

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

С. Ю. Коломийцев

**КОНЦЕПЦИИ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Учебно-методическое пособие
для студентов заочной формы обучения



УДК
ББК
К

Рецензенты:
доктор философских наук, профессор *С. В. Орлов*;
кандидат философских наук, доцент *С. Н. Коробкова*

Утверждено
редакционно-издательским советом университета
в качестве учебно-методического пособия

Коломийцев, С. Ю.

К Концепции современного естествознания: учеб.-методич.
пособие / С. Ю. Коломийцев. – СПб.: ГУАП, 2017. – 32 с.

Содержит пояснительную записку, тематический план, содержание курса «Концепции современного естествознания», список основной и дополнительной литературы, вопросы к зачёту. Пособие предназначено для студентов заочной (дистанционной) формы обучения.

Методические указания подготовлены на кафедре истории и философии Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения.

УДК
ББК

Учебное издание

Коломийцев Сергей Юрьевич

**КОНЦЕПЦИИ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

Учебное пособие

Редактор *В. С. Гончарова*
Компьютерная верстка *А. Н. Колешко*

Сдано в набор 15.10.16. Подписано к печати . Формат 60 × 84 1/16.
Усл. печ. л. 1,9. Уч.-изд. л. 2. Тираж 50 экз. Заказ №.

Редакционно-издательский центр ГУАП
190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67

© Коломийцев С. Ю., 2017
© Санкт-Петербургский государственный
университет аэрокосмического
приборостроения, 2017

Введение

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с развитием естественной науки с момента ее зарождения до наших дней, пониманием места науки в современной культуре и жизни. В рамках дисциплины рассматриваются основные современные физические, химические, биологические, геологические, космологические теории и концепции в их взаимосвязи и синергичном взаимодействии.

Содержание учебно-методического пособия по курсу «Концепции современного естествознания» соответствует государственному стандарту. Дисциплина рассчитана на один семестр, который заканчивается зачетом. Вопросы для самостоятельной контрольной работы и для зачета представлены в конце программы. Для допуска к зачету необходимо ответить правильно минимум на половину вопросов самостоятельной контрольной работы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Получение высшего образования в университете предполагает, что студент будет являться не только высококвалифицированным специалистом в той области, по которой он получает образование, но и в целом эрудированным современным человеком с широким кругозором. В связи с этим основной целью преподавания дисциплины «Концепции современного естествознания» является ознакомление студентов с основными достижениями и концепциями различных естественных наук. Следует отметить, что это знакомство является особо необходимым в современное время, когда наблюдается небывалое развитие науки и техники, а естественнонаучное знание проникает во все сферы человеческого бытия. В связи с этим человек, не знакомый хотя бы с основными достижениями современной науки, может оказаться «выключенным» из современного социума. Также целью является составление общего представления у студентов об окружающем мире, законах, по которым он развивается, о процессах самоорганизации, о взаимоотношении человека, природы и Вселенной. Другой целью дисциплины является составление представления у студента об эволюции взглядов ученых и об истории развития науки и естествознания. Таким образом, современное естествознание рассматривается не отдельно, взятое само по себе, а в историческом контексте.

В результате изучения курса студенты должны:

- знать основные направления развития научной мысли в XX–XXI вв.; критерии научности, структуру научного познания, отличия и взаимосвязь эмпирического и теоретического уровней научного познания; методы обработки и анализа эмпирических и теоретических данных;
- уметь находить, анализировать и критически осмысливать научную информацию; анализировать основные положения естественнонаучных картин мира с использованием терминов и основных понятий дисциплины;
- владеть навыками восприятия, обобщения и анализа информации; применения различных методов научного познания; основами самостоятельной научной деятельности;
- иметь опыт работы с научной литературой и другими информационными источниками.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Раздел 1. Естествознание: его структура, история и место в культуре

Тема 1.1. Наука и естествознание: их сущность, происхождение, структура и динамика. Вся культура делится на материальную и ду-

ховную. Сам термин «культура» происходит от латинского слова *colere*, который означал возделывание, воспитание, образование. Из этого можно заключить, что культура – это нечто искусственно созданное человеком. К материальной культуре относятся значимые физические объекты среды, созданные человеком. Духовная культура – это система знаний и идей. Духовная культура включает в себя философию, искусство, религию, мифологию, право, политику, мораль, науку. Таким образом, наука – это часть духовной культуры человека. Согласно одному из определений, наука – это вид познавательной деятельности, направленной на получение объективных, систематизированных и обоснованных знаний о мире. Любое научное знание должно удовлетворять следующим критериям научности:

- объективность (независимость от взглядов отдельного человека);
- рациональность (обоснованность, доказательность, опора на разум);
- нацеленность на сущность явления;
- системность (упорядоченность по определенным критериям);
- проверяемость (на практике или при помощи логики).

Существуют различные классификации наук. Согласно одной из них, все науки делятся на фундаментальные (их задача – получение теоретического знания) и прикладные (их задача – применение полученных знаний на практике). Согласно второй классификации, науки бывают гуманитарные (изучают общественную, духовную жизнь человека), технические (изучают технику – устройства, созданные человеком и не существующие в природе изначально) и естественные (изучают законы природы, независимые от человека). В рамках курса будут рассматриваться только естественные науки. Само естествознание является совокупностью наук о природе (то есть естественных наук), рассматриваемых во взаимосвязи как единое целое. Объектом изучения естествознания является весь материальный мир. Традиционно разделами естествознания считаются: физика, химия, биология, геология, космология и другие.

Тема 1.2. Структура и методы научного познания. Обычно выделяют три уровня научного познания:

- эмпирический (опытный);
- теоретический;
- метатеоретический.

Считается, что научное познание начинается с опыта. Накопив достаточное количество эмпирических данных, исследователь переходит на теоретический уровень, который осуществляется благодаря мышлению. Далее возможен переход на метатеоретический уровень – создание наиболее общих теорий, науки о науке.

На каждом уровне научного познания используются свои методы. Метод – это способ достижения цели, определенным образом упорядоченная деятельность. Общенаучные методы познания могут использоваться на каждом уровне научного познания в любой момент изучения проблемы. К общенаучным методам познания относятся:

- индукция (направление мысли от частного к общему);
- дедукция (направление мысли от общего к частному);
- анализ (разложение объекта исследования на части);
- синтез (соединение целого из составных частей);
- экстраполяция (перенос характеристик одного объекта на другой);
- сравнение (установление сходства и различия).

К эмпирическим методам научного познания относятся:

– выявление объекта исследования (исследователь не может просто наблюдать вообще, в начале исследования необходимо решить, что будет исследоваться, расставить приоритеты и т. п.);

– наблюдение (процедура получения информации об объекте, при которой воздействие исследователя на объект минимально);

– эксперимент (процедура получения информации об объекте, при которой происходит целенаправленное воздействие исследователя на объект);

– моделирование (воспроизведение свойств объекта исследования на специальном аналоге – модели).

К теоретическим методам научного познания относятся:

– идеализация (упрощенное представление об объекте, при котором акцентируется внимание на некоторые необходимые характеристики объекта и не обращается внимание на другие);

– формализация (создание специализированного языка, например, языка формул).

Тема 1.3. Проблема истинности научного познания. Истина – это знание, максимально соответствующее действительности. Со временем научная истина может оказаться заблуждением. Истину следует отличать от обмана – специального подтасовывания результата в чьих-то интересах. Обычно выделяют следующие виды истины:

– абсолютную (неизменное знание о мире в целом, в котором все могут быть уверены на 100 %; это идеал, то, к чему стремится наука; скорее всего, абсолютная истина недостижима, поскольку любая научная теория всегда либо опровергается, либо уточняется или изменяется);

– относительная (промежуточный результат, возникающий в науке при движении к абсолютной истине; любая научная теория является относительной истиной);

– объективная (некое локальное знание, не зависящее от человека, то есть субъекта);

– конкретная (истина, справедливая при определенных условиях). Обычно любая научная истина обладает элементами относительности, объективности и конкретности.

Тема 1.4. Становление естествознания. Примерно в 4000 г. до н. э. в Древнем Египте возникла иероглифическая письменность, египтяне писали на папирусе с использованием чернил. Позже, около 1000 г. до н. э. финикийцы создали первый алфавит, состоявший из 22 букв. Египтяне создали календарь, разделили год на 12 месяцев, сутки на 12 дневных и 12 ночных часов. Также они разделили окружность на 360 градусов, умели считать площади и объемы простейших геометрических фигур. Однако знание являлось фрагментарным и было связано с магией и ритуалом.

В рамках античной науки (античность – это культура Древней Греции и Древнего Рима с VIII в. до н. э. до V в. н. э.) появились:

– гипотеза о существовании атомов как мельчайшего элемента материи (Демокрит);

– научная форма текста (Аристотель);

– законы логики (Аристотель);

– натуральный музыкальный звукоряд (Пифагор);

– доказательства шарообразности Земли (Аристотель, наблюдая за уходящим кораблем, обратил внимание, что вначале исчезает палуба корабля, а потом парус, то есть корабль как бы уходит вниз);

– первые технические изобретения (зубчатая передача, водяное колесо, камнерезная машина, путеизмеритель, подъемные механизмы, насос).

Аристарх Самосский (310–230 до н. э.), наблюдая за затмениями Солнца и Луны, доказал, что Солнце намного больше Земли, а Земля, в свою очередь, больше Луны. Из этого он предположил, что Солнце является центром мира, а планеты и Земля вращаются вокруг него. Такая система мира, в центре которой находится Солнце, называется гелиоцентрической. Однако Клавдий Птолемей (90–170) предложил иную систему, согласно которой Земля находится в центре мира, а Солнце и другие планеты вращаются вокруг нее. Такая система мира называется геоцентрической. Он считал, что все планеты закреплены на прозрачных невидимых сферах, которые приводятся в движение перводвигателем, расположенным на краю Вселенной. Также он составил каталог звездного неба. Система Птолемея господствовала в астрономии до эпохи Возрождения.

В эпоху Средневековья (V–XIV вв.) в Европе господствовало религиозное мировоззрение. Умы людей были заняты мыслями о вечной, загробной жизни. Считалось, что все необходимое знание человек может получить из Библии, а также из работ великих античных мыслителей Платона и Аристотеля, а отношение к новому было как к чему-то греховному. В связи с этим наука развивалась слабо. Характерные черты науки Средневековья:

- развитие схоластики – учения, стремящегося рационально, то есть при помощи разума и логики, объяснить и доказать церковные догматы;

- появление первых университетов (Болонский, Оксфордский, Кембриджский, Парижский);

- развитие алхимии;

- появление первых маятниковых и башенных механических часов;

- были изобретены плуг, хомут, рубанок;

- железо и стекло использовались, но считались роскошью;

- с Востока пришли порох, очки, компас.

В то же время арабы не приняли христианство, которое шло от враждебных им римлян, и вскоре приняли ислам. Арабы считали, что развитие науки принесет пользу как в быту, так и в военных целях, поэтому развитие науки на Арабском Востоке происходило достаточно интенсивно. Основные достижения арабской науки:

- появление арабских цифр;

- появление тригонометрических функций;

- решение алгебраических уравнений до 3-й степени;

- развитие алхимии и появление современной химической посуды (тигли, колбы, мензурки, спирт и т. п.);

- развитие астрономии, географии;

- появление первых неофициальных университетов (Аль-Карауин).

Первая «свободная» от религиозного мировоззрения мысль появилась в эпоху Возрождения (XIV–XVI вв.). Одним из ярких представителей эпохи считается Николай Коперник (1473–1543). Не зная о системе Аристарха Самосского, он вновь предложил гелиоцентрическую систему мира, объяснив смену дня и ночи вращением Земли не только вокруг Солнца, но и вокруг своей собственной оси. Основные положения системы Коперника:

- в центре мира находится Солнце;

- вокруг Солнца с постоянной скоростью по круговым орбитам вращаются: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн;

- Луна является спутником Земли и вращается вокруг нее;

– Земля делает один оборот за год вокруг Солнца и один оборот вокруг своей оси за сутки;

– угол наклона Земной оси к плоскости вращения (к плоскости эклиптики) является неизменным;

– за планетами находится сфера неподвижных звезд.

Джордано Бруно (1548–1600), поддержав систему Коперника, выдвинул предположение, что наша Вселенная бесконечна, в ней существует бесконечное количество планет, подобных нашей Земле, вращающихся вокруг звезд, подобных нашему Солнцу, а миры постоянно рождаются и исчезают.

Тема 1.5. Формирование классической науки. Считается, что появление науки в современном понимании произошло в эпоху Новое Время (XVII–XVIII века). Крупнейшим ученым того времени являлся Галилео Галилей (1564–1642). Его основные открытия и изобретения:

– принцип инерции, согласно которому тело, предоставленное самому себе, будет находиться в состоянии покоя или двигаться равномерно и прямолинейно сколь угодно долго, пока на него не действуют другие силы;

– принцип относительности движения (при измерении скорости или расстояния мы обязательно должны указывать, относительно чего производится измерение);

– доказал, что скорость падения тел не зависит от массы, а плаучесть тел не зависит от формы;

– спроектировал 32-кратный телескоп и при его помощи открыл горы на Луне, пятна на Солнце, спутники Юпитера;

– поддерживал гелиоцентрическую систему Коперника.

Иоганн Кеплер (1571–1630) усовершенствовал систему Коперника, сформулировав 3 закона вращения планет:

1) Планеты вращаются по эллиптическим (а не по круговым) орбитам вокруг Солнца, которое находится в одном из фокусов орбиты (а не в центре, см. рис. 1).



Рис. 1. Первый закон Кеплера

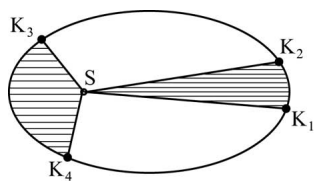


Рис. 2. Второй закон Кеплера

2) Радиус-вектор планеты в равные промежутки времени описывает равные площади.

На рис. 2 S – Солнце. Согласно 2 закону, если за одно и то же время планета пролетела расстояние от K₁ до K₂ и от K₃ до K₄, то выделенные площади равны. Отсюда следует, что чем дальше планета от Солнца, тем она движется медленнее, а чем ближе – тем быстрее. Дальняя от Солнца точка орбиты Земли называется апогей, ближняя – перигей. Из 2 закона Кеплера следует, что скорость в апогее минимальная, а в перигее – максимальная.

3) Отношение квадратов периодов обращения планет вокруг Солнца равно отношению кубов больших полуосей орбит планет:

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

Если мы знаем параметры вращения одной планеты, то по 3 закону можем вычислить параметры вращения другой планеты.

Эванджелиста Торричелли (1608–1647) прославился благодаря опыту с атмосферным давлением. В стеклянную трубку, закрытую с одного конца, она налил ртуть, затем открытый конец трубки он заткнул пальцем, перевернул, поместил в таз со ртутью и убрал палец. Столб ртути в трубке вначале стал уменьшаться, но вскоре остановился на отметке примерно 760 мм. Торричелли сделал вывод, что есть какая-то сила, которая удерживает ртуть в трубке, не давая ей вытечь до конца. Причиной этой силы могло стать только давление воздуха на ртуть в тазу. Так было открыто, что воздух имеет вес, и существует атмосферное давление, а Торричелли стал изобретателем первого ртутного барометра.

Основные достижения Исаака Ньютона (1643–1727):

– сформулировал закон всемирного тяготения (сила притяжения существует между любыми двумя телами, обладающими массой);

– сформулировал 3 закона механики: (1) закон инерции; (2) $\vec{F} = m\vec{a}$;
 (3) $\vec{F}_{1-2} = -\vec{F}_{2-1}$;

- доказал, что белого цвета самого по себе в природе не существует, а белый цвет – это сумма все других цветов;
- доказал, что тела сами по себе не обладают цветом, а лишь отражают определенный цвет, падающий на них;
- объяснил возникновение одинарной и двойной радуги преломлением и отражением света в каплях воды;
- изобрел зеркальный телескоп, который был компактнее популярных в то время линзовых телескопов и не вносил искажение в изображение.

В начале XVIII в. для возможности объективной оценки того, насколько тело или среда является холодной или горячей, возникли первые температурные шкалы:

1) В 1724 году Габриэль Фаренгейт, немецкий стеклодув, предложил шкалу Фаренгейта. Основные точки: 0° – температура заморзания смеси воды и нашатырного спирта, 32° – температура заморзания чистой воды, около 100° – температура тела человека, 212° – температура кипения воды. Используется в США и других странах. Обозначается $^{\circ}\text{F}$.

2) В 1730 году Рене Антуан Реомюр, французский ученый, предложил шкалу Реомюра. Основные точки: 0° – температура заморзания чистой воды, 80° – температура кипения воды. Использовалась во Франции до середины XX века. Обозначается $^{\circ}\text{R}$.

3) В 1742 году Андерс Цельсий, шведский астроном, предложил шкалу Цельсия. Основные точки: 0° – температура заморзания чистой воды, 100° – температура кипения воды. Используется в Европе. Обозначается $^{\circ}\text{C}$.

4) Шкала Кельвина, названа в честь лорда Кельвина, появилась в 1848 году. 0 – абсолютный нуль, минимальная возможная температура; 273 – температура заморзания чистой воды; 373 – температура кипения воды. Шкала используется в физике. Обозначается К.

Рудольф Клаузиус (1822–1888) сформулировал два закона термодинамики:

1) Теплота может превращаться в работу и наоборот.

2) Теплота может переходить только от более нагретых тел к менее нагретым, но не наоборот. В связи с этим возникло понятие энтропии, которую можно понимать как меру беспорядка системы: чем система является более упорядоченной, тем ее энтропия меньше и наоборот.

Основные достижения Михаила Васильевича Ломоносова (1711–1765):

– утверждая, что основным свойством материи является движение, связал количество теплоты с движением мельчайших частиц,

из которых состоит тело, и тем самым предсказал существование нижней границы температуры, при которой движение невидимых частиц прекращается;

- создал первую в России физико-химическую лабораторию;
- руководил постройкой первой в России фабрики цветного стекла;
- изучал природу атмосферного электричества;
- при помощи телескопа открыл атмосферу на Венере;
- издал первый в России учебник по физике.

Как можно увидеть, основные научные открытия XVII–XVIII вв. были связаны с физикой, а наиболее разработанным разделом физики являлась механика. В связи с этим возникла механическая картина мира. Картина мира – это образ мира, формируемый при помощи основных понятий и достижений, имеющий исторически обусловленный характер. Основные положения механической картины мира:

- все тела состоят из атомов;
- существует только один вид материи – вещество, оно обладает размерами и делимо;
- считалось, что существует только один вид движения – механическое движение – последовательное изменение положения тела в пространстве;
- механицизм – убеждение, согласно которому все явления, в том числе движение атомов, поведение человека, развитие общества и т. п., могут быть объяснены с точки зрения механики;
- детерминизм – всеобщая предопределенность;
- редукционизм – попытка объяснения сложных явлений путем сведения их к простым;
- был известен только один вид взаимодействия – гравитационное;
- принцип дальнего действия, согласно которому считалось, что все взаимодействия происходят мгновенно, на любом расстоянии, без материального посредника.

В итоге, весь мир в глазах ученых того времени представлялся как большой четко работающий механизм. Поскольку механика является точной наукой, то все в мире казалось предопределенным и точно предсказуемым. А поскольку механика была очень популярна, то некоторые мыслители наивно полагали, что вообще весь мир и все явления могут быть объяснены с точки зрения механики. Механическая картина мира господствовала в естествознании до середины XIX в.

В конце XVII – начале XVIII вв. как самостоятельная наука возникла химия. Роберт Бойль (1627–1691), положив конец алхимии, дал первое определение химического элемента, сказав, что его основным

свойством является невозможность разложения на части. Антуан Лавуазье (1743–1794) открыл кислород, водород, создал теорию горения (согласно которой горение – это взаимодействие с кислородом, который содержится в атмосфере), привел перечень 33 известных химических элементов. Александр Михайлович Бутлеров (1828–1886) создал теорию химического строения, изучал зависимость свойств соединений не только от состава, но и от структуры, объяснив явление изомерии. Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) создал периодическую систему химических элементов, расположив их по увеличению атомного веса (в современной химии правильнее говорить, что элементы расположены по увеличению заряда ядра). В его таблице изначально было 63 элемента, для неизвестных элементов были оставлены пустые места, благодаря чему удалось предсказать свойства и позже открыть неизвестные элементы. Также Менделеев написал первый в России учебник по органической химии, занимался технологией спиртоводных процессов, организовал экспериментальные исследования по исследованию радиоактивности, заложил основы научной метрологии.

В XIX в. началось активное изучение электрических и магнитных явлений. Ганс-Христиан Эрстед (1777–1851) обнаружил, что при прохождении электрического тока по проволоке магнитная стрелка компаса, расположенного рядом, отклоняется. Так было открыто, что электрические явления могут вызывать магнитные. Майкл Фарадей (1791–1867) открыл обратный эффект. Вокруг трубки была обмотана проволока. В тот момент времени, когда магнит помещался внутрь данной трубки, в проволоке появлялся ток, причем его величина зависела от скорости движения магнита относительно трубки, обмотанной проволокой. Так было открыто, что магнитные явления могут вызывать электрические. Джеймс Кларк Максвелл (1831–1879), объединив теории Эрстеда и Фарадея, создал общую теорию электромагнитного поля, выразил ее математически. Он первым объяснил электромагнитные явления не при помощи механики. Оказалось, что механика имеет границы применения, и не все явления могут быть объяснены при ее помощи.

Данные открытия привели к появлению электромагнитной картины мира. Ее основные положения:

- существует два независимых вида материи: вещество и поле;
- существует два вида взаимодействия: гравитационное (между объектами, обладающими массой) и электромагнитное (между объектами, обладающими зарядом)
- существует два вида движения (механическое и колебания волн);

– на смену принципу дальнего действия пришел принцип ближнего действия, согласно которому тела взаимодействуют друг с другом не с бесконечной скоростью, а со скоростью света и через материального посредника – поле.

Электромагнитная картина мира господствовала в естествознании до начала XX в.

Раздел 2. Естествознание в XX – начале XXI вв.

Тема 2.1. Диапазоны электромагнитного излучения и акустических колебаний. В начале XX в. оказалось, что многие недавно открытые явления (радио, видимый свет, рентгеновское излучение и др.) имеют общую природу. Они все являются электромагнитными колебаниями. И разница заключается только в частоте колебаний (или длине волны). Оказалось, что мы окружены огромным количеством электромагнитных волн, которые обладают разными параметрами и разными свойствами. Скорость распространения волн является постоянной и равна приблизительно 300 000 км/с. Электромагнитные волны могут распространяться и в вакууме. Выделяют следующие диапазоны: радиодиапазон, оптический, рентгеновский и гамма-диапазон (см. рис. 3).

Радииодиапазон – это электромагнитное излучение с длиной волны от 10^8 до 10^{-4} метра. Его источником являются космическое излучение, созданные человеком радиоприборы, атмосферные явления и мн. др. Электромагнитные волны радиодиапазона, у которых длина волны меньше 1 метра, называют «сверхвысокие частоты» (СВЧ). Они используются, например, в связи, в мобильных телефонах, спутниковом телевидении, в микроволновых печах. Длина таких волн соизмерима с размерами человека и его мозга, поэтому они могут взаимодействовать и немного опасны для человека.

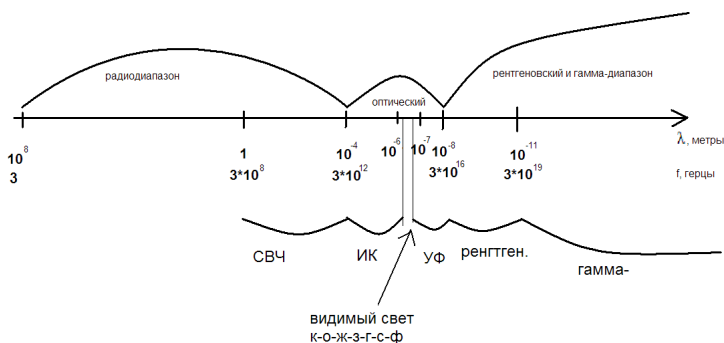


Рис. 3. Диапазоны электромагнитных колебаний

Оптический диапазон (длина волны от 10^{-4} до 10^{-8} метров) подразделяется на инфракрасное (ИК) излучение, видимое и ультрафиолетовое (УФ). Инфракрасное излучение воспринимается человеком как тепло. Видимое излучение – это небольшой диапазон электромагнитных колебаний, которые воспринимаются человеческим глазом. Можно обратить внимание, что цвет – это всего лишь электромагнитное излучение с определенной длиной волны. Например, если мы видим что-то оранжевое, то это значит только то, что на наш глаз попадает электромагнитное излучение с длиной волны около 600 нанометров. Длин волн в видимом диапазоне может быть большое количество, поэтому тот факт, что мы выделяем 7 цветов – это условность и особенность нашей культуры. На самом деле цветов бесконечное количество, один цвет плавно переходит в другой, и четких границ между ними нет. Реакцией кожи на ультрафиолетовое излучение является загар. Небольшое количество ультрафиолетового излучения повышает тонус, но его избытки вредны.

У рентгеновского излучения длина волны настолько мала, что она соизмерима с размерами атомов и молекул и поэтому может проходить сквозь тела. Такое излучение обладает большой энергией (энергия тем больше, чем меньше длина волны), поэтому попадание под мощное рентгеновское излучение может быть опасным. Оно используется в медицине и промышленности.

Излучение, у которого длина волны меньше 10^{-11} метров, называется гамма-излучением (γ -излучением). В связи с очень малой длиной волны и поэтому очень большой энергией оно чрезвычайно опасно для человека. Данное излучение может возникать, например, при некоторых радиоактивных процессах.

В открытом космосе присутствует электромагнитное излучение практически всех частот. Атмосфера Земли и озоновый слой защищают нас частично от радиоизлучения, избытка ультрафиолета, даже рентгеновского излучения и др.

Звук – это любые колебания среды, воспринимаемые слуховыми органами. Поскольку в вакууме нет среды, то акустические волны в вакууме не распространяются. Скорость звука значительно зависит от среды. Например, скорость звука в воздухе составляет примерно 330 м/с, в воде – примерно 1350 м/с. Скорость звука несоизмеримо ниже скорости света. Обычно выделяют три диапазона звуковых колебаний: инфразвук, слышимый звук, ультразвук (см. рис. 4).

Инфразвук – это колебания среды очень низкой частоты (меньше 20 колебаний в секунду). Источниками инфразвука являются земле-



Рис. 4. Диапазоны звуковых колебаний

трясения, бури, ураганы, мощное массивное оборудование. Из-за очень большой длины волны (больше 15 метров) от него сложно защититься. Он опасен для человека, так как человек его не слышит, но он воздействует на мозг, и человек может испытывать головные боли, жуткий дискомфорт и т. п. Некоторые животные слышат инфразвук.

Человек слышит колебания среды примерно от 20 до 20 000 Гц. Низкочастотные колебания (около 20–50 Гц) – это басы, высокочастотные (примерно от 12 000 Гц) – это писк. Верхняя граница диапазона с увеличением возраста человека падает.

Ультразвук – это колебания среды с частотой больше 20 000 Гц. Человек его не слышит. Источниками ультразвука являются некоторые природные явления (дождь, ветер, животные). В небольших количествах ультразвук безвреден для человека.

Тема 2.2. Микромир. Для удобства изучения физического мира его обычно подразделяют на 3 (или 4) структурных уровня:

- микромир,
- наномир,
- макромир,
- мегамир.

Микромир – это область предельно малых, непосредственно не наблюдаемых материальных объектов, имеющих размер менее 10^{-8} метра. На микромир ученые обратили внимание на границе XIX–XX вв.

Макс Планк (1858–1947) выдвинул гипотезу, что объекты микромира излучают энергию не непрерывно, а порциями (квантами). Энергия излучения тем выше, чем выше частота излучения: $E = h\nu$, где E – энергия, h – постоянная Планка, ν – частота излучения. Многие исследователи называют данную формулу второй по популярности формулой физики после известной формулы Эйнштейна, о которой будет сказано далее. Также благодаря открытиям Планка стало ясно, что отдельные объекты микромира ведут себя непредсказуемо, а все законы микромира имеют статистический (вероятностный) характер. Например, мы не можем сказать конкретно, какой радиоактивный атом распадется через определенное время, но можем точно сказать, с какой вероятностью это произойдет и, соответственно, какое количество таких атомов распадется.

Луи де Бройль (1892–1987) выдвинул гипотезу универсальности корпускулярно-волнового дуализма, согласно которой любой объект микромира может обладать как свойствами частиц, так и свойствами волн.

Вернер Гейзенберг (1901–1976) сформулировал принцип неопределенности, согласно которому объект микромира не может обладать одновременно точными пространственно-временными и энергетически-импульсными характеристиками. Принцип неопределенности можно выразить двумя формулами:

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}, \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi},$$

где Δx – неопределенность по положению в пространстве, Δp – неопределенность по импульсу (импульс частицы – это произведение массы на ее скорость), ΔE – неопределенность по энергии, Δt – неопределенность по времени, $\frac{h}{4\pi} = 5,27 \cdot 10^{-35}$ Дж·с. Согласно принципу неопределенности, если мы точно пытаемся узнать, например, положение микрообъекта в пространстве, то его импульс (или скорость) становятся неопределенными, а если мы пытаемся узнать энергию, то неопределенным становится время и наоборот. Данная неопределенность не связана с несовершенством приборов и является фундаментальным свойством природы.

Альберт Эйнштейн (1879–1955) является автором специальной и общей теорий относительности. В основе специальной теории относительности лежат два положения:

- во всех системах, движущихся равномерно и прямолинейно друг относительно друга, действуют одни и те же законы природы;
- скорость света не зависит от скорости движения его источника и является постоянной (около 300 000 км/с).

Из данных утверждений получаются следующие выводы: ход времени, масса и размеры тел зависят от скорости их движения при наблюдении со стороны; процессы, кажущиеся одновременными в движущихся системах при наблюдении изнутри, будут казаться неодновременными при наблюдении со стороны. Описанные эффекты заметны только при движении со скоростями, близкими к скорости света.

В ходе работы над специальной теорией относительности Эйнштейн вывел известную формулу

$$E = mc^2,$$

где E – энергия, m – масса, c – скорость света. По этой формуле получается, что энергия и масса связаны друг с другом, то есть экви-

валентны, и в массе заключены огромные запасы энергии. Как утверждал сам Эйнштейн, данная формула демонстрирует, что масса является формой энергии.

Согласно общей теории относительности Альберта Эйнштейна, мы находимся в 4-мерном пространстве (длина, ширина, высота, время), а массивные тела деформируют это пространство, создавая тем самым гравитацию и притягивая к себе все, в том числе и свет. Вблизи массивных тел пространство искривляется, в результате чего появляется гравитация, а ход времени замедляется.

В 1897 году был открыт электрон (частица, имеющая отрицательный заряд), и оказалось, что атом делим и состоит из более мелких частиц. Позже были открыты протон (частица, имеющая положительный заряд) и нейтрон (частица, не имеющая заряд). В связи с этими открытиями возник вопрос о том, какова структура атома. Эрнест Резерфорд (1871–1937) предложил планетарную модель атома, согласно которой:

- электроны вращаются вокруг ядра, в котором находятся протоны и нейтроны (нейтроны были открыты позже), подобно планетам, вращающимся вокруг Солнца;
- масса протонов и нейтронов намного больше массы электронов;
- ядро и электроны занимают незначительную часть пространства атома.

Но почему электроны, имеющие отрицательный заряд, не падают на положительно заряженное ядро? Нильс Бор (1885–1962) усовершенствовал модель Резерфорда, добавив в его теорию следующие положения:

- в атоме существуют орбиты, на которых электроны могут находиться сколь угодно долго, не излучая и не поглощая энергию;
- излучение или поглощение энергии происходит при переходе электронов с одной орбиты на другую: электроны, находящиеся на дальних от ядра орбитах, обладают большей энергией, чем электроны, находящиеся на ближних орбитах.

На самом деле такое представление является лишь наглядной моделью и имеет мало общего с действительностью из-за принципа неопределенности Гейзенберга и «размытости» положения электронов в пространстве.

В связи с открытием делимости атома возникло понятие элементарной частицы – мельчайшей неделимой частицы, из которой, как считается, состоит вся материя. На данный момент известно около 200 элементарных частиц.

Перечисленные открытия в области квантовой физики привели к формированию квантово-полевой картины мира. Ее основные положения:

- корпускулярно-волновое представление материи;
- 4-мерное пространство;
- относительность пространства, времени и причинности;
- поведение частиц подчиняется вероятностным (статистическим) законам;
- неопределенность координат, скоростей микрообъектов и «размытие» их траекторий;
- известно 4 вида взаимодействий: сильное (удерживает протоны в ядре); электромагнитное; слабое (отвечает за некоторые распады частиц); гравитационное.

Тема 2.3. Наномир и макромир. В конце XX в. исследователи обратили внимание на наномир (размеры нанобъектов составляют 10^{-7} – 10^{-9} метра хотя бы в одном измерении). Находясь на стыке микро- и макромиров, объекты наномира могут обладать новыми уникальными свойствами. Особенность нанотехнологий заключается в том, что у человека впервые появилась возможность управлять отдельными атомами и молекулами, «конструировать» материю, создавая необходимые свойства. Первым ученым, предложившим такой подход, является Ричард Фейнман (1918–1988).

Макромир – это область материальных объектов, соизмеримых по своим масштабам с человеком.

Тема 2.4. Мегамир. Мегамир – область предельно больших материальных объектов. Объекты мегамира изучает космология – наука, изучающая Вселенную в целом и ее эволюцию. Космология как наука возникла в начале XX в. Основными единицами измерения расстояний во Вселенной являются:

- астрономическая единица – среднее расстояние от Земли до Солнца, около 150 миллионов километров;
- световой год – расстояние, которое проходит свет за год, около 63 000 астрономических единиц;
- парсек – 3,3 светового года.

Основными объектами мегамира являются:

- 1) Планеты (космические несамосветящиеся тела).
- 2) Звезды (космические самосветящиеся тела). Ближайшая к Солнечной системе звезда называется Проксима Центавра, расстояние до нее составляет около 4 световых лет.

2.1) Если масса звезды небольшая (сравнимая с Солнцем), то в конце существования такая звезда значительно увеличивается в размерах, превращаясь в красного гиганта, а потом взрывается, и выгоревшее

ядро становится белым карликом. Если рядом с белым карликом находится красный гигант, то происходит перетекание вещества внешних слоев красного гиганта на белого карлика и резкое увеличение светимости, что называется вспышкой новой.

2.2) Если масса звезды больше массы Солнца, то в конце своего существования такая звезда превращается в нейтронную звезду, что сопровождается вспышкой сверхновой. Такие звезды обладают огромной плотностью и малыми размерами.

2.3) Если масса звезды намного больше массы Солнца, то она превращается в черную дыру, что также сопровождается вспышкой сверхновой. Черные дыры обладают гигантской массой и поэтому настолько сильным гравитационным полем, что покинуть это поле не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе и сам свет.

2.4) Также есть предположение, что взрывы сверхмассивных звезд, которые являются нестабильными, могут сопровождаться вспышкой гиперновой. Такие события происходят раз в 200 миллионов лет, и в нашей галактике существует только одна подобная звезда.

3) Звездные системы – это одна или несколько гравитационно связанных звезд, имеющих совместное происхождение. Звездные системы могут обладать планетными системами. Наша звездная система образована одной звездой по имени Солнце и обладает системой из 8 планет. Ближайшая к нам звездная система называется Альфа Центавра.

4) Галактики – совокупности звездных систем. Наша галактика называется Млечный Путь, она плоская, имеет ядро и рукава в виде спиралей. Толщина Млечного Пути – 1 000 световых лет, диаметр – около 100 000 световых лет. Ближайшая к нам галактика называется Туманность Андромеды, расстояние до нее – 2,5 миллиона лет.

5) Скопления галактик – гравитационно связанные галактики. Наше скопление называется Местная группа, его диаметр составляет около 3 миллионов световых лет.

6) Сверхскопления галактик – не связанные гравитационно скопления галактик. Наше сверхскопление называется Местное сверхскопление (или Сверхскопление Девы), его размеры составляют около 200 миллионов световых лет.

7) Вселенная – весь существующий мир.

До начала XX в. в науке господствовала классическая космологическая модель Вселенной, согласно которой Вселенная казалась ученым бесконечной, вечной и однородной. Но такое представление привело к появлению космологических парадоксов:

– согласно фотометрическому парадоксу, если наша Вселенная бесконечна, то в ней должно быть бесконечное количество звезд, следо-

вательно, ночное небо, освещаемое бесконечным количеством звезд, должно быть таким же светлым, как и днем, что не наблюдается;

– согласно гравитационному парадоксу, на каждое тело в бесконечной и однородной Вселенной должно действовать бесконечное количество гравитационных сил от других планет и звезд; такая Вселенная должна быть нестабильной или разорванной на части этими силами, что не наблюдается;

– согласно термодинамическому парадоксу, как следует из 2 закона термодинамики, все горячие объекты Вселенной должны остыть, холодные – нагреться, что приведет к прекращению всех процессов во Вселенной и «тепловой смерти Вселенной», что не наблюдается.

Попыткой решения данных парадоксов явилось появление модели расширяющейся Вселенной и теории Большого взрыва. В 1922 г. Александр Александрович Фридман (1888–1925), решив уравнения Эйнштейна, показал, что Вселенная может расширяться или сжиматься. В 1929 году Эдвин Хаббл (1889–1953) обнаружил, что галактики удаляются друг от друга, следовательно, когда-то в прошлом находились рядом. В 1948 г. Георгий Гамов (1904–1968) выдвинул теорию, согласно которой Вселенная возникла 13,7 млрд. лет назад из бесконечно малого, бесконечно тяжелого, бесконечно плотного первовещества (такое состояние называется точка сингулярности), которое взорвалось, в результате чего возникла вся материя и все объекты мегамира. Доказательством теории Большого взрыва служит не только открытие взаимного удаления галактик, но и открытие в 1965 году реликтового излучения – теплового фона, появившегося после возникновения Вселенной, который постепенно остывает и составляет на данный момент примерно 3 К. Существует критическая плотность материи во Вселенной. Если плотность материи окажется ниже критической, то Вселенная продолжит расширяться и в итоге распадется, а все вещество превратится в разреженный газ. Если плотность материи окажется выше критической, то в дальнейшем расширение Вселенной сменится сжатием, и Вселенная вернется к точке сингулярности. На данный момент считается, что плотность материи во Вселенной немного ниже критической.

Солнечная система возникла из газопылевого облака 5 млрд. лет назад. Ее структура:

- одна звезда (Солнце);
- 4 планеты земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс),
- пояс астероидов (космические небольшие тела, состоящие из горных пород и металлов, их известно около 300 000);

- 4 планеты-гиганта (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун; каждая из планет обладает кольцами и большим количеством спутников);
- транснептуновые объекты (они обладают сравнительно небольшими размерами, их известно около 1500; самые крупные – Плутон и Эрида);
- также в Солнечной системе имеются кометы – небольшие космические тела, вращающиеся вокруг Солнца.

Размеры Солнечной системы обусловлены гравитационной силой Солнца, за пределами Солнечной системы находится межзвездное пространство, заполненное пылью, космическими лучами, магнитными полями, темной материей и темной энергией.

Наукой о строении, происхождении и развитии Земли является геология. В современном виде она возникла в конце XVIII в. Согласно последним представлениям геологов, планета Земля возникла из остатков газопылевой туманности 4,5 миллиардов лет назад. Изначально она имела небольшие размеры. На нее начали падать космические объекты, в результате чего она нагрелась, и произошло расплавление ее вещества. Так Земля приобрела около 95 % своей массы. После окончания данной фазы планета стала остывать, и при достижении температуры 100 °С 4 млрд. лет назад из атмосферы выпала вся вода, и появился мировой океан. В результате различных процессов стал происходить циклический процесс появления единого материка и его распада. Последний раз образование единого материка, который был назван Пангея, произошло 300 миллионов лет назад. Около 200 миллионов лет назад Пангея распалась на 2 материка, которые получили названия Лавразия и Гондвана. В результате из Лавразии возникли современная Евразия и Северная Америка, а из Гондваны – Африка, Южная Америка, Индия, Австралия, Антарктида, что постепенно привело к появлению современного очертания планеты. Существует гипотеза, согласно которой через 200 миллионов лет все материки вновь объединятся в единый континент.

Структура Земли:

- ядро (обладает очень высокой плотностью, состоит из железоникелевых сплавов, радиус около 3500 километров, температура – около 6000 °С);
- мантия (обладает высокой плотностью, толщина – около 2900 километров, температура – около 2500 °С);
- литосфера (твердая внешняя оболочка земли, толщина около 50 километров);
- гидросфера (водная оболочка Земли, на 97 % состоит из соленой морской воды, на 2 % – изо льда, на 1 % – из пресной воды);

– атмосфера (воздушная оболочка Земли, состоит по объему на 78 % из азота, на 21 % – из кислорода, на 1 % – из аргона, на 0,04 % – из углекислого газа);

– магнитосфера (внешняя оболочка Земли, свойства которой определяются магнитным полем Земли, источником которого, скорее всего, является ядро; магнитные полюса не совпадают с географическими и ежегодно изменяют свое положение).

Именно на Земле совпадает огромное количество физических параметров, необходимых для существования человека. Если бы хоть один из них был другим (температура, состав атмосферы, заряд и масса элементарных частиц и мн. др.), то существование разумного существа во Вселенной было бы невозможным. Возникает вопрос: почему все эти параметры совпали? Попыткой ответа являются антропные принципы, предложенные Брэндоном Картером (род. 1942). Он сформулировал сильный и слабый антропные принципы. Согласно слабому антропному принципу, существуют разные Вселенные с разным набором параметров, но мы наблюдаем только ту, в которой эти параметры совпали, и наблюдатель (то есть мы) появился; разумное существо могло появиться, а могло и не появиться. Согласно сильному антропному принципу, Вселенная специально является такой, чтобы в ней на определенном этапе эволюции должен был возникнуть наблюдатель. Получается, что, согласно сильному антропному принципу, наблюдатель нужен Вселенной (возможно, чтобы спасти ее от смерти, или чтобы ее кто-то видел, и она тем самым обрела смысл).

Существуют ли другие разумные существа во Вселенной? Для их поиска во второй половине XX в. были запущены различные программы:

1) Программа SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) ориентирована на поиск и прием сигналов из космоса, которые, возможно, испускаются инопланетными существами.

2) Программа METI (Messaging to Extraterrestrial Intelligence) ориентирована на передачу посланий в космос. Послания бывают:

– материальные (например, в 1970-е гг. США были запущены в космос корабли «Пионер» с изображениями людей и «Вояджер» с грамофоном и пластинками с записями песен и звуков народов Земли);

– радиопослания (например, в 1962 году из СССР был послан в космос сигнал «Мир, Ленин, СССР», а в 1974 году США послали в космос сигнал «Аресибо»).

3) Программа CETI (Communication with Extraterrestrial Intelligence), ориентированная в целом на общение с внеземными цивилизациями.

Тема 2.5. Актуальные проблемы современной химии. Свойства химических веществ зависят от 4 факторов:

- элементарного состава,
- структуры молекул,
- условий,
- уровня химической организации.

В связи с этим принято выделять 4 этапа развития современной химии (автор концепции – Владимир Иванович Кузнецов):

1) Учение о составе. Сюда относится открытие новых элементов и описание их свойств. На данный момент открыто 118 химических элементов, 94 из них обнаружено в природе, остальные существовали непродолжительное время в ходе ядерных реакций.

2) Структурная химия. Она изучает зависимость свойств веществ от структуры. К структурной химии относится изучение изомеров (веществ, имеющих одинаковый элементарный состав, но разную структуру и поэтому разные свойства) и полимеров (молекул, состоящих из большого числа повторяющихся одинаковых структурных звеньев).

3) Учение о химических процессах. В данном разделе изучается влияние давления, температуры, радиации, катализаторов («ускорителей») и ингибиторов («замедлителей») и т. п. на свойства веществ и параметры протекания химических реакций.

4) Эволюционная химия. В рамках данного этапа, появившегося в 1960-е годы, изучаются и создаются такие условия, при которых происходит самоорганизация и усложнение химических систем. Эволюционная химия – это пример, демонстрирующий способность материи к самоорганизации. Химические соединения ведут себя подобно представителям живой природы, для которых характерны саморазвитие и определенные черты поведения. Самым ярким примером является самосборка молекул нуклеиновых кислот, в результате чего молекулы самопроизвольно организуют устойчивые более сложные структуры.

Тема 2.6. Актуальные проблемы современной биологии. Биология как современная наука появилась в начале XIX в. Принято выделять 3 этапа развития биологии:

1) Традиционная биология. Занимается открытием и описанием новых биологических видов. Систематизация и классификация живой природы была предложена Карлом Линнеем (1707–1778). Он разработал иерархию животных, растений и минералов. В основу классификации он положил понятие «вид». Сходные виды объединяются в роды, роды – в отряды, отряды – в классы. На начало XXI в. считается, что описано около 1,7 миллионов существующих видов, что составляет меньше половины от их общего количества.

2) Физико-химическая биология изучает процессы, происходящие в живых организмах на физическом и химическом уровнях. Благодаря данному направлению удалось объяснить механизмы мышечного сокращения, фотосинтез, проведение нервного импульса и др.

3) Эволюционная биология изучает законы развития живой природы. Основоположник направления – Чарльз Дарвин (1809–1882) – автор теории эволюции, согласно которой развитие и многообразие животного мира объясняется с помощью 3 принципов:

– принцип изменчивости (способность особей приобретать новые свойства и изменять их);

– принцип наследственности (способность передавать признаки по наследству);

– принцип естественного отбора (в результате борьбы за выживание выживают и, следовательно, передают по наследству свои признаки только сильнейшие особи).

Основные концепции происхождения жизни:

1) Креационизм (жизнь создана Богом).

2) Концепция стационарного состояния (жизнь существовала вечно).

3) Концепция самопроизвольного зарождения жизни. Некоторые ученые утверждали и даже экспериментально подтверждали, что мыши могут сами рождаться из грязи, рыбы – из ила, а мухи – из мяса.

4) Концепция панспермии. Впервые выдвинута Германом Рихтером в 1865 году, согласно которой живые организмы занесены на Землю из космоса, например, на метеорите. На данный момент известно, что некоторые бактерии обладают очень высокой живучестью и способны переносить даже космическую радиацию.

5) Генетическая концепция Германа Меллера. Была выдвинута в 1929 году. Согласно гипотезе, первичная молекула живого вещества возникла в результате случайного взаимодействия простейших веществ.

6) Теория биохимической эволюции, предложенная в 1924 году Александром Ивановичем Опариным и развитая позже другими учеными. Согласно данной гипотезе, первые органические вещества могли возникнуть из аммиака, метана, водорода и воды под воздействием ультрафиолетового излучения и грозových разрядов. Накапливаясь в океане, появлявшиеся молекулы белков могли укрупняться, «склеиваясь» друг с другом. Так в результате длительной эволюции становления живой материи в недрах неживой под воздействием сильнодействующих физико-химических факторов в океане образовался «первичный бульон», в котором зародились первые живые клетки, что привело к появлению жизни.

Основные концепции происхождения человека:

- 1) Креационизм (человек создан Богом).
- 2) Космическая (человек – потомок инопланетян).
- 3) Биологическая (человек произошел от общего с обезьяной предка, автор – Чарльз Дарвин).
- 4) Трудовая (труд превратил обезьяну в человека, автор – Фридрих Энгельс).
- 5) Мутационная (приматы трансформировались в человека в результате стресса и мутаций из-за аномалий в природе).

На данный момент ни одна из гипотез не подтверждена экспериментально и не воспроизведена.

Раздел 3. Мир как система

Тема 3.1. Понятие системы. Система – это совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих единство. Системы бывают:

- открытые (взаимодействующие с другими) и закрытые (не взаимодействующие с другими);
- простые (состоящие из малого числа факторов и компонентов) и сложные (состоящие из огромного количества фактов, полностью учесть которые невозможно);
- равновесные (стабильность не нарушается при малом возмущении) и неравновесные (малейшее возмущение может привести к масштабным изменениям);
- линейные (существует прямая зависимость результата от воздействующих факторов) и нелинейные (отсутствует прямая зависимость между воздействием и результатом);
- динамические (изменяющиеся во времени) и статические (неизменные).

Тема 3.2. Синергетика и ее основная идея. Наукой, изучающей процессы и законы самоорганизации открытых сложных нелинейных динамических систем, находящихся в состояниях, далеких от равновесного, является синергетика. Основным свойством таких систем является неустойчивость; сложные системы часто оказываются неравновесными.

Изначально существует открытая система, находящаяся в состоянии относительного равновесия, а ее внутренние колебания (флуктуации) значительно меньше ее общей энергии. Поведение такой системы является, в принципе, предсказуемым и определяется ее предшествующим состоянием. Со временем система теряет энергию,

что приводит к потере стабильности, а ее поведение из-за внутренних флуктуаций становится более «размытым». На ослабленную систему начинают влиять внешние источники возмущения (аттракторы), которые отклоняют движение системы в ту или иную сторону, и система приближается к развилке (точке бифуркации). Действие аттрактора является непредсказуемым, он является представителем хаоса, однако именно под его влиянием система переходит на новый, более выгодный уровень существования, а воздействие хаоса становится причиной установления нового порядка. Таким образом, оказывается, что переходу системы на новый уровень и самоорганизации предшествует состояние неустойчивости, а в связи с тем, что аттракторов обычно бывает несколько, а в точке бифуркации возможно несколько вариантов развития, синергетика утверждает принципиальную непредсказуемость будущего. Сторонники синергетики находят процессы самоорганизации во многих областях, начиная от химических реакций и заканчивая процессами, происходящими в обществе.

Синергетика, являясь идеей универсального эволюционизма, представляет весь мир как единую самоорганизующуюся систему. Основной идеей синергетики является утверждение, что соприкосновение системы с хаосом не разрушает ее, а приводит к появлению «выбора», переводя ее на новый, более сложный уровень развития.

Автором термина является Герман Хакен (род. 1927), значительный вклад в ее развитие внес Илья Пригожин (1917–2003). Примерами самоорганизации, которые навели исследователей на разработку основных идей синергетики, являются ячейки Бенара, реакция Белоусова-Жаботинского. Согласно синергетике, энтропия открытых систем может уменьшаться (то есть порядок может сам наводиться).

3. СПИСОК ВОПРОСОВ

ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. К какой физической картине мира относится следующее высказывание: «Дайте мне координаты и импульсы всех частиц Вселенной, и я предскажу ее будущее».

2. Почему на широтах более 66°33'44" наблюдаются полярные день и ночь?

3. Является ли научной хиромантия? Почему?

4. Расположите от холодного к теплomu: 100 °C, 100 °F, 100 °R, 100 K.

5. Каким видом истины является теория Большого взрыва?

6. Что происходит с ходом времени в быстро идущем автомобиле при наблюдении со стороны? Варианты ответа: немного ускоряется, немного замедляется, не изменяется.

7. К какому уровню научного познания относятся опыты Галилео Галилея по сбрасыванию тяжелого ядра и легкой мушкетной пули с Пизанской башни?

8. Примером какого метода научного познания является следующее утверждение: «В Санкт-Петербурге всегда пасмурно, следовательно, в Санкт-Петербурге завтра тоже будет пасмурно».

4. СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЧЕТА

1. Место естествознания в классификации наук. Структура естествознания. Критерии научности.

2. Метод и методология. Структура научного познания. Общенаучные методы познания.

3. Методы эмпирического познания.

4. Методы теоретического познания.

5. Проблема истинности познания. Виды истины.

6. Наука Древнего Египта и Античности.

7. Взгляды античных ученых на устройство мироздания: Аристарх Самосский, Клавдий Птолемей.

8. Характерные черты науки Средневековья в Европе и на Арабском Востоке.

9. Наука эпохи Возрождения: основные черты эпохи, Николай Коперник, Джордано Бруно.

10. Формирование классической науки в эпоху Нового времени: Галилео Галилей, Иоганн Кеплер.

11. Формирование классической науки в эпоху Нового времени: Эванджелиста Торричелли, Исаак Ньютон.

12. Появление первых температурных шкал и их особенности.

13. Зарождение термодинамики: Рудольф Клаузиус, Михаил Васильевич Ломоносов.

14. Понятие картины мира. Основные положения механической картины мира.

15. Возникновение научной химии: Роберт Бойль, Антуан Лавуазье, Александр Михайлович Бутлеров, Дмитрий Иванович Менделеев.

16. Формирование электромагнитной картины мира: Ганс-Христиан Эрстед, Майкл Фарадей, Джеймс Кларк Максвелл.

17. Основные положения электромагнитной картины мира.

18. Диапазоны электромагнитных и звуковых колебаний.
19. Изучение микромира и его особенности: Макс Планк, Луи де Бройль, Вернер Гейзенберг.
20. Специальная и общая теории относительности Альберта Эйнштейна.
21. Изучение строения атома: Эрнест Резерфорд, Нильс Бор.
22. Основные положения квантово-полевой картины мира. Элементарные частицы.
23. Наномир, макромир.
24. Мегамир и его основные элементы.
25. Классическая космологическая модель Вселенной. Космологические парадоксы.
26. Модель расширяющейся Вселенной и теория Большого взрыва.
27. Истории возникновения и структура Солнечной системы и планеты Земля.
28. Антропные принципы. Программы поиска внеземных цивилизаций.
29. Этапы развития современной химии.
30. Этапы развития современной биологии.
31. Основные концепции происхождения жизни и человека.
32. Мир как система. Синергетика как идея универсального эволюционизма.

5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Оценка «Зачтено» ставится, если обучающийся усвоил программный материал и излагает его по существу, без значительных ошибок и неточностей, опираясь на знания литературы; владеет системой специализированных понятий; аргументирует научные положения.

Рекомендуемая литература

Далее приведен список рекомендуемой основной литературы. Для подготовки к зачету рекомендуется использовать несколько книг из данного списка. Для доступа к электронным библиотекам «Znanium» и «Лань» необходимо самостоятельно зарегистрироваться на сайте znanium.com или e.lanbook.com с любого компьютера, находящегося в сети ГУАП. Дальнейший доступ к ним возможен с любого компьютера. О наличии книг в корпусах ГУАП можно узнать в электронном каталоге библиотеки университета: http://lib.aanet.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108.

Для более подробного ознакомления с дисциплиной можно воспользоваться дополнительной литературой.

Также для освоения дисциплины можно воспользоваться некоторыми информационными источниками в сети Интернет.

Перечень рекомендуемой основной литературы:

1. Садохин, А. П. Концепции современного естествознания: учеб. пособие / А. П. Садохин. – 6-е изд., стер. – М.: ОМЕГА-Л, 2011. – 240 с.

2. Романов, Ю. И. История и философия науки: учеб. пособие для аспирантов. – В 2 т. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Гатчина: Изд-во ГИЭФПТ, 2016.

3. Даннеман, Ф. История естествознания. Естественные науки в их развитии и взаимодействии: в 3 т. / Ф. Даннеман; пер. П. С. Юшкевич. – 3-е изд. – М.: URSS: Либроком, 2012.

4. Рузавин Г. И. Концепции современного естествознания: учебн./ Г. И. Рузавин. – 3-е изд., стереотип. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 271 с. Книга доступна в электронной библиотеке «Znanium»: <http://znanium.com/bookread2.php?book=454162>.

5. Разумов В. А. Концепции современного естествознания: учеб. пособие / В.А. Разумов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 352 с. Книга доступна в электронной библиотеке «Znanium»: <http://znanium.com/bookread2.php?book=448654>.

6. Розен В. В. Концепции современного естествознания. Компендиум: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 480 с. Книга доступна в электронной библиотеке «Лань»: <http://e.lanbook.com/view/book/65946/>.

Перечень рекомендуемой дополнительной литературы:

1. Рузавин Г. И. Концепции современного естествознания: учебн. – М.: Проспект, 2009. – 288 с.

2. Степин В. С. История и философия науки: учебн. – М.: Академический проект: Трикста, 2011. – 423 с.

3. *Канке В. А.* Концепция современного естествознания: учебн. – 2-е изд., испр. – М.: Логос, 2007. – 368 с.

4. *Михайловский В. Н.* Концепции современного естествознания: курс лекций. – СПб.: [б. и.], 2004. – 284 с.

5. *Огородников В. П.* История и философия науки (технические науки): курс лекций для аспирантов – СПб.: ГОУ ВПО «ПГУПС», 2008. – 383 с.

6. *Коробкова С. Н.* Мораль и нравственность с позиции реализма в антропологических концепциях русского естествознания 2-й половины XIX – начала XX в.: монография – СПб.: Изд-во ГУАП, 2013. – 149 с.

7. *Котликов Е. Н.* Концепции современного естествознания: учеб. пособие – СПб.: Изд-во ГУАП, 2009. – 180 с.

8. *Карпенков С. Х.* Концепции современного естествознания: учебн. – 9-е изд., испр. и доп. – М.: Мир: Академический проект, 2005. – 639 с.

9. *Девис П.* Суперсила. Поиски единой теории природы. – М.: Мир, 1989. – 272 с.

10. *Тулинов В. Ф.* Концепции современного естествознания [Электронный ресурс]: учебн. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2013. – 484 с. Книга доступна в электронной библиотеке «Znanium»: <http://znanium.com/bookread2.php?book=414982>.

11. *Романов В. П.* Концепции современного естествознания: учеб. пособие для студентов вузов – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. – 286 с. Книга доступна в электронной библиотеке «Znanium»: <http://znanium.com/bookread2.php?book=256937>.

12. *Кожевников Н. М.* Концепции современного естествознания: учеб. пособие. – 5-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 384 с. Книга доступна в электронной библиотеке «Лань»: <http://e.lanbook.com/view/book/71787/>.

Перечень рекомендуемых ресурсов сети Интернет:

1. <http://htwins.net/scale2/index.html> («Шкала Вселенной»).

2. <http://www.sciencemag.org/> (ведущий мировой журнал «Science», для чтения статей необходима бесплатная регистрация).

3. <http://hf-guar.ru/hiph/methodus.html> (методический кабинет кафедр истории и философии).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Цели и задачи дисциплины	4
2. Содержание курса.....	4
3. Список вопросов для самостоятельной контрольной работы	27
4. Список вопросов для зачета.....	28
5. Критерии оценки знаний	29
Рекомендуемая литература	30