительности Эйнштейна и квантовой теории поля. Сегодня считается общепринятым, что именно такой период, получивший название «инфляция», предшествовал Большому взрыву.

Суть инфляции. При попытке дать представление о сущности начального периода жизни Вселенной приходится оперировать такими сверхмалыми и сверхбольшими числами, что наше воображение с трудом их воспринимает. Попробуем воспользоваться некоей аналогией, чтобы понять суть процесса инфляции. Представим себе покрытый снегом горный склон, в который вкраплены разнородные мелкие предметы – камешки, ветки и кусочки льда. Кто-то, находящийся на вершине этого склона, сделал небольшой снежок и пустил его катиться с горы. Двигаясь вниз, снежок увеличивается в размерах, так как на него налипают новые слои снега со всеми включениями. И чем больше размер снежка, тем быстрее он будет увеличиваться. Очень скоро из маленького снежка он превратится в огромный ком. Если склон заканчивается пропастью, то он полетит в нее со все более увеличивающейся скоростью. Достигнув дна, ком ударится о дно пропасти и его составные части разлетятся во все стороны (кстати, часть кинетической энергии кома при этом пойдет на нагрев окружающей среды и разлетающегося снега). Теперь опишем основные положения теории, используя приведенную аналогию.

Прежде всего физикам пришлось ввести гипотетическое поле, которое было названо «инфлатонным» (от слова «инфляция»). Это поле заполняло собой все пространство (в нашем случае – снег на склоне). Благодаря случайным колебаниям оно принимало разные значения в пространственных областях и в различные моменты времени. Ничего существенного не происходило, пока случайно не образовалась однородная конфигурация этого поля размером более 10–33 см. Что же касается наблюдаемой нами Вселенной, то она в первые мгновения своей жизни, по-видимому, имела размер 10–27 см. Предполагается, что на таких масштабах уже справедливы основные законы физики, известные нам сегодня, поэтому можно предсказать дальнейшее поведение системы. Оказывается, что сразу после этого пространственная область, занятая флуктуацией (от лат. fluctuatio – «колебание», случайные отклонения наблюдаемых физических величин от их средних значений), начинает очень быстро увеличиваться в размерах, а инфлатонное поле стремится занять положение, в котором его энергия минимальна (снежный ком покатился). Такое расширение продолжается всего 10–35 секунды, но этого времени оказывается достаточно для того, чтобы диаметр Вселенной возрос как минимум в 10^{27} раз и к окончанию ин-

фляционного периода наша Вселенная приобрела размер примерно 1 см. Инфляция заканчивается, когда инфлатонное поле достигает минимума энергии – дальше падать некуда. При этом накопившаяся кинетическая энергия переходит в энергию рождающихся и разлетающихся частиц, иначе говоря, происходит нагрев Вселенной. Как раз этот момент и называется сегодня Большим взрывом.

Гора, о которой говорилось выше, может иметь очень сложный рельеф – несколько разных минимумов, долины внизу и всякие холмы и кочки. Снежные комья (будущие вселенные) непрерывно рождаются наверху горы за счет флуктуаций поля. Каждый ком может скатиться в любой из минимумов, породив при этом свою вселенную со специфическими параметрами. Причем вселенные могут существенно отличаться друг от друга. Свойства нашей Вселенной удивительнейшим образом приспособлены к тому, чтобы в ней возникла разумная жизнь. Другим вселенным, возможно, повезло меньше.

Еще раз хотелось бы подчеркнуть, что описанный процесс рождения Вселенной «практически из ничего» опирается на строго научные расчеты.

Сегодня наша Вселенная состоит из большого числа звезд, не говоря уж о скрытой массе. И может показаться, что полная энергия и масса Вселенной огромны. И совершенно непонятно, как это все могло поместиться в первоначальном объеме 10–99 см³. Однако во Вселенной существует не только материя, но и гравитационное поле. Известно, что энергия последнего отрицательна и, как оказалось, в нашей Вселенной энергия гравитации в точности компенсирует энергию, заключенную в частицах, планетах, звездах и прочих массивных объектах. Таким образом, закон сохранения энергии прекрасно выполняется, и суммарная энергия и масса нашей Вселенной практически равны нулю. Именно это обстоятельство отчасти объясняет, почему зарождающаяся Вселенная тут же после появления не превратилась в огромную черную дыру. Ее суммарная масса была совершенно микроскопична, и вначале просто нечему было коллапсировать. И только на более поздних стадиях развития появились локальные сгустки материи, способные создавать вблизи себя такие гравитационные поля, из которых не может вырваться даже свет. Соответственно, и частиц, из которых «сделаны» звезды, на начальной стадии развития просто не существовало. Элементарные частицы начали рождаться в тот период развития Вселенной, когда инфлатонное поле достигло минимума потенциальной энергии и начался Большой взрыв.

Область, занятая инфлатонным полем, разрасталась со скоростью, существенно большей скорости света, однако это нисколько не противоречит теории относительности Эйнштейна. Быстрее света не могут двигаться лишь материальные тела, а в данном случае двигалась воображаемая, нематериальная граница той области, где рождалась Вселенная (примером сверхсветового движения является перемещение светового пятна по поверхности Луны при быстром вращении освещающего ее лазера).

Итак, сразу после окончания инфляции гипотетический внутренний наблюдатель увидел бы Вселенную, заполненную энергией в виде материальных частиц и фотонов. Если всю энергию, которую мог бы измерить внутренний наблюдатель, перевести в массу частиц, то мы получим примерно 1080 кг. Расстояния между частицами быстро увеличиваются из-за всеобщего расширения. Гравитационные силы притяжения между частицами уменьшают их скорость, поэтому расширение Вселенной после завершения инфляционного периода постепенно замедляется.

Эволюция вселенной

Сразу после рождения Вселенная продолжала расти и охлаждаться. При этом охлаждение происходило в том числе и благодаря банальному расширению пространства. Электромагнитное излучение характеризуется длиной волны, которую можно связать с температурой – чем больше средняя длина волны излучения, тем меньше температура. Но если пространство расширяется, то будут увеличиваться и расстояния между двумя «горбами» волны, и, следовательно, ее длина. Значит, в расширяющемся пространстве и температура излучения должна уменьшаться. Что и подтверждает крайне низкая температура современного реликтового излучения.

По мере расширения меняется и состав материи, наполняющей наш мир. Кварки объединяются в протоны и нейтроны, и Вселенная оказывается заполненной уже знакомыми нам элементарными частицами – протонами, нейтронами, электронами, нейтрино и фотонами. Присутствуют также и античастицы. Природа позаботилась о том, чтобы частиц было немного больше, чем античастиц. Именно благодаря этой небольшой разнице и существует наш мир. А реликтовое излучение – это как раз последствие аннигиляции (то есть взаимоуничтожения) частиц и античастиц. Конечно, на начальном этапе энергия излучения была очень велика, но благодаря расширению пространства и как следствие – охлаждению излучения эта энергия быстро убывала. Сейчас энергия реликтового излучения примерно в десять тысяч раз (10⁴ раз) меньше энергии, заключенной в массивных элементарных частицах.

Постепенно температура Вселенной упала до 10¹⁰ К. К этому моменту возраст Вселенной составлял примерно 1 минуту. Только теперь протоны и нейтроны смогли объединяться в ядра дейтерия, трития и гелия. Это происходило благодаря ядерным реакциям, которые люди уже хорошо изучили, взрывая термоядерные бомбы и эксплуатируя атомные реакторы на Земле. Поэтому можно уверенно предсказывать, сколько и каких элементов может появиться в таком ядерном котле. Это означает, что известные нам физические законы одинаковы во всей наблюдаемой части Вселенной и были таковыми уже в первые секунды после появления нашего мира. Причем около 98% существующего в природе гелия образовалось именно в первые секунды после Большого взрыва.

ЗАНЯТИЕ № 6. КОНЦЕПЦИИ ЭВОЛЮЦИОННОЙ БИОЛОГИИ

Цель занятия: Изучить биологический уровень организации материи, рассмотреть клеточную теорию, функции и строение мембраны, понятие естественного отбора.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Клеточная теория. Функции клеточной мембраны. Понятие о неodarвинизме и синтетической теории эволюции. Микро- и макроэволюция. Естественный отбор. Гипотеза Опарина-Холдейна. Современная оценка концепции биохимической эволюции в биологии.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Многогранность живого.
2. Структурные уровни организации живых систем.
3. Развитие современной концепции биохимического единства всего живого.
4. За счет чего функционирует энергетика живого.
5. Особенности термодинамики, самоорганизации и информационного обмена в живых системах.
6. Роль генетического материала в воспроизводстве и эволюции живых организмов.

Темы для реферативного доклада:

1. Развитие жизни на Земле (начальный этап).
2. Сущность живого, его основные признаки.
3. Структурные уровни живой природы.
4. Концепция А.И. Опарина и ее роль в решении проблемы происхождения жизни.
5. Роль аминокислот в живом организме.
6. Синтетическая теория эволюции.

Теоретическая часть

Многогранность живого

Предбиологические структуры, представляющие собой гигантские органические макромолекулы, являются пределом химической эволюции вещества. Следующий и принципиально иной уровень сложности в организации материи по сравнению с атомарно-молекулярным уровнем – это живая материя, живая природа. Жизнь во всех ее формах является объектом биологии, поэтому, имея в виду все живое, можно говорить о *биологическом уровне организации материи*.

Живая природа (кратко – жизнь) – это такая форма организации материи на уровне макромира, которая резко отличается от других форм сразу многими признаками. Каждый из этих признаков может служить для разграничения живой и неживой природы, а соответственно – основой для определения, что есть жизнь. Существенными оказываются все эти признаки. Ни одним из них нельзя пренебречь.

Для последующего анализа живого воспользуемся определением жизни, которое дал академик М.В. Волькенштейн: «Жизнь есть форма существования макроскопических гетерогенных открытых сильнонеравновесных систем, способных к самоорганизации и самовоспроизведению».

Структурные уровни организации живых систем

Жизни как природному явлению присуща своя иерархия уровней организации, определенная упорядоченность, соподчиненность этих уровней. Открытие клетки как элемента живых структур и представление о системности, цельности этих структур стали основой последующего построения иерархии живого.

Концепция структурных уровней живого включает представление об иерархической соподчиненности структурных уровней, системности и органической целостности живых организмов. В соответствии с этой концепцией структурные уровни различаются не только сложностью, но и закономерностями функционирования. Рассмотрим отдельные уровни организации живой материи, начав с низшей ступени, на которой смыкаются биология и химия.

Молекулярно-генетический уровень. Это тот уровень организации материи, на котором совершается скачок от атомно-молекулярного уровня неживой материи к макромолекулам живого.

Белки – органические соединения, входящие в состав всех живых организмов. В состав белка входит 20 аминокислот-мономеров. Характерным физическим свойством аминокислот, содержащихся в живых системах, является то, что все они способны поворачивать влево плоскость поляризации светового луча. В свою очередь, это означает, что свойством живой материи является ее молекулярная асимметричность, подобная асимметричности левой и правой рук. Опираясь на такую аналогию, это свойство живого назвали *молекулярной хиральностью* (от греч. *cheir* – рука).

Первоначально казалось, что фундаментальную основу жизни составляют именно белковые молекулы. Но наиболее важным было выделение веществ из ядра клетки, обладающих свойствами кислот и названных *нуклеиновыми* (то есть ядерными) *кислотами*. Один тип этих кислот получил широко используемое сокращенное название *РНК* (рибонуклеиновые кислоты), другой – *ДНК* (дезоксирибонуклеиновые кислоты). Удалось доказать, что *ДНК* обладает способностью сохранять и передавать наследственную информацию организмов. В 1953 г. была расшифрована структура *ДНК*. Оказалось, что молекула *ДНК* состоит из двух мономерных цепей, идущих в противоположных направлениях и закрученных одна вокруг другой наподобие пары электрических проводов. *ДНК*, находящиеся в клетке, разделены на участки – *хромосомы*. Мономеры нуклеиновых кислот несут информацию, по которой строятся аминокислоты и белковые молекулы организма. Участок молекулы *ДНК*, содержащий информацию

об одном из набора белков организма, называют *геном*. Гены расположены в хромосомах.

Клеточный уровень. Любой живой организм состоит из клеток. В простейшем случае – из единственной клетки (бактерии, амёбы). Клетка является мельчайшей элементарной живой системой и является первоосновой строения, жизнедеятельности и размножения всех организмов. Клетки всех организмов сходны по строению и составу веществ. Всеми сложными многоступенчатыми процессами в клетке управляет особая структура, как правило, находящаяся в ее ядре и состоящая из длинных цепей молекул нуклеиновых кислот.

Клетки обладают разнообразием форм, размеров, функций. Существуют клетки, не содержащие ядра – *прокариоты* (безъядерные клетки). Исторически они являются предшественниками клеток с развитой структурой, то есть клеток, имеющих ядро – *эукариотов*.

Следует отметить, что к миру живого относятся также и *вирусы* – мельчайшие бесклеточные организмы размером примерно в 50 раз меньше бактерий. Они находятся на границе между живой и неживой материей. Не имея клеточной структуры, они способны ее воспроизводить, внедряясь в среду чужих клеток.

Тканевый уровень. Совокупность клеток с одинаковым уровнем организации образует живую ткань. Из тканей состоят различные органы живых организмов.

Организменный уровень. Система совместно функционирующих органов образует организм. В отличие от предыдущих уровней на организменном уровне проявляется большое разнообразие живых систем. Организменный уровень именуют также онтогенетическим.

Популяционно-видовой уровень образован совокупностью видов и популяций живых систем. *Популяция* – это совокупность организмов одного вида, обладающих единым *генофондом* (совокупностью генов). Она является *надорганизменной* живой системой, так же, как и *вид*, состоящий обычно из нескольких популяций. На этом уровне реализуется биологический эволюционный процесс.

Биоценотический уровень образован *биоценозами* – исторически сложившимися устойчивыми сообществами популяций, связанных друг с другом и окружающей средой обменом веществ.

Биосферный уровень организации живого: совокупность биоценозов образует *биосферу* Земли.

Развитие современной концепции биохимического единства всего живого

Пока в биологии не существовало методов физико-химического исследования и сколько-нибудь ясных теоретических концепций, сущность живого сводили к наличию некоей «таинственной силы», благодаря кото-

рой развивается и воспроизводится все живое. Такой подход к пониманию живого называют *витализмом*.

Углубление современных знаний о происхождении жизни приводит к появлению различных теорий предбиологической эволюции. Существует несколько точек зрения на саму природу образования жизни на Земле.

Первая заключается в следующем: жизнь возникла на Земле из неживых (минеральных) форм.

Вторая посылка: жизнь получила развитие на Земле. Это означает, что: жизнь является порождением Космоса, а Земля предоставила лишь необходимые условия для ее развития концентрации углерода неорганического происхождения, из которого возможен синтез первоосновы жизни – аминокислот.

Переход от неживого к живому осуществился после того, как на базе предшествующих предбиологических структур возникли и развились зачатки двух основополагающих жизненных систем: *системы обмена веществ (метаболизма)* и *системы воспроизводства* живой клетки. Пока невозможно сказать, как конкретно происходило это развитие. В современной природе мы наблюдаем конечный результат того качественного скачка, который привел к образованию живой клетки, и последовавшего за этим процесса биологической эволюции.

Изучение указанных систем дало важнейший попутный результат: сформировалась фундаментальная для всего естествознания идея единства состава и механизмов функционирования живой природы независимо от уровня организации составляющих ее структур. Это схожесть химического состава, свойство хиральности живого, универсальная роль аденозинтрифосфата (АТФ) в качестве аккумулятора и переносчика биологически запасенной энергии; универсальность генетического кода и др.

За счет чего функционирует энергетика живого

Все функции живых систем, требующие расходования энергии, должны обеспечиваться ею от некоторых внешних источников. Ими являются органические вещества с запасенной в них химической энергией. Часть организмов синтезирует эти вещества внутри себя из неорганических веществ. Например, из углекислого газа и воды под действием солнечного света (такой процесс называется *фотосинтезом*) или в процессе окисления (*хемосинтез* в некоторых бактериях). Эти организмы называют *автотрофами*. Большинство автотрофов – это зеленые растения, осуществляющие фотосинтез. Другая часть организмов (например, все животные и человек), называемых *гетеротрофами*, приспособилась к потреблению энергии из готовых органических веществ, синтезированных автотрофами.

Питательные органические вещества, поглощаемые гетеротрофами, обладают большей упорядоченностью (меньшей энтропией), чем выделяемые продукты обмена.

Таким образом, назначение *метаболизма*, то есть обмена веществ живой системы с внешней средой, состоит в поддержании определенного уровня организации этой системы и ее частей.

Между двумя типами организмов – авто- и гетеротрофами – существует пищевая (*трофическая*) связь. Живые системы образуют *пищевые цепочки*: энергия, накопленная при фотосинтезе растениями, передается через травоядных к хищникам; заключительным звеном пищевой цепочки являются микробы, перерабатывающие вещество отмерших организмов в неорганические вещества. В последующем эти молекулы вновь могут участвовать в образовании живых систем. В итоге в биосфере сформировался глобальный круговорот веществ, который обусловлен так называемыми *биогеохимическими циклами*. Основными являются циклы обращения в биосфере воды, а также элементов, из которых состоят живые системы.

Первоисточником энергетического потока, проходящего сквозь все пищевые цепочки в биосфере, служит энергия солнечного электромагнитного излучения, попадающая на поверхность Земли в видимом диапазоне (свет). Финалом преобразований в пищевых цепочках является освобождение энергии в виде тепла при переработке микробами органических остатков. Вся высвободившаяся в процессе жизнедеятельности в биосфере энергия возвращается поверхностью Земли в мировое пространство главным образом в виде электромагнитного излучения инфракрасного диапазона.

Особенности термодинамики, самоорганизации и информационного обмена в живых системах

Живая система, как и любая иная природная система, подчиняется законам термодинамики. Элементы живого организма (да и всех живых систем вообще) постоянно разрушаются и строятся вновь. Этот процесс носит название *биологического обновления*. Для его обеспечения требуется непрекращающийся приток извне вещества и энергии, а также вывод во внешнюю среду части продуктов биохимических процессов, включая тепло. Таким образом, любые функционирующие организмы обязательно являются *неизолированными, открытыми термодинамическими системами*. Благодаря потокам вещества и энергии, проходящим через эти системы, они являются также *неравновесными*. Если условия существования системы неизменны, то указанные потоки постоянны. В этом случае неравновесное состояние *стационарно*, то есть оно не изменяется со временем (это называют также *динамическим равновесием*).

Подобно тому, как в термодинамике равновесных систем особым состоянием является равновесное состояние, в термодинамике неравновесных систем особую роль играют *стационарные* состояния. Для живых систем, которые всегда не равновесны, но поддерживаются в стационарном состоянии, это означает следующее:

1) в течение времени жизни системы ее элементы постоянно подвергаются распаду, обусловленному увеличением энтропии;

2) для компенсации возникающей в результате распада неупорядоченности в системе совершается работа в форме процессов синтеза элементов взамен распавшихся; эта работа обуславливает отрицательную добавку энтропии. Такие процессы создают упорядоченность.

В живой системе реализуется механизм *самоуправления* и *самоорганизации* на основе непрерывного обмена информацией с внешней средой. Это обеспечивает выработку самим организмом реакций, направленных на максимальное его приспособление к изменяющимся условиям. Самоорганизация – это процесс создания, поддержания и совершенствования сложной системы без управляющего вмешательства извне. Самоорганизация и самоуправление в живой системе невозможны без информационных связей между ее элементами.

Самоуправление в живых системах и цели, которые оно преследует, имеют многоуровневый характер, а между уровнями существует подчиненность (иерархия). Цель первого порядка – обеспечить существование системы. Она достигается поддержанием неравновесного стационарного состояния. После достижения этой цели живая система осуществляет поддержание постоянства параметров внутренней среды – *гомеостаз* (цель второго порядка). Гомеостаз является необходимым условием высокого качества функционирования системы. Цель третьего порядка – достижение оптимальных в данных условиях показателей существования живой системы, в частности максимальной энергетической эффективности и надежности ее функционирования.

Важнейшим информационным аспектом в функционировании живых систем является наличие в них так называемых *обратных связей*. Принцип обратных связей является одним из основных принципов самоуправления и самоорганизации.

Положительные обратные связи осуществляют такой тип регулирования, который уводит состояние живой системы от первоначального, и играют роль «усилителей» процессов жизнедеятельности. Такого рода связь существует между неограниченными пищевыми ресурсами для некоторого вида животных и их численностью. Наличие одной лишь такой связи привело бы к постоянному росту численности данного вида. *Отрицательные обратные связи*, наоборот, служат для поддержания стабильной ситуации в живой системе. Они обеспечивают, например, оптимальную численность популяций в биоценозе, стабильную температуру организма и т.д.

ЗАНЯТИЕ № 7.

ЭКОЛОГИЯ И ЗДОРОВЬЕ, УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

Цель занятия: сформулировать целостное представление понятий биосфера и ноосфера, раскрыть суть учения В.И. Вернадского о биосфере.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Отличия растений от животных. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Человек и человечество в биосфере как закономерная часть ее живого вещества, часть ее организованности. Структура научного знания как проявления ноосферы, им вызванного геологически нового состояния биосферы. Экология, закономерности развития экосистем. Концепция коэволюции.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Экология и здоровье
2. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
3. Ноосфера.

Темы для реферативного доклада:

1. Роль молекулы ДНК в передаче наследственности. Структура и функции генов. Значение генетики для практики. Основные положения генетики.
2. Человек как предмет естествознания. Проблема биологического и социального в человеке.
3. Биологическое и социальное в человеке.
4. Возможности и границы развития индивидуума.
5. Экологическая проблема как глобальная проблема современности.

Теоретическая часть

Установлено, что в природе невозможно выделить и изучить любую живую систему вне ее взаимосвязей с иными живыми системами и с неживым окружением. Поэтому в начале XX в. и в науку стали все шире проникать идеи холистического (то есть целостного) подхода к изучению природы. Одним из результатов этой тенденции стала новая научная дисциплина – *экология*.

Экология – это наука об отношениях сообществ, образуемых живыми организмами, между собой и с окружающей средой. Ключевым понятием и базовой моделью экологии является *экосистема*. Экосистемой называют единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в которых живые и неживые элементы связаны обменом веществ и энергии.

Экология исследует процессы, влияющие на распространение и численность организмов. В современных условиях к таким процессам относятся и всевозможные проявления деятельности человека. Поэтому экология стала теоретической базой охраны природы. Главная задача экологии состоит в познании закономерностей, связанных с воспроизводством, гибелью и миграцией живых организмов, а также в выработке методов управления этими процессами в условиях возрастающего влияния человека на окружающую среду.

С развитием техники и технологии, расширением поля деятельности человека и масштабов ее последствий возникла новая комплексная проблема – *экология и здоровье человека*, задача которой – исследование адаптивных возможностей человека в изменяющейся среде обитания. Опас-

ность для человека состоит в том, что его огромные адаптивные возможности не соответствуют темпам неблагоприятных изменений в среде обитания. Это сделало приоритетом экологии выработку *принципов рационального природопользования и охраны природы*.

История эволюции биосферы насчитывает около 4,1 млрд лет. Род человеческий не насчитывает и 3 млн лет. Человек же разумный (*Homo sapiens*) отмечен пределом не выше 40 тыс лет. Следовательно, инерционность биосферы выше человеческой как минимум в 100 тысяч раз. Отсюда можно сделать вывод о том, что все прогнозы о якобы существующей возможности вырождения жизни на планете «с помощью» бесхозяйственной деятельности человека или применения им средств массового поражения – *несостоятельна*. Человек может уничтожить сам себя, но уничтожить жизнь в биосфере – это ему не по силам.

Так, микробы выдерживают присутствие таких ядовитых веществ, как серная кислота, фенол и сероводород, и даже могут успешно расти и размножаться на них. Биосфера, в силу своей колоссальной инерционности, без *Homo sapiens* быстро восстановит свои качества, как это она уже делала не раз в своей истории. Великие потрясения биоценозов в палеозое, мезозое только стимулировали усложнение жизненных форм и в конце концов привели к появлению разума. И величие разума должно состоять в том, что он осознает возможность трагического ухода человека со сцены эволюции и сделает все, чтобы этого не произошло. Болезни и эпидемии. Искусственный отбор. Медицина и естественный отбор.

Учение В.И. Вернадского о биосфере

Российский ученый геобиохимик В.И. Вернадский в 1930-е годы, изучив роль живой материи, которая прослеживается на всем протяжении ее эволюции, пришел к выводу о неразрывной связи живых и неживых систем. В истории Земли происходил непрерывный процесс планетарной интеграции живой и неживой материи, приведший к образованию сложной, единой, тонко сбалансированной системы – биосферы.

Вернадский понимал биосферу как сферу единства живого и неживого (косного). Этот вывод стал одним из принципов его биосферной теории. Он рассматривал все разнообразие жизни на Земле как мощный фактор, вовлекающий в круговорот неорганические вещества планеты, аккумулируя энергию солнечного излучения и преобразуя ее в энергию земных процессов. Вернадский сумел сделать фундаментальное эмпирическое обобщение: «На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем организмы, взятые в целом...» Облик Земли как небесного тела фактически сформирован жизнью.

«Земная оболочка биосферы, обнимающая весь земной шар, имеет резко обособленные размеры; в значительной мере она обуславливается существованием в ней живого вещества – им заселена. Между ее косной

частью и живыми веществами, ее населяющими, идет непрерывный материальный и энергетический обмен, выражающийся в движении атомов, вызванном живым веществом. Этот обмен в ходе времени выражается закономерно меняющимся, устремляющимся к устойчивости равновесием. Так неотделимо и неразрывно биосфера на всем протяжении геологического времени связана с живым заселяющим ее веществом. В этом биогенном токе атомов и связанной с ним энергии проявляется планетарное, космическое значение живого вещества». Так высказался Вернадский в своем труде «Размышления натуралиста».

На ранних стадиях формирования человека его функциональная роль и значимость в биосфере ничем не отличались от роли приматов. Но за последние века «человеческий фактор» в эволюции биосферы непрерывно возрастал. С древнейших времен до начала прошлого века численность людей колебалась около нескольких сотен миллионов. Взрывной рост численности населения в XIX–XX вв. и ускорение технологического развития социума резко усилили техногенное воздействие на биосферу. Давление, оказываемое человечеством на биосферу, приобрело в результате демографического взрыва и технологической экспансии разрушительные тенденции. Есть основания считать, что восстановительные ресурсы биосферы в значительной мере иссякли. Из-за деятельности человека навсегда исчезли некоторые экосистемы, неизменно изменились многие земные ландшафты.

Современная человеческая цивилизация характеризуется двумя противоположными тенденциями. С одной стороны, непрерывно усиливается техногенное давление цивилизации на природную среду, на биосферу. С другой – возрастает осознание человечеством ответственности за эволюцию биосферы. Какая из тенденций возобладает, предугадать невозможно. Однако проблема выживания человечества объективно приводит к поиску путей гармоничного сосуществования цивилизации и биосферы – *коэволюции человека и биосферы*.

Осмысление перспектив коэволюции человека и биосферы привело французского палеонтолога П. Тейяра де Шардена к мысли *о возможности появления в будущем некоего коллективного человеческого сознания, которое станет контролировать направление эволюции*. Он рассматривал переход к этой эволюционной фазе как последовательный шаг в глобальном процессе эволюции Универсума (Вселенной). В новом состоянии биосфера переходит в сферу разумного взаимодействия человека и природы – *ноосферу*. Сам термин ноосфера предложен в 1927 году другим французским ученым Э. Леруа и буквально означает «сфера разума».

В.И. Вернадский использовал понятие ноосферы при построении своей концепции совместной эволюции биосферы и человека. Переход к ноосфере для Вернадского означает реконструкцию биосферы в интересах мыслящего человека как единого целого. В этом смысле понятие ноосферы

объясняет растущее вторжение человека в планетарные геохимические циклы. Сбалансированное сосуществование в ноосфере предполагает управление биогеохимическими циклами.

Таким образом П. Тейяр де Шарден и В.И. Вернадский давали различающиеся понятия ноосферы. Для первого ноосфера – некий «планетарный слой» сознания и духовности. Для второго ноосфера является гармонизирующимся состоянием системы «человек-биосфера» и одновременно средой самореализации человека. Он считал ноосферу исторически неизбежной формой развития биосферы.

Вернадский начал развивать концепцию ноосферы в 1930-е годы после детальной проработки учения о биосфере. К этому времени он осознавал быстро возрастающую роль человека в формировании нового облика планеты и представлял, что человечество – не только часть биосферной биомассы. Эволюция человека и общества сделала цивилизацию мощным фактором всей дальнейшей эволюции на земле. Все большее количество веществ и энергии вводится в биосферные процессы человеком. Усиливающееся вторжение человека в биогеохимические циклы должно привести в будущем к целенаправленному контролю человеком глобальной биогеохимии. При этом Вернадский верил в возможность формирования созидательного коллективного разума. Движение к ноосфере связывается им не только с проявлением планетообразующей мощи человека, но и с преобразованием самого человека.

В настоящее время под ноосферой понимают сферу взаимодействия человека и природы, в рамках которой определяющим фактором станет разумная человеческая деятельность.

Значение концепции ноосферы заключается в естественно-научном и философском обосновании модели вероятного и целесообразного направления коэволюции человеческого общества и биосферы. В концепции ноосферы проявились тенденции к интеграции естествознания и обществоведения, развившиеся в XX в.

ЗАНЯТИЕ № 8.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА

Цель занятия: раскрыть суть эволюции живого и человека, рассмотреть роль естественного отбора и социальных факторов в эволюции.

Вопросы для самоподготовки по содержанию занятия: Человек как предмет естественнонаучного познания. Проблемы появления человека. Сходства и отличия человека от животных. Антропология. Физиология, здоровье. Работоспособность. Творчество. Эмоции. Эволюция культуры. Время как сторона информации. Особенности времени индустриальных обществ. Парадоксы и противоречия времени информационного общества.

Необратимость времени. Социальная экология. Современная интеграция биологического и социогуманитарного знания. Биоэтика, экоэтика, биоправо, биополитика.

Вопросы для аудиторного контроля по теме занятия:

1. Эволюция живого
2. Принципы биологической эволюции
3. Происхождение человека.
4. Роль естественного отбора и социальных факторов в эволюции человека

Темы для реферативного доклада:

1. Концепции происхождения человека. Роль понятийного мышления, речи и способности к труду в эволюции человека
2. Эволюционизм в современной картине мира.
3. Роль математики в развитии естествознания.
4. Выдающихся учёных, их вклад в развитие науки.
5. Основные результаты социобиологии. Биоэтика.

Теоретическая часть

Эволюция живого

Для живой природы постоянное развитие – характерная черта, которая, впрочем, долго не замечалась человеком. Эволюционность живой природы подтверждается биологией и родственными ей науками. Главными свидетельствами являются данные палеонтологии, систематики, информация о распространенности видов на Земле сейчас и в ранние периоды, морфологическое и биохимическое сходство живых организмов, данные эмбриологии и многие другие. Кратко рассмотрим некоторые из них.

Эволюция жизни предполагает ее истоки, начало. Проблема происхождения жизни является одной из важнейших не только в биологии, но и во всем естествознании и имеет большое мировоззренческое значение, на основе которых решалась данная проблема.

Концепция сверхъестественного (божественного) происхождения живого – креационизм – основана на вере и поэтому не относится к области науки. Не вдаваясь в подробности, заметим лишь, что в познавательном плане она принципиально бесплодна.

Концепция многократного самопроизвольного зарождения жизни из неживого вещества появилась в древности; ее придерживался еще Аристотель.

В XVII в. биолог Ф. Реди противопоставил ей принцип: живое возникает только из живого (так называемый *принцип Реди* или *концепция биогенеза*). Уже в XIX в. Л. Пастер окончательно опроверг концепцию самопроизвольного зарождения, показав, что эффект неоднократного появления жизни там, где она не существовала, связан с бактериями. Методика избавления от бактерий получила название *пастеризация* (по имени своего разработчика).

Концепция стационарного состояния предполагает, что Земля и жизнь на ней существовали всегда, причем в неизменном виде. Эта концепция носит абсолютно умозрительный характер и не согласуется с перечисленными выше свидетельствами эволюционности живого.

Концепция панспермии связывает появление жизни на Земле с ее занесением из космического пространства. Теоретическая возможность панспермии подтверждается обнаружением следов органических соединений в метеоритном и кометном веществе. В 1975 г. предшественники аминокислот найдены в лунном грунте. Эта концепция разделялась многими учеными, и интерес к ней периодически возрастает. Но нужно отметить, что на основе этих взглядов во второй половине XX в. возникло множество разнообразных псевдонаучных гипотез и совсем уж примитивных фантазий на тему космических пришельцев – «сеятелей жизни».

Общепринятой в естествознании в настоящее время можно считать *концепцию биохимической эволюции*. Согласно современному варианту концепции, жизнь зародилась на Земле естественным путем в результате химических, а затем – биохимических процессов. Причем, это явилось не маловероятной случайностью, а достаточно вероятным результатом самоорганизации.

Современные представления о жизни восходят к гипотезам Опарина и Холдейна. А.И. Опарин в России и Дж. Холдейн в Англии в 1920-е гг. утверждали, что данные химии и геохимии, полученные к тому времени, достаточны для того, чтобы представить естественный процесс развития систем, имеющих признаки живого. В концепции биохимической эволюции важную роль играет эволюция самой планеты Земля.

Согласно гипотезе Опарина, атмосферу ранней Земли составляли, в основном, тяжелые газы (аммиак, двуокись углерода, метан, пары воды). Отсутствие в атмосфере кислорода было, вероятно, необходимым условием возникновения предбиологических образований, так как органические вещества гораздо легче синтезируются в восстановительной среде, чем в окислительной. Вода оставалась в газообразном состоянии до тех пор, пока изменение совокупности параметров «температура-давление» не привело к ее конденсации.

По современным представлениям появление жизни тесно связано с возникновением земных океанов. Первые осадочные породы, свидетельствующие о появлении крупных водоемов, датируются временем 3,8 млрд лет назад. Опарин полагал, что сложные органические вещества могли синтезироваться из более простых при активационном воздействии мощного солнечного коротковолнового излучения, существовавшего в тот период без фильтрующего слоя современной атмосферы. Для построения любого сложного органического соединения, необходимого для живой материи, достаточно небольшого набора мономеров.

Разнообразие находящихся в древнем океане простых соединений, громадная площадь поверхности, высокие температуры и интенсивные потоки активирующего излучения, атмосферные электрические разряды, а также большая длительность процессов химической эволюции позволяют предположить, что в водной среде синтезировались, а в поверхностном водном слое и первичном грунте постепенно накопились органические вещества. Они стали тем «первичным питательным бульоном», в котором могли сформироваться системы органических веществ, необходимых для последующего возникновения предбиологических структур – белки и нуклеиновые кислоты. В лаборатории Опарина моделировались условия, напоминающие описанные, и в этих условиях выполнялись эксперименты по синтезу органических веществ. В результате были синтезированы не только аминокислоты, но и другие сложные соединения. Подобного рода эксперименты с успехом были проведены и во многих других исследовательских центрах.

Возраст древнейших организмов, следы которых обнаружены в геологических отложениях, оценен в 3,2–3,5 млрд лет. Это минерализовавшиеся микроорганизмы, похожие на простейшие бактерии и микроводоросли. Эти организмы стоят на гораздо более высоком уровне организации, чем самые сложные из известных органических соединений. Но нет сомнений, что это не самые древние формы простейших организмов. Истоки жизни уходят в первый миллиард лет существования Земли, не оставивший следов в ее геологической летописи. Центральным вопросом концепции биохимической эволюции является вопрос о характере предбиологической системы, появившейся в результате химической эволюции в тот «темный» миллиард лет земной истории. Этот вопрос решается приверженцами данной концепции на основе двух разных подходов.

Опарин опирался на установленную экспериментально возможность образования коллоидных гелей (студнеобразных смесей), образующихся при смешении белков и других высокомолекулярных соединений. Этот процесс был назван *коацервацией*. Согласно гипотезе Опарина образование поверхностно обособленных гелевых структур (*коацерватов*) и было тем центральным событием, которое предшествовало началу биогенеза, то есть подлинной биологической эволюции на уровне первичной клеточной структуры.

Альтернативный подход к данной проблеме использован в группе гипотез, утверждающих первичность возникновения в результате химической эволюции молекулярной системы со свойствами генетического кода. Это идея *генобиоза*, получившая наибольшее признание на современном этапе развития концепции биохимической эволюции. В рамках этого подхода возник вопрос о первичности одной из двух типов информационных молекул ДНК и РНК, и установлена первичность РНК.

Скачок эволюции «аминокислоты – живая клетка» до сих пор остается непознанным. Весь этот скачок с помощью ряда гипотез разбивается на цепочку шагов, но каждый шаг – во многом загадка, а вся схема – комплексная гипотеза.

Первоначально допускалась возможность случайной «сборки»: в результате многократных актов взаимодействия простых органических веществ случайно образовалась молекула, способная нести и передавать генетическую информацию. Однако подсчеты показали, что вероятность подобного процесса имеет порядок $1/102000$.

Исходя из данных астрономии, можно однозначно заключить, что в ближайших к нам звездных системах условий для образования цивилизаций не существует. Но не исключается существование примитивных форм жизни. Так, группа американских ученых считает, что ею обнаружены свидетельства примитивной одноклеточной жизни, существовавшей на Марсе в далеком прошлом. Ввиду скудности подобного материала сейчас нельзя сделать однозначных выводов по данной проблеме. Возможно, что в этом помогут будущие марсианские экспедиции.

Принципы биологической эволюции

Под биологической эволюцией понимают процесс исторического развития живого мира от древнейших форм жизни до современных и будущих форм. Сущность процесса эволюции проявляется в непрерывном приспособлении биологических видов к разнообразным условиям окружающей среды и в появлении все более сложно устроенных организмов. Можно коротко сказать, что биологическая эволюция направлена от простых биологических форм к сложным.

Решающий вклад в становление эволюционной концепции в биологии сделан Ч. Дарвином. Из множества явлений живой природы он сумел выделить три принципиальных фактора эволюционного развития живого, объединяемых краткой формулой: *изменчивость, наследственность, естественный отбор*. Эти принципы базируются на следующих выводах из наблюдений над миром живого.

1. В любой популяции всегда наблюдается изменчивость составляющих ее особей. В природе невозможно обнаружить два тождественных организма. Изменчивость является неотъемлемым свойством живого и проявляется постоянно.

2. Некоторые из этих изменений наследуются потомством.

3. Обычно рождается значительно большее число организмов, чем доживает до размножения. Причем, выживают и дают большее потомство чаще те особи, которые обладают более благоприятным для *борьбы за существование* сочетанием индивидуальных унаследованных качеств. Таким образом, природа осуществляет отбор признаков, способствующих приспособлению вида к изменяющимся условиям существования.

Естественный отбор, являющийся результатом борьбы за существование, – основной фактор эволюции, направляющий эволюционные изменения. Эти изменения становятся заметными после смены многих поколений.

В ходе развития биологии классическое дарвинистское эволюционное учение было значительно дополнено и уточнено. Ключевые положения этого учения получили обоснование с молекулярно-генетической точки зрения. В результате возникла современная *синтетическая теория эволюции*.

Современная молекулярная биология установила, что изменчивость проявляется на генетическом, молекулярном уровне в виде так называемых *мутаций* и происходит непредсказуемо под воздействием внутренних и внешних случайных факторов (генная инженерия привнесла в изменчивость плановое начало.) Мутационный процесс обуславливает разнообразие особей в популяции. Случайный по своей природе, он не может задавать направление эволюции. Фактором, определяющим направленность эволюции, служит естественный отбор. Без естественного отбора случайные мутации постепенно приводили бы к размытию совокупности признаков вида (*фенотипа*).

Эволюция – единый процесс. Но в синтетической теории эволюции различают два ее уровня: *микроэволюцию* (на популяционно-видовом уровне) и *макроэволюцию* (на надвидовом уровне). Микроэволюция происходит за относительно недолгое время на ограниченных территориях. Она протекает в популяциях и завершается видообразованием. В макроэволюции же проявляются самые общие закономерности и направление исторического развития как всей совокупности живого, так и отдельных надвидовых групп. В синтетической теории эволюции признано, что элементарной единицей эволюции является популяция, а не вид (как считалось в классическом эволюционном учении). Микроэволюционные изменения доступны непосредственному наблюдению.

Важными факторами микроэволюции являются популяционные волны и изоляция.

Популяционные волны (или *волны жизни*) представляют собой колебания численности особей в популяциях под воздействием множества меняющихся условий (климатических условий, урожайности кормов и т.д.). В периоды сильного уменьшения численности популяции резко изменяется концентрация редко встречающихся мутаций и генотипов, что повышает их роль в отборе и эволюции.

Изоляция проявляется в резком ограничении скрещивания особей разных популяций. Эволюционная суть изоляции состоит в разрыве единого генофонда вида на нескольких изолированных. Она усиливает генетические различия изолированных популяций, является обязательным условием эволюционного процесса.

К макроэволюционным закономерностям относятся следующие.

Прогрессивная направленность эволюции в целом, которая проявляется в появлении организмов со все более высоким уровнем организации и большей способностью приспосабливаться. В ходе эволюции образовались организмы разного уровня сложности – от простейших одноклеточных до млекопитающих. Все эти уровни (не путать с видами!) представлены в живом мире и продолжают эволюционировать. Высший уровень сложности связан с появлением и эволюцией мыслящего живого существа – человека.

Неравномерность темпов эволюционного процесса определяется сложным сочетанием внутренних факторов и изменяющихся условий окружающей среды. Крупное, качественно новое изменение в строении и функциях (фенотипе) является мощным стимулятором эволюции, рождающим новые формы отбора. Такие изменения могут дать подавляющее преимущество в борьбе за существование и быстро привести к появлению новой группы организмов. Затем темпы эволюции этой группы могут и не оставаться столь же высокими.

Роль естественного отбора и социальных факторов в эволюции человека

Эволюция древних человекообразных обезьян была целиком обусловлена естественным отбором и осуществлялась путем биологического изменения целого комплекса телесных особенностей и в первую очередь мозга. Этот путь привел в конце концов к появлению первобытных людей, морфофизиологическое строение которых обусловило их способность изготавливать орудия труда. Благодаря этому появилась возможность приспосабливаться к изменениям внешней среды не путем изменения строения тела, а посредством создания новых орудий труда и искусственной среды обитания, защищавшей людей от неблагоприятных условий естественной среды.

Вначале, когда орудия труда и средства выживания человека были еще очень примитивны, естественный отбор продолжал действовать и вызывал существенное изменение строения тела древних людей, порождая новые их виды. Ко времени появления кроманьонцев – ископаемых людей современного вида – решающую роль стали играть не факторы биологической эволюции (наследственность, изменчивость и естественный отбор), а факторы социального развития (труд, речь, организация совместной жизни людей в стаде, потом и в собственно человеческом обществе и т.п.). В результате *биологическая эволюция человека по существу прекратилась*. Вот почему современные люди так мало отличаются от ископаемых кроманьонцев.

Генетическое наследование морфофизиологических особенностей, врожденных инстинктов и рефлекторного механизма деятельности у человека было *дополнено социальной передачей опыта предшествующих поколений новым поколениям в процессе их обучения с помощью членораздельной речи*. На первых шагах исторического развития людей, когда их речь была несовершенной, трудовые и другие навыки передавались больше по-

казом, но ко времени появления кроманьонцев словесная передача опыта превратилась уже в устойчивую и важную форму обучения и воспитания молодежи. Со времен кроманьонцев природные факторы жизни людей все больше дополнялись *культурой* – созданным ими самими миром орудий труда, жилищ, одежды, форм поведения, обычаев и т.п.

Созданные кроманьонцами каменные, костяные и роговые орудия труда значительно превосходили приспособления неандертальцев. Кроманьонцы изготавливали составные орудия, не только обкалывали, но и обтачивали каменные орудия. У них появилось *искусство*. На стенах их пещер обнаружены рисунки животных и охотничьих сцен, вместе с орудиями труда найдены вырезанные кроманьонцами из кости фигурки животных и людей.

В социальной, культурной эволюции предков человека и самого *Homo sapiens* обычно выделяют следующие периоды. *Палеолит* – древний каменный век продолжительностью от 2–3 млн лет назад до 10 тысячелетия до н.э. За это время человеческий род продвинулся от вида *Homo habilis* («человек умелый») до кроманьонцев, т.е. до *Homo sapiens* («человек разумный»). Становящийся, формирующийся человек пользовался постепенно совершенствовавшимися каменными, деревянными, костяными орудиями, занимался охотой и собирательством. *Неолит* – новый каменный век (8–3 тысячелетия до н.э.). В эту эпоху осуществился переход от присваивающего хозяйства (собирательства, охоты) к производящему (скотоводству, земледелию). Люди научились шлифовать и сверлить орудия из камня, делать глиняную посуду, овладели навыками прядения и ткачества. *Бронзовый век* – исторический период, сменивший неолит (4–1 тысячелетие до н.э.). Характеризуется производством и использованием бронзы (сплавов меди с оловом, алюминием, бериллием, свинцом и другими металлами), бронзовых предметов и оружия. Это время распространения кочевого скотоводства и поливного земледелия, письменности, рабовладельческих цивилизаций и государств.

ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Отражение окружающего мира таким, как он существует вне и независимо от сознания человека (ученого) – это
 - а) системность
 - б) точность
 - в) объективность
 - г) достоверность
2. Укажите правильную последовательность в структурной иерархии мегамира (от большего к меньшему):
 - 1) Вселенная
 - 2) Метагалактика
 - 3) туманность Ориона
 - 4) звезда
3. Самым распространенным химическим элементом ядра Земли является
 - а) кремний
 - б) железо
 - в) алюминий
 - г) кислород
4. Термодинамика – это наука о (об)
 - а) изменении энергии тел в пространстве
 - б) изменении температуры тел во времени
 - в) тепловых процессах и явлениях
5. К макромолекулам (биополимерам), входящим в состав живых организмов, относятся
 - а) полипептиды
 - б) белки
 - в) полиэтилен и полипропилен
 - г) полиэферы
 - д) нуклеиновые кислоты
6. К антропогенным факторам относятся:
 - а) промышленные загрязнения
 - б) сезонные колебания температуры
 - в) интенсивное ультрафиолетовое излучение
 - г) повышенная влажность воздуха
7. Антропогенным фактором среды обитания является
 - а) извержение вулкана
 - б) строительство плотины бобрами
 - в) тайфун
 - г) строительство гидроэлектростанции
8. Современная геологическая теория о движении литосферы – это ...
9. Учение о происхождении и эволюции космических тел и их систем – это
 - а) космогония
 - б) космология
 - в) астрономия
 - г) астрология
10. Укажите правильную последовательность объектов макромира (в порядке увеличения)
 - 1) макромолекулы
 - 2) клетки
 - 3) организмы
 - 4) планеты
 - 5) разнообразные макроскопические объекты

11. Самыми распространенными веществами земной атмосферы являются
- а) кислород и азот
 - б) озон и азот
 - в) азот и водород
 - г) углекислый газ и кислород
12. К дальнедействующем относятся следующие виды фундаментальных
- а) взаимодействий
 - б) электромагнитное
 - в) слабое
 - г) сильное
 - д) гравитационное
13. Закон неубывания энтропии – это
- а) первое начало термодинамики
 - б) третье начало термодинамики
 - в) второе начало термодинамики
14. Правильная последовательность фундаментальных взаимодействий (от менее сильного к более сильному)
- 1) гравитационное
 - 2) слабое
 - 3) электромагнитное
 - 4) сильное
15. Фамилия ученого, родившегося в год смерти Галилея, занимавшего должность директора монетного двора, члена английского парламента
- а) Джоуль
 - б) Оккам
 - в) Гук
 - г) Ньютон
16. Укажите правильную последовательность объектов мегамира (в порядке уменьшения)
- 1) звезды
 - 2) звездные системы
 - 3) галактики
 - 4) системы галактик
 - 5) Вселенная в целом
17. Вся совокупность живых организмов биосферы составляет её
- а) компонент
 - б) биотический
 - в) биокосный
 - г) абиотический
 - д) косный
18. На стыке двух фундаментальных естественных наук: биологии и химии, возникла биохимия. Биохимия – это наука о
- а) биологической природе человека
 - б) химическом составе Земли
 - в) соединениях углерода
 - г) химическом составе и химических реакциях, происходящих в живых организмах
19. Агрегатные состояния вещества:
- а) молекулярное
 - б) жидкое
 - в) твердое
 - г) газообразное
 - д) кристаллическое
 - е) аморфное
20. Прием мышления, в результате которого устанавливаются общие свойства и признаки объектов – это
- а) обобщение
 - б) эксперимент

- в) классификация
г) экстраполяция
21. В молекуле ДНК 4 азотистых основания соединены попарно в следующих сочетаниях:
- | | |
|---------------------|---------------------|
| а) гуанин – цитозин | г) аденин – цитозин |
| б) аденин – тимин | д) тимин – гуанин |
| в) тимин – цитозин | е) аденин – гуанин |
22. К короткодействующим относятся следующие виды фундаментальных взаимодействий
- | | |
|---------------------|-------------------|
| а) сильное | в) гравитационное |
| б) электромагнитное | г) слабое |
23. Укажите правильную последовательность объектов микромира (в порядке увеличения)
- 1) электроны
 - 2) нуклоны (протоны, нейтроны)
 - 3) ядра атомов
 - 4) атомы
 - 5) молекулы
24. В процессе конденсации паров воды энтропия системы
- а) возрастает
 - б) уменьшается
 - в) не изменяется
25. Одним из этапов эволюции живого стало появление организмов, способных синтезировать питательные вещества из неорганических соединений. Эти организмы называются
- | | |
|----------------|--------------|
| а) сапрофиты | в) хемотробы |
| б) гетеротрофы | г) автотрофы |
26. Правильная последовательность процессов – последующие не могут протекать без предыдущих
- | | |
|------------------|----------------|
| 1) физические | 4) психические |
| 2) химические | 5) социальные |
| 3) биологические | |
27. Биологическая дисциплина, изучающая взаимоотношения организмов между собой и со средой обитания, называется
- | | |
|-------------|--------------|
| а) экология | в) этология |
| б) этика | г) этнология |
28. Правильная последовательность иерархии уровней живой материи (от высшего к низшему)
- | | |
|-------------|--------------|
| 1) биосфера | 3) популяция |
| 2) биоценоз | 4) клетка |
29. Правильная последовательность уровней организации материи в химии
- | | |
|--------------|-------------|
| 1) кристаллы | 3) вещества |
| 2) атомы | 4) молекулы |

30. Энтропия замкнутой равновесной системы с течением времени
а) уменьшается
б) не изменяется
в) возрастает
г) не существует
31. Законы квантовой физики применяют для описания объектов
а) макромир
б) микромира
в) мегамир
г) мезомир
32. Совместная эволюция или историческая адаптация природы и человека называется
а) геоэволюцией
б) коэволюцией
в) перестройкой
г) макроэволюцией
д) микроэволюцией
33. Качественно новая форма организованности, возникающая при взаимодействии природы и общества – это
а) биосфера
б) стратосфера
в) тропосфера
г) ноосфера
34. Метод познания, при котором происходит перенос знания, полученного в ходе рассмотрения какого-либо одного объекта, на другой, менее изученный
а) индукция
б) аналогия
в) моделирование
г) эксперимент
35. Кто из ученых создал гелиоцентрическую систему мира?
а) Коперник
б) Птолемей
в) Аристотель
г) Ньютон
36. Что понижает скорость химической реакции?
а) ультрафиолетовое излучение
б) механические воздействия
в) катализаторы
г) ингибиторы
37. В 1927 году Нильс Бор сформулировал принципиальное положение квантовой механики: «Получение экспериментальной информации об одних физических величинах, описывающих микрообъект, неизбежно связано с потерей информации о некоторых других величинах, дополнительных к первым». Как называется этот принцип?
а) принцип неопределенности
б) принцип тождественности
в) принцип причинности
г) принцип дополнительности
38. Открытой называется система:
а) обменивающаяся веществом и энергией с окружающей средой.
б) состоящая из различных элементов.
в) не имеющая твердой оболочки.
г) меняющая свое состояние со временем.
39. Из концепций происхождения жизни лучше соответствует современным научным данным:
а) креационизм;
б) биохимическая эволюция
в) самопроизвольное зарождение
г) теория панспермии
40. Движущей силой эволюции (по Ч. Дарвину) являются:
а) наследственность, изменчивость, естественный отбор
б) популяционные волны

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачев, В.В. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / В.В. Горбачев. – М.ЮНИКС 21 век; Мир и Образование, 2003. – 592 с.
2. Горелов, А.А. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов / А.А. Горелов. – М. «Владос», 2002, 2000, 1999. – 512 с.
3. Грушевицкая, Т.Г. Концепции современного естествознания / Т.Г. Грушевицкая. – М.: Высшая школа, 1998. – 383с.
4. Дубнищева, Т. Концепции современного естествознания / Т. Дубнищева. – М.: Академия, 2003. – 608 с.
5. Карпенков, С.Х. Концепции современного естествознания / С.Х. Карпенков. – М.: Высшая школа, 2000. – 334 с.
6. Лебедев, В.И. Эволюция природы и науки: учеб. пособие по курсу «Концепции современного естествознания» / В.И. Лебедев. – Могилев: МГУ им А.А. Кулешова, 2003. – 284 с.
7. Тулинов, В.Ф. Концепции современного естествознания / В.Ф. Тулинов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 416 с.
8. Ацюковский, В.А. Концепция современного естествознания: История. Современность. Проблемы. Перспективы. Курс лекций / В.А. Ацюковский. – М.: Изд-во МСЭУ, 2000.
9. Воронов, В.К. Основы современного естествознания / В.К. Воронов, М.В. Гречнева, Р.З. Сагдеев. – М.: Высшая школа, 1999.
10. Данилова, В.С. Основные концепции современного естествознания / В.С. Данилова, Н.Н. Кожевников. – М.: Аспент Пресс, 2000.
11. Горелов, А.А. Концепции современного естествознания. Учебник для вузов / А.А. Горелов. – М.: Центр, 1998.
12. Горохов, В.Г. Концепции современного естествознания и техники: Учебное пособие для вузов / В.Г. Горохов. – М.: ИНФА-М, 2000.
13. Современное естествознание: энциклопедия в 10 т.; под ред. В.Н. Сойфер. – М.: Наука, Флинта, 1999.
14. Солопов, Е.Ф. Концепции современного естествознания: учеб. пособие для вузов / Е.Ф. Солопов. – М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2001.
15. Хорошавина, С.Г. Концепции современного естествознания: курс лекций / С.Г. Хорошавина. – Ростов н/Д: Феникс, 2002.
16. Найдыш, М.В. Концепции современного естествознания / М.В. Найдыш. – М.: Альфа-М, ИНФРА-М, 2004. – 622 с.

Учебное издание

ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Методические рекомендации

Составитель

ЯНОВСКАЯ Виктория Владимировна

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Л.Р. Жигунова

Подписано в печать .2015. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,91. Уч.-изд. л. 2,77. Тираж экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014 г.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.