

В.И.СЕМЕНОВ



**ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ
ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА**



Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

В.И.Семенов

**ЕСТЕСТВЕННО–НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА**

Рекомендовано УМО РАЕ по классическому университетскому и техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 49.03.01 – «Физическая культура»

(Протокол №654 от 30 августа 2017 г.)

Красноярск, Лесосибирск

2017

УДК 55/796
ББК 20/75
С 30

Рецензенты:

Ю.Ю. Логинов, профессор, доктор физико-математических наук
(СибГУ им. М.Ф. Решетнева);
Ю.Л. Лукин, профессор, и.о. зав. кафедрой физического воспитания
(ЛПИ – филиал СФУ)

Семенов В.И.

С 30 Естественно-научные основы физической культуры и спорта:
учеб. пособие / В.И.Семенов. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т,
2017. – 118 с.

ISBN 978-5-7638-3805-3

Настоящее пособие содержит учебные материалы, предназначенные для самостоятельной работы студентов заочной формы обучения по дисциплине «Естественно-научные основы физической культуры и спорта»: теоретический материал, вопросы и задания для самоконтроля. Включены наиболее сложные разделы, которые вызывают трудности у студентов.

Пособие адресовано обучающимся – будущим бакалаврам по направлению 49.03.01 – Физическая культура.

УДК 55/796
ББК 20/75

ISBN 978-5-7638-3805-3

© ЛПИ – филиал СФУ, 2017
© В.И. Семенов, 2017

ВВЕДЕНИЕ

В предлагаемом учебном пособии рассматриваются наиболее важные концепции, которые выработало естествознание на протяжении всей истории своего развития и которые составляют фактически ядро современной научной картины мира. Картина мира, под которой понимают целостную систему принципов и законов, лежащих в основе окружающей природы, дается в процессе исторического развития: от античности до наших дней.

В тексте пособия отражены разделы естествознания, которые вызывают наибольшие трудности у студентов заочного отделения направления подготовки 29.03.01 – Физическая культура.

Происхождение и развитие Вселенной, место человека в системе органического мира и эволюции Земли, концепции и теории современной биологии: биологический уровень организации материи, живые системы, факторы, ухудшающие состояние здоровья человека, и адаптация организма спортсмена к воздействиям внешней среды – все это нашло отражение в представленном пособии.

Без внимания не остались вопросы, связанные с такими понятиями, как большой (геологический) круговорот веществ в природе, малый (биогеохимический) круговорот веществ в биосфере.

Особое место уделено вопросам экологии и охраны природы. Рассмотрены правовые и экономические вопросы экологической безопасности. Приведены результаты работы международных конференций ООН по охране окружающей среды.

При подготовке к сдаче зачетов и экзаменов пособие можно использовать как дополнительный материал к существующим учебникам и учебно-методическим разработкам по данной дисциплине.

Основу учебного пособия составили материалы: учебника «Естественно-научные основы физической культуры и спорта» под ред. А. В. Самсоновой, Р. Б. Цаллаговой (Москва, 2014), монографии «Естественно-научная картина мира» Ч.1/ науч. ред. Н.А.Сахибуллин (Казань, 2011), «Пособия к практическим занятиям по естественно-научным основам физической культуры и спорта: биология», автор Э.Ш. Шамсувалеева (Казань, 2012), учебного пособия «Естественно-научная картина мира: основные концепции» автор, Д. Е. Гавриков (Иркутск, 2014).

РАЗДЕЛ 1. ЭВОЛЮЦИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

1. 1. История развития естествознания

Историю развития человеческой мысли можно условно разделить на четыре основных этапа: **мифологический, натурфилософский, религиозный и научный**. Причина смены одного этапа другим определяется сменой взглядов на окружающий мир.

Основанием любой науки выступает **факт** – количественно измеренное и задокументированное явление реальной действительности.

Совокупность фактов в научном познании образуют основу для выдвижения гипотез и создания теорий. Для того чтобы сравнивать факты между собой, ученым необходимо договориться о методиках измерения и документации, т.е. о правилах измерения, сбора и документирования явлений, а также о приборах и инструментах, с помощью которых исследуется реальная действительность.

Установление причинно-следственных связей между фактами, их непротиворечивое объяснение, обобщение фактов в единую систему знания и определение направления научного поиска в перспективе осуществляются с помощью **методологии**.

Совокупность методологий, методов, методик и известных фактов часто называют **парадигмой** (исследовательской программой) науки. Без парадигмы наука как общественное явление не может существовать. Поэтому знание называется **научным**, если ему соответствуют все вышеперечисленные требования.

Существенно отличие науки как особой сферы человеческой деятельности от предшественников научного знания: мифологии, философии (натурфилософии) и религии.

На первом, мифологическом этапе (III тыс. до н.э. – VI в. до н.э.) решающую роль в принятии решений играла мифология, или обожествление естественных сил и тел природы (этап веры). На данном этапе человечество осуществляло первичный набор фактов об окружающей действительности. На втором этапе (VI в. до н.э. – V в. н.э.) главенствующую роль стала играть натурфилософия как способ рационального поведения и вознесения человеческого разума в центр мироздания. К этому периоду относятся первые попытки обобщения накопленных знаний об окружающей действительности и их объяснение. Третий этап (V – XVI вв.) вновь характеризуется, с одной стороны,

консерватизмом по отношению к теоретической науке, господством религиозных представлений, с другой – развитием и совершенствованием прикладных методов. Наконец, четвертый этап (XVI – XXI вв.) выводит на первый план науку и ученого как творцов нового мира (этап разума и техники).

Соответственно, в развитии базиса естествознания также присутствуют несколько этапов. На этапе мифологии происходит накопление прикладной информации о природе и способах использования ее сил и тел. На этапе натурфилософии к практике преобразования природы добавляется теоретическое осмысление причин, способов и особенностей трансформации природы, возникают первые концепции рационального объяснения явлений природы. В течение религиозного этапа естествознание вновь сосредотачивается на накоплении фактов, поскольку в качестве единственной причины изменения природы религия выводит Бога. В течение четвертого этапа факты, методики и теории объединяются в естествознание как целостную науку о природе, происходит череда научных революций, радикально меняющих практику общественного развития.

Таким образом, человечество в настоящее время имеет, по крайней мере, четыре системы организации знаний об окружающей среде: ***мифологическую, философскую, религиозную и научную картины мира.***

В **мифологической картине мира** объекты окружающей среды и человек связываются друг с другом совершенно случайным образом, но объясняют весьма важные явления. Мифологический подход к объяснению окружающей среды до сих пор сохраняется в общественном мировосприятии не только первобытных племен Африки и Океании, но и вполне просвещенных народов. Все непонятое, но требующее каких-либо объяснений прежде всего мифологизируется, т.е. недостаток информации компенсируется умозрительными выводами. В дальнейшем умозаключение становится правдоподобным благодаря включению в миф реальных объектов окружающего мира.

1. 2. Натурфилософский этап естествознания

Натурфилософский этап, связанный с греческой и римской цивилизациями, был подготовлен ближневосточной и средиземноморской (минойская, микенская) цивилизациями.

Отправной точкой первого этапа можно считать работы Фалеса Милетского (VI в. до н.э.), заложившие основы для философии и естествознания. Он занимался астрономией, мог предсказывать солнечные затмения, создал первую «теорию Земли» (Океан – всем прародитель; Земля – плавает на воде), ему принадлежит идея абстрактного Бога (Бог – то, у чего нет ни начала, ни конца; Бог – это ум космоса; Бог древнее всего, ибо он не сотворен).

В дальнейшем ученик и родственник Фалеса Анаксимандр изобрел астрономические инструменты (солнечные часы), первым в Элладе начертил географическую карту мира и разработал систематическую космологию (570 г. до н.э.), в которой использовались понятия «беспредельного» времени, преобразования вещей, тепла, холода и др. Позже друг Анаксимандра Анаксимен из Милета постулирует изменение и преобразование первоматерии (545 г. до н.э.), Ксенофан вводит понятие человеческого прогресса, философский монотеизм, скептицизм в отношении антропоморфных божеств (520 г. до н.э.), Анаксагор вводит понятие вселенского разума – Ноос (460 г. до н.э.). Уже в 430 г. до н.э. Демокрит разрабатывает атомистическое учение. По его представлениям, началом Вселенной являются атомы и пустота. Атомы представляют собой некие тела, невидимые из-за малой величины и неделимые из-за твердости. Они движутся в пустоте бесконечное время, а когда приближаются друг к другу или зацепляются друг за друга, то образуется вода, воздух, огонь, растения или человек. Разные тела могут состоять из одних и тех же атомов. Представления Демокрита о Вселенной были весьма прогрессивными для своего времени. Он считал, что мир неодушевлен и управляется некоей бессознательной природой; что миров бесчисленное множество, они различны по величине, появляются из пустоты и превращаются в пустоту; что движение вечно.

Таким образом, некоторые теоретические основы современного естествознания были созданы уже на натурфилософском этапе. Большинство ключевых терминов современного естествознания были придуманы древними греками, в настоящее время греческий алфавит активно используется для символического описания природных явлений.

В течение натурфилософского этапа были заложены основы не только космологии и теории Земли, но и многих естественных и гуманитарных наук. В конце 400-х гг. до н.э. Гиппократ закладывает основы античной медицины, Платон пишет знаменитые «Диалоги» и создает Академию в Афинах (399-374 гг. до н.э.), Аристотель пишет «Метафизику»

и другие знаменитые работы («Категории», «О небе», «Метеорология», «Физика»), создает гелиоцентрическую систему устройства мира (270 г. до н.э.), Архимед развивает начала классической механики и математики (240 г. до н.э.), Гиппарх из Никеи по наблюдениям звезд составляет первый в Европе звездный каталог и вносит важный вклад в совершенствование календаря (130 г. до н.э.). После завоевания Греции Римом в 146 г. до н.э. Лукреций (60 г. до н.э.), Цицерон (45-44 гг. до н.э.), Овидий (8 г. до н.э.) продолжают развитие традиций греческой науки. В знаменитой работе «О природе вещей» Тит Лукреций Кар дает предельно полную на тот момент картину представлений о природе. Согласно этим представлениям природу составляют две вещи: тела и пустота. Первоначально вещей просты и плотны. От начал (атомов) начинается движение и передается все более крупным телам. Изменения материи влекут за собой и перемены в вещах. Проблему пространства и времени Лукреций трактует так: «Если же пространства или места, что мы пустотой называем, не было бы вовсе, тела не могли бы нигде находиться и не могли бы куда двигаться различно... Также и времени нет самого по себе, но предметы сами ведут к ощущению того, что в веках совершилось, что происходит теперь и что последует позже. И неизбежно признать, что никем ощущаться не может время само по себе, вне движения тел и покоя».

В дальнейшем Птолемей закладывает основы классической астрономии (140 г. н.э.), Гален совершает открытия в медицине. Однако с течением времени натурфилософия теряет своих последователей по причине, сообщенной Анаксименом: «чем больше ты станешь узнавать нового, тем больше будет возникать у тебя неясных вопросов», что определило закат натурфилософского периода и переход к религиозному этапу развития человеческой мысли. В 391 г. запрещение императором Феодосием всех языческих культов в Римской империи означало превращение христианства в государственную религию, а смерть Прокла (последнего крупного философа Др. Греции) в 485 г. можно считать завершением натурфилософского этапа развития естествознания.

В целом в этот период начинает формироваться стиль современного научного мышления, включающего любознательность, стремление к нововведениям, критику, глубокий интерес к проблемам жизни и смерти, стремление к упорядоченности и скептическое отношение к общепринятым истинам в качестве базовых составляющих, а также поиск неких универсалий (идей, законов, абсолютов, начал и т.д.), дающих рациональное понимание всего окружающего мира.

Крайне важной для развития науки в последующем оказалась также борьба двух течений в натурфилософии: платонического идеализма (идея – природа) и материализма Гераклита, Демокрита, Эпикура (элемент – природа), ставшая своеобразным вечным двигателем развития научного мышления и формирования способности к интуиции, озарению, предвидению, ведущей к научным открытиям.

1. 3. Естествознание в Средние века

Натурфилософия подготовила идею абстрактного Бога, а также формировала разнообразнейшие знания о природе. В то же время человечество нуждалось в исследовании не только природы, но и общества. Более важным становилось регулирование отношений между людьми, а не между людьми и природой. Поэтому в I тысячелетии центр познаваемых проблем сместился от исследований связи между человеком и природой к исследованию связей между человеком и человеком посредством Бога. Гуманитарные науки, науки о Боге (теология) получили приоритетное значение по сравнению с естествознанием, исследования духа главенствовали над исследованиями материи. Функция разумного Творца была отдана Богу, поэтому человеку оставалось подчиняться существующему устройству мира, а любая критика воспринималась как критика Бога.

Результатами подобного миропонимания стали:

а) снижение ценности наблюдения, анализа и постижения природы и перенесение акцента с рациональных и эмпирических способностей человека на его эмоциональную, нравственную и духовные сферы;

б) опровержение способности человека самостоятельно проникать (интеллектуальным, духовным или практическим путями) в смысл мироустройства;

в) постулирование абсолютных полномочий церкви и Священного писания в установлении абсолютных истин;

г) презрение к физическому миру и настоящей жизни в пользу будущей райской жизни и служению Богу, причем понятия «мир», «плоть» и «дьявол» нередко сближались;

д) утверждение божественного и коллективного над личностным и индивидуальным.

Все это привело, прежде всего, к созданию строгих рамок интеллектуального поиска и отношению к сомнениям не как важнейшей

добродетели рассудка, а как к серьезному духовному упущению – недоверию. Несмотря на несомненные достоинства христианства (возведение в святость каждой отдельной жизни, возвеличение веры, надежды и любви, попечение о больных и бедных, интеграция человека с обществом, космосом и Богом), нарастающий догматизм и несоответствие церковного миропонимания новым фактам, открытиям и повседневной практике привели к смене стиля мышления. Основную роль в этом процессе сыграли работы Н. Коперника («Об обращении небесных сфер», 1543 г.), И. Кеплера («Мировая гармония», 1619 г.).

Естествознание в течение этого периода сосредоточилось в лабораториях алхимиков, астрологов и создателей различных механических приспособлений. Исследования продолжались: поиск философского камня или расчет благоприятных дней для деятельности в последующем создали опытное поле для развития химии и астрономии.

1. 4. Естествознание в Новое время (XVII-XVIII вв.)

Создание Н. Коперником гелиоцентрической теории, открытие И. Кеплером трех законов движения планет, астрономические и физические открытия Тихо Браге и Галилео Галилея перевернули общественное сознание и провозгласили наступление новой эры разума.

Начиная с 1543 г. (год публикации работы Н. Коперника «Об обращении небесных сфер») религия стала уступать свое место науке в лице таких ученых Нового времени, как Р. Декарт, (философия, математика), И. Ньютон (физика, математика, оптика), И. Кант (космология, философия, география). Философия науки в это время пережила обновление на новом качественном уровне.

Так философия Бэкона (1561-1626), идейно подготовленная натурфилософией Возрождения и традицией английского номинализма, соединила в себе натуралистическое мирозерцание с началами аналитического метода, эмпиризм – с элементами теологических воззрений. Бэкон разработал подробную классификацию наук, обосновал эмпирический метод и описал различные виды опытного познания, сформулировал индукцию как метод исследования законов («форм») природных явлений в целях их использования в человеческой практике. Пропагандируя науку, Бэкон разграничивал области научного знания и религиозной веры, считая, что религия не должна вмешиваться в дела науки. Декарт (1596-1650) – один

из родоначальников «новой философии». Декарт требовал положить в основу философского мышления принцип очевидности или непосредственной достоверности, а также понимание мира как машины. По Декарту, если мир – механизм, то наука о нем – механика и познание – есть конструирование определенного варианта машины мира из простейших начал, которые мы находим в человеческом разуме. Инструментом этого конструирования является метод, который должен как бы превратить научное познание из кустарного промысла в промышленность. Основные правила метода: начинать с простого и очевидного; путем дедукции получать более сложные высказывания; действовать при этом так, чтобы не упускать ни одного звена, т.е. сохранять непрерывность цепи умозаключений. Этап с XVI по XIX в. можно охарактеризовать как время активной дифференциации естествознания, формирования физики, химии, биологии как самостоятельных наук и в то же время как этап синтеза новых знаний об окружающем мире, получившего максимальное отражение в космологии И. Ньютона, его теории тяготения, а также классической механике. И. Ньютон создал модель научного исследования, которое обязательно должно начинаться с экспериментов и многочисленных точных измерений, а заканчиваться доказательным объяснением, проходящим через математическую и логическую проверки.

1. 5. Возникновение классического естествознания

Формирование классического естествознания началось в эпоху Возрождения (XV—XVI вв.). В это время была создана та мировоззренческая основа, на которой в Новое время и Просвещение (XVII—XVIII вв.) сформировалась классическая наука. В XV—XVI вв. европейская культура пережила настоящий переворот, сутью которого стало освобождение от религиозного диктата. Следствием культурных изменений явилось возникновение светского искусства, светской философии, политики, не зависящей от религиозных предписаний и, конечно, новой науки.

Начало классического естествознания связано прежде всего с изменением представлений о предмете, достойном ученых изысканий. В Средневековье все познавательные усилия философа или ученого сосредоточивались на Боге, Возрождение признало достойными предметами научного и философского изучения человека и природу. Такая

трансформация мировоззрения привела к возникновению пантеизма — философско-мировоззренческой концепции, отождествляющей природу и Бога. *Пантеизм* предполагает, что, познавая природу, человек одновременно постигает Бога, т.е. высокий смысл познания в естественнонаучных изысканиях, далеких от идеи служения Богу и спасения души, сохраняется. Следствием пантеизма стало распространение идей *гиллоизма* (концепции всеобщей оживленности природы) и панпсихизма (концепции всеобщей одушевленности природы). В эпоху Ренессанса формируется также философско-мировоззренческая концепция *деизма*, утверждающая, что Бог творит мир, но затем в дела мира не вмешивается, Вселенная продолжает существовать самостоятельно, подчиняясь естественным законам, которые могут быть познаны средствами разума.

Деизм вырастает из средневековой концепции двойственной истины и противостоит религиозному креационизму. Деизм представляет собой светскую версию религиозной концепции первотолчка, с помощью которого Бог заводит «часовой механизм» Вселенной. Пантеизм и деизм стали формами преодоления теизма и креационизма и подготовили возникновение научного мировоззрения.

Новое время в западно – европейской истории знаменует быстрым развитием естественных наук: физики, астрономии математики, химии. Основным предметом научных исследований выступает природа, понимаемая как огромная машина, функционирование которой подчиняется механическим закономерностям. Задачей естествознания становится выявление и количественное выражение этих закономерностей. Ведущей естественнонаучной дисциплиной выступает физика, единственно допустимым научным языком – язык математических формул. Развитие естествознания диктует основную тему философской рефлексии в Новое время – тему возможностей создания универсальной науки и построения универсального метода. Новое время провозглашает занятия наукой наиболее важной деятельностью, способной избавить человечество от любых бед и страданий.

Решается важнейшая культурная задача создания основ нового типа мировоззрения и научной методологии, которые разрабатываются в философских учениях Ф. Бэкона, Дж. Локка, Р. Декарта, Б. Спинозы, Г. Лейбница и др.

Необходимость создания целостной, логически стройной и простой теории, описывающей устройство мира, а также неудовлетворенность христианской картиной мироздания послужили необходимыми предпосылками для создания в эпоху Возрождения *гелиоцентрической системы*.

Переворот в астрономии связан с именем польского философа и ученого Н. Коперника. Согласно гелиоцентрической системе Н. Коперника в центре мира находится Солнце, вокруг Солнца по круговым орбитам равномерно движутся планеты, среди которых находится и Земля вместе со своим спутником Луной. На огромном расстоянии от планетной системы располагается сфера звезд. Наблюдаемые движения небесных тел являются следствием как их собственного движения, так и перемещения Земли, осуществляющей годовое вращение вокруг Солнца и суточные вращения вокруг своей оси. По мнению Н. Коперника, Вселенная конечна и ограничивается одной планетарной системой. Несмотря на запрет гелиоцентрическая система окончательно утвердилась в астрономии, подготовила ньютоновскую революцию в физике и возникновение классической науки.

Изучая гелиоцентрическую систему Н. Коперника, Дж. Бруно не согласился с выводом о конечности и уникальности нашей Вселенной. По-видимому, под влиянием философских идей Н. Кузанского Дж. Бруно предложил концепцию множественности планетных систем и бесконечности Вселенной, согласно которой Солнце является звездой, совершенно равноправной с другими звездами, и поэтому не может находиться в центре мира. Поскольку наблюдается множество звезд, то должно существовать и множество планетных систем, часть которых вполне может быть населена разумными существами. Таким образом, в противовес идеям Н. Коперника Дж. Бруно предложил концепцию вечной, бесконечной Вселенной, во многих местах которой существуют жизнь и разум.

Математическое уточнение положений гелиоцентрической системы было сделано немецким ученым И. Кеплером, который прояснил закономерности движения планет. Интересно, что в основе научных исследований И. Кеплера лежала религиозная идея поиска числовой гармонии Вселенной, в которой, по мнению немецкого ученого, должен был выразиться замысел Творца. Основным мотивом научных изысканий И. Кеплера было как раз стремление постичь этот высший замысел. Закономерности движения планет И. Кеплер сформулировал в виде трех

законов. Согласно первому закону форма орбит, по которым движутся планеты, является эллиптической, а не круговой. Второй закон утверждал неравномерность движения планет по орбитам: чем дальше планета находится от Солнца, тем меньше ее скорость. Третий закон говорил о том, что квадраты времен движения планет вокруг Солнца относятся друг к другу как кубы средних расстояний этих планет от Солнца. Законы И. Кеплера указывали на то, что движение планет определяется Солнцем, при этом действует единая сила, которая может быть выражена точным математическим законом. Для объяснения природы этой силы И. Кеплер представил Солнце в виде огромного магнита, а его действие на планеты описал в виде вихря, который возникает в эфире от вращения магнита. Немецкий астроном пришел к выводу, что сила, влияющая на движение планет, обратно пропорциональна расстоянию от Солнца. Однако дальнейшее развитие физики и создание И. Ньютоном механики показало, что этот вывод был ошибочным: сила тяжести, а именно ее природу пытался постичь И. Кеплер, обратно пропорциональна квадрату расстояний между объектами.

Большим шагом вперед в развитии астрономии XVIII в. стало философское осмысление И. Кантом новых эмпирических данных, которые к тому времени были накоплены астрономами. Великий немецкий философ создал оригинальную космогоническую концепцию, которая содержала целый ряд принципиально новых идей. Результаты своих размышлений И. Кант изложил в работе «Всеобщая естественная история теория неба, или попытка истолковать строение и механическое происхождение всего мироздания, исходя из принципов Ньютона» (1755).

Центральной идеей кантовской космогонии стал принцип исторического развития Вселенной. Природа впервые рассматривалась как имеющая собственную историю, а развитие космических тел представлялось как медленное эволюционирование без серьезных качественных преобразований. И. Кант признавал существование Бога и придерживался позиции деизма, согласно которой Вселенную творит Бог, однако затем он не вмешивается в дела мира. Основными силами, действующими во Вселенной, И. Кант считал силы притяжения, отталкивания и химического соединения. Немецкий философ утверждал, что Вселенная имеет начало, однако не имеет конца, космические системы возникают, а затем разрушаются, но на их месте появляются другие и так до бесконечности. Кроме того, Вселенная не только бесконечна во времени, но и безгранична в пространстве, а все системы,

существующие в ней, связаны друг с другом. По мнению И. Канта, Вселенная расширяется, небесные тела в центре мира гибнут быстрее, однако на периферии продолжается образование новых космических систем.

Первоначальным состоянием природы немецкий философ считал хаос, в котором пребывало первичное вещество. Эта первичная рассеянная материя создается Богом. Затем под действием механических сил притяжения и отталкивания образуются небесные тела и целые звездные миры. По мнению И. Канта, разумная жизнь может существовать не только на Земле. Немецкий философ утверждал, что человеческий род не только не уникален, но еще и несовершенен. Подобная мысль в эпоху, когда человек понимался как образ и подобие Бога, была не просто новаторской, но в определенной мере даже опасной для высказавшего ее философа. Космогония И. Канта стала существенным шагом вперед в понимании того, как устроена Вселенная, а многие космогонические идеи были восприняты значительно позже – в науке и философии XX в.

В XVI в. Г. Галилеем были заложены основы классической физики, которые впоследствии (в XVII в.) были развиты в механике И. Ньютона. Классическая механика стала основанием мировоззрения Нового времени, которое в силу этого называют механистическим. В рамках механистической парадигмы материя отождествляется с веществом, а все явления природы объясняются механическим перемещением тел. В качестве идеальных объектов изучения выступают материальные частицы и физические тела как совокупности материальных частиц, а предельно абстрактными физическими образами – образы материальной точки и абсолютно твердого тела как системы материальных точек.

Фундаментальным для классической физики является понятие силы – физической меры взаимодействия тел или материальных точек. Взаимодействие тел в макром мире объясняется действие гравитационных (сила тяготения) и электромагнитных сил.

Основоположником экспериментального естествознания по праву считается философ эпохи Возрождения Г. Галилей. Его заслугой стало формулирование *принципа относительности*, который стал центральным постулатом классической физики. Согласно этому принципу законы механики, справедливые в одной системе координат, справедливы и в любой другой системе, движущейся прямолинейно и равномерно относительно первой, т.е. во всех инерциальных системах

отсчета физические явления происходят одинаково, они инвариантны при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой. Инерциальной была названа система отсчета, которая находится либо в состоянии покоя, либо в состоянии прямолинейного и равномерного движения.

В XVII в. французский философ Р. Декарт построил универсальную физическую картину мира, в основе которой лежала идея природы как совокупности взаимодействующих вещественных частиц. По мнению Р. Декарта, «мир, или протяженная материя, составляющая универсум, не имеет никаких границ», материальные частицы действуют друг на друга путем давления или удара, т.е. механически, а все изменения в универсуме сводятся к простому механическому перемещению вещества. Протяженная материя, по мнению Р. Декарта, существует автономно, т.е. ее законы не зависят от законов духовной субстанции или мышления. Огромной заслугой Р. Декарта стало создание рационалистической методологии научного познания, основы которой он изложил в работе «Рассуждение о методе» (1637).

Эксперименты Г. Галилея и философско-методологические принципы Р. Декарта стали основой механистического мировоззрения. Опираясь на идеи Г. Галилея и философию Р. Декарта, но полемизируя с физикой и космологией последнего, И. Ньютон построил собственную теорию, которая господствовала в науке на протяжении трех столетий: с XVII по начало XX в. Как писал А. Эйнштейн — великий физик XX в., разрушивший казавшиеся незыблемыми позиции классической механики, — Ньютон был первым, кто попытался сформулировать элементарные законы, которые определяют временной ход широкого класса процессов в природе с высокой степенью полноты и точности, и оказал своими трудами сильное влияние на все мировоззрение в целом.

Основу методологии И. Ньютона составляют индуктивный метод и установка на экспериментальное определение количественных отношений между явлениями действительности. «Гипотез не измышляю!» — заявлял И. Ньютон, выражая основную идею своей методологии. Основу классической механики составляют три закона, названные законами Ньютона.

Первый закон: тело сохраняет состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока на него не оказывают воздействие другие тела. Способность тела сопротивляться воздействию на него сил называют инертностью, поэтому первый закон Ньютона иначе называется законом

инерции. Первый закон Ньютона устанавливает существование инерциальных систем отсчета. Понятие инерциальной системы отсчета И. Ньютон полностью воспринимает из теоретической концепции Г. Галилея.

Второй закон: ускорение, приобретаемое телом в результате воздействия на него, прямо пропорционально вызывающей его силе и обратно пропорционально массе тела. Третий закон: всякое действие тел друг на друга носит характер взаимодействия, силы, с которыми тела действуют друг на друга, равны по модулю, противоположны по направлению и действуют вдоль прямой, соединяющей эти тела.

Вершиной научного творчества И. Ньютона является теория тяготения, которая дает ответ на вопрос о природе силы, заставляющей двигаться небесные тела. Согласно закону всемирного тяготения тела притягиваются друг к другу с силой, которая прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними. Сила тяготения универсальна, проявляется между любыми двумя материальными телами независимо от их конкретных свойств и действует на любом расстоянии. И. Ньютон показал, что законы движения планет, открытые И. Кеплером, неразрывно связаны с действием силы всемирного тяготения, и являются математическим выражением этой силы. Таким образом, законы И. Кеплера оказались следствиями закона всемирного тяготения. Создание теории тяготения, которую иначе называют небесной механикой, окончательно утвердило победу гелиоцентрической системы Н. Коперника. Впервые в истории науки И. Ньютон различил понятия *инертной* и *гравитационной* масс. По его мнению, гравитационная масса тел обеспечивает действие между ними сил притяжения, инертная масса выступает мерой инертности, т.е. определяет способность тел сопротивляться воздействию каких-либо сил. Уже в классической науке был установлен факт равенства инертной и гравитационной масс, однако объяснение этому явлению было найдено значительно позже — в теории относительности А. Эйнштейна.

Немаловажны в физике И. Ньютона понятия абсолютного пространства и абсолютного времени. Абсолютное пространство совершенно пусто, существует не зависимо от физических тел, его свойства описываются геометрией Евклида. Движение в абсолютном пространстве осуществляется по законам механики и представляет собой перемещение по непрерывным траекториям. Абсолютное время протекает равномерно и называется длительностью. И. Ньютон ввел понятия относительного пространства и относительного времени.

Относительное пространство — это чувственная мера абсолютного пространства, относительное время — чувственная мера абсолютного времени, т.е. это пространство и время, ограниченные сенситивными способностями познающего их человека. Концепция абсолютного пространства и абсолютного времени была названа субстанциальной.

Вторая составляющая классической физики — термодинамика, которая описывает тепловые явления в макромире. Теплота рассматривается как род внутреннего движения частиц: чем быстрее движение частиц, тем выше температура тела. Теорию тепла называли *корпускулярной* (от слова «корпускула» — частица), поскольку в ее основе лежало представление об атомистическом строении вещества. С корпускулярной теорией конкурировала теория теплорода, согласно которой тепловые процессы происходят благодаря невесомой жидкости, которая находится в «порах» материальных тел и может перетекать от одного объекта к другому. Чем больше в теле теплорода, тем выше его температура. Благодаря теории теплорода в физике появились понятия теплоемкости и теплопроводности тел, однако сама эта теория вскоре была опровергнута. В середине XIX в. было доказано, что количество выделяемой телом теплоты не зависит от объема вещества, т.е. из ограниченного количества вещества можно получить неограниченное количество теплоты, следовательно, нагревание тела связано не с увеличением в нем теплорода, а с увеличением энергии. Оказалось, что теплота и есть мера изменения энергии. В конце XIX в. молекулярно-кинетическая теория окончательно утвердилась не только в физике, но и в химии. Основные положения этой теории гласят: любое вещество состоит из большого числа молекул, молекулы вещества находятся в состоянии непрерывного хаотического Движения, скорость движения молекул зависит от температуры тела, между молекулами действуют силы притяжения и отталкивания.

Классическая термодинамика сформулировала несколько принципов, или начал, которые вели к важным мировоззренческим выводам. Первое начало термодинамики основано на представлениях о том, что термодинамическая система обладает внутренней энергией теплового движения молекул и потенциальной энергией их взаимодействия. При всех превращениях термодинамической системе выполняется универсальный закон сохранения энергии. Согласно первому началу термодинамики количество теплоты, сообщенное телу, увеличивает его внутреннюю энергию и идет на совершение телом

работы. Из этого принципа вытекает невозможность существования вечного двигателя.

Согласно второму началу термодинамики нельзя осуществлять работу за счет энергии тел, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, энтропия замкнутой системы возрастает, а ее максимальное значение достигается в состоянии теплового равновесия. Термодинамические процессы необратимы, а предоставленная самой себе система стремится к состоянию теплового равновесия, в котором температуры тел выравниваются. В системе, достигшей термодинамического равновесия, без внешнего вмешательства невозможны никакие процессы. Второе начало термодинамики часто формулируют иначе: тепло не может самопроизвольно перейти от холодного тела к горячему. Второе начало термодинамики называют также законом *возрастания энтропии*.

Распространение второго начала термодинамики на всю Вселенную, понимаемую как закрытая система, привело к созданию теории тепловой смерти, согласно которой все процессы мире ведут к состоянию наибольшего равновесия, т.е. хаосу. Теория тепловой смерти Вселенной была разработана в середине XIX в. В. Томпсоном и Р. Клаузиусом, ее постулаты звучат следующим образом:

- энергия Вселенной постоянна;
- энтропия Вселенной, понимаемой как закрытая система возрастает.

Смысл этих постулатов заключается в том, что со временем все виды энергии во Вселенной превратятся в тепловую, а последняя перестанет претерпевать качественные изменения и преобразовываться в другие формы. Наступившее состояние теплового равновесия будет означать смерть Вселенной. При этом общее количество энергии в мире останется тем же самым, т.е. универсальный закон сохранения энергии не будет нарушен. С точки зрения авторов теории тепловой смерти, наличие в нашей уже длительное время существующей Вселенной многообразных форм энергии и движения является необъяснимым фактом.

Теория тепловой смерти сразу же после создания была подвергнута критике. В частности, появилась флуктуационная теория Л. Больцмана, согласно которой Вселенная выводится из состояния равновесия с помощью внутренне присущих ей флуктуации. Кроме того, критики говорили, что неправомерно распространять второе начало термодинамики на весь

мир, а последний нельзя рассматривать как замкнутую систему с ограниченным числом элементов. Однако наиболее последовательным и полным опровержением теории тепловой смерти Вселенной стала синергетическая концепция И. Пригожина и Г. Хакена.

Третьей составляющей классической физики выступает *оптика*. На протяжении двух столетий в оптике соперничали корпускулярная и волновая теории, объяснявшие природу световых явлений на разных основаниях. В XVII в. дискуссия развернулась между И. Ньютоном, который придерживался корпускулярной теории, и нидерландским ученым Х. Гюйгенсом — сторонником волновой теории. В соответствии с теорией И. Ньютона, свет есть поток материальных частиц-корпускул, наделенных неизменными свойствами и взаимодействующих с другими частицами в соответствии с законами механики. Корпускулярная теория хорошо объясняла явления абберации и дисперсии света, но испытывала трудности в объяснении явлений интерференции, дифракции и поляризации света. Согласно теории Х. Гюйгенса свет представляет собой волну, распространение которой аналогично распространению волн на поверхности воды, и подчиняется тем же законам. Особой средой для распространения световых волн Х. Гюйгенс считал эфир. Волновая теория, в отличие от корпускулярной, хорошо объясняла явления интерференции, дифракции и поляризации. Однако на протяжении XVIII в. большинство ученых придерживалось корпускулярной теории И. Ньютона (из-за его авторитета в среде научного сообщества), несмотря на эвристическую силу и убедительность волновой теории Х. Гюйгенса.

В 1818 г. с критикой корпускулярной теории выступил французский физик О. Френель. Его выводы убедительно говорили в пользу волновой теории. Предложенная О. Френелем волновая теория предполагала существование явления *дифракции*, которое должно было наблюдаться в виде светлого пятна в центре тени, отбрасываемой круглым экраном. Это рискованное предположение получило блестящее экспериментальное подтверждение, и волновая теория О. Френеля в начале XIX в. была признана научным сообществом. Окончательное подтверждение волновая теория получила после измерения скорости света в разных средах — воде и воздухе. Согласно корпускулярной теории скорость света в воде должна быть больше, чем скорость света в воздухе. Однако эксперимент показал, что скорость света в воде, т.е. в более плотной среде, оказалась меньше, чем скорость света в воздухе — менее плотной среде.

Недостатком волновой теории света было представление о среде — носителе световой волны. В XIX в. выдвигалась гипотеза, согласно которой таким носителем выступает светоносный эфир. Однако эта гипотеза сталкивалась с серьезной проблемой, разрешить которую не удавалось. Если предположить, что концепция светоносного эфира верна, то возникает вопрос, как эфир взаимодействует с веществом, в частности, увлекается ли эфир Землей при ее движении. Если эфир не увлекается движущимися телами, то его можно рассматривать в качестве абсолютной системы отсчета. Если же он взаимодействует с веществом, то это взаимодействие должно наблюдаться в оптических явлениях.

Недостатки волновой теории света привели к тому, что в конце XIX — начале XX в. физики вновь вернулись к корпускулярной теории, в научный обиход было введено представление об особых световых частицах — фотонах. Корпускулярные и волновые представления объединились только в концепции корпускулярно-волнового дуализма, т.е. уже в неклассической физике XX в.

Четвертой составляющей классической физики является электродинамика, или теория электромагнитного поля. В 80-е гг. XVIII в. французский физик Ш.О. Кулон провел ряд экспериментов по измерению силы, действующей между двумя зарядами. В результате обобщения опытных данных был сформулирован основной закон электростатики: электрические силы ослабевают обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Таким образом, оказалось, что электрическая сила действует так же, как и гравитационная.

В 30-е гг. XIX в. английский физик М. Фарадей предложил понятие поля. Это понятие противоречило представлениям о материи как совокупности атомов. По мнению М. Фарадея, активная и постоянно движущаяся материя не может быть представлена в виде атомов и пустоты, материя непрерывна, атомы есть лишь сгустки силовых линий поля. Безусловно, концепция поля в электродинамике могла сформироваться только после утверждения волновой теории в оптике. М. Фарадей высказал также предположение о единстве электрических и магнитных явлений. В 1831 г. он поставил опыт, который продемонстрировал, что переменное магнитное поле индуцирует электрический ток. На основе экспериментальных данных М. Фарадея в 60-е гг. XIX в. Дж. Максвелл создал единую теорию электромагнитного поля. Вспомогательному понятию поля Дж. Максвелл придал точный физический смысл: «Электромагнитное поле — это та часть

пространства, которая содержит в себе и окружает тела, находящиеся в электрическом или магнитном состоянии». Дж. Максвелл высказал предположение, что любое переменное электрическое поле, возникающее между движущимися электрическими зарядами, порождает магнитное, а переменное магнитное поле возбуждает электрическое. Таким образом, источником электрического поля могут быть неподвижные электрические заряды или изменяющиеся магнитные поля, а источником магнитного поля — движущиеся электрические заряды или переменные электрические поля. Концепция Дж. Максвелла позволила сделать предположение о существовании переменного электромагнитного поля, которое распространяется в пространстве с конечной скоростью. Было установлено, что скорость распространения электромагнитного взаимодействия равна скорости света в вакууме — 300 000 км/с. Оказалось, что свет — это электромагнитные волны определенной длины (от 380 до 770 нм). Таким образом, теория Дж. Максвелла теоретически обосновала родство электромагнитных и оптических явлений, предположение о котором высказывалось ранее. Несмотря на успехи и большой эвристический потенциал, электромагнитная теория Максвелла имела ряд недостатков. В ней использовалась сомнительная гипотеза светоносного эфира. Преодоление противоречий классической электродинамики началось в 1900 г., когда немецкий физик М. Планк выдвинул собственную концепцию.

В XVII—XVIII вв. быстро развивается еще одна естественно - научная дисциплина — **химия** — наука о качественных преобразованиях вещества, происходящих вследствие изменения его состава или строения. К этому времени алхимия, доминировавшая в средневековой культуре IX—XVI вв. и в значительной мере подготовившая возникновение научной химии, приходит в упадок. В основе классической химии лежит философская концепция атомизма, которая была сформулирована еще в античной философии Левкиппом, Демокритом и Эпикуром. Суть атомизма заключается в понимании вещества как совокупности мельчайших, неделимых частиц — атомов. Атомы находятся в постоянном движении, благодаря которому они могут взаимодействовать друг с другом. Все многообразие мира есть результат взаимодействия атомов. Вплоть до конца XIX в. в естествознании господствовало представление о том, что атом — это наименьшая частица вещества, предел делимости материи; в ходе химических превращений вещества разрушаются и вновь создаются только

молекулы, атомы же остаются неизменными. Только наука XX в. показала, что элементарными частицами выступают отнюдь не атомы.

Начало научной химии связывают с работами английского ученого XVII в. Р. Бойля, который предложил понятие «химический элемент». По мнению Р. Бойля, химический элемент — это «простое тело», входящее в состав вещества и определяющее его свойства. Таким образом, первой концептуальной идеей теоретической химии становится утверждение о том, что свойства вещества зависят от входящих в его состав химических элементов. При этом понятие простого тела еще не было окончательно сформулировано ни Р. Бойлем, ни его последователями.

В химии XVIII в. господствовала теория флогистона, которая была предложена для объяснения процесса горения. Предполагалось, что флогистон — это невесомая субстанция, которую содержат все вещества, способные к горению, и которая выделяется в процессе горения. Открытия в химии середины и конца XVIII в. привели к отказу от теории флогистона. Так, в 1748 г. М.В. Ломоносов сформулировал закон сохранения массы, который не допускает возможности существования невесомой материи. Этот закон гласит: масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции. Несколько позже французский химик А. Лавуазье разработал кислородную теорию горения, признание которой способствовало тому, что теория флогистона была полностью отвергнута. А. Лавуазье также впервые попытался систематизировать химические элементы в соответствии с их атомной массой, предложил первую номенклатуру химических соединений, в которой каждое вещество имеет свое собственное постоянное название, и т.п. Именно благодаря усилиям А. Лавуазье химия начала освобождаться от рецептурного характера, который она получила в наследство от алхимии, и постепенно стала формироваться в качестве строгой научной дисциплины.

Следующий этап в развитии химии (начало XIX в.) связан с именем английского химика Дж. Дальтона, который ввел в научный обиход понятие атомного веса. Дж. Дальтон является создателем теории атомного строения или химической атомистики, которая позволила решить многие проблемы химии того времени. В 1803 г. Дж. Дальтон составил первую таблицу относительных атомных масс водорода, азота, углерода, серы и фосфора, приняв за единицу атомную массу водорода, а в 1804 г. предложил таблицу элементов в соответствии с их относительными атомными массами. Исследования химического состава

газов позволили Дж. Дальтону сформулировать закон кратных отношений — один из фундаментальных законов химии. Закон кратных отношений утверждает, что массы двух химических элементов в любых возможных соединениях относятся друг к другу как целые числа.

В начале XIX в. ученые начинают использовать понятие «молекула». Молекула — это устойчивая совокупность атомов, способная к самостоятельному существованию. Поскольку молекула может быть образована разными атомами, постольку ее свойств отличаются от свойств входящих в нее атомов. Именно молекулы определяют свойства вещества, поэтому молекулу, а не атом следует рассматривать в качестве «единицы» вещества. Дж. Дальтон еще не делал различия между молекулами и атомами, называя молекулы «сложными атомами», однако уже в 1811 г. итальянский ученый А. Авогадро предложил молекулярную теорию строения вещества, в которой были обобщены и систематизированы накопленные к тому времени экспериментальные данные. Он предложил метод определения молекулярных масс, с помощью которого впервые вычислил атомные массы кислорода, углерода, азота, хлора и ряда других элементов.

На основе молекулярной теории А. Авогадро в середине XIX в. была разработана теория химического строения, согласно которой свойства вещества определяются порядком связей атомов в молекулах. Химическая связь образуется в результате обменного взаимодействия электронов, которые связаны с ядром атома наименее прочно. Электроны, участвующие в обменном взаимодействии, называются валентными. *Валентность* — способность атомов одного химического элемента соединяться с определенным количеством атомов другого химического элемента.

Впервые связь между валентностью и структурой химического вещества была установлена немецким химиком Ф. Кекуле, который в 1857 г. высказал идею о том, что число атомов одного элемента, связанных с одним атомом другого элемента, зависит от «основности» (валентности). Все элементы Ф. Кекуле разделил на одно-, двух- и трехвалентные, он также обосновал четырехвалентность углерода. В истории науки Ф. Кекуле известен и тем, что в 1865 г. открыл циклическую структурную формулу молекулы бензола, которую увидел во сне в виде змеи, кусающей свой хвост.

Немалая заслуга в развитии представлений о строении химических веществ принадлежит русскому ученому А.М. Бутлерову. Впервые свою

концепцию А.М. Бутлеров представил в 1861 г на 36-м съезде немецких естествоиспытателей и врачей, в докладе «О химическом строении вещества». Согласно концепции русского ученого, природа сложной частицы определяется природой ее составных частей, их количеством и химическим строением. От химического строения зависят те реакции, в которых участвует вещество. Термин «химическое строение» А.М. Бутлеров применил для обозначения порядка межатомных связей в молекулах, который может быть выражен структурной формулой. Он сделал вывод о том, что различие веществ, обладающих одинаковым составом, можно объяснить только различием их химического строения. А.М. Бутлеров подчеркивал, что по строению молекул можно предвидеть свойства химического вещества. Таким образом, в конце XIX в. ученые пришли к выводу, что свойства веществ зависят не только от входящих в них химических элементов, т.е. от состава, но и от структуры, которая определяется способом взаимодействия между этими элементами. Теория химического строения вещества А.М. Бутлерова стала одним из оснований современной органической химии, а его идеи развивались многочисленными учениками и последователями.

Научная революция в химии связана с именем другого русского ученого, Д.И. Менделеева, который в 1869 г. предложил периодическую систему химических элементов. Периодическая система, оформленная в виде таблицы, упорядочивала все многообразие известных к тому времени химических элементов и позволяла предсказывать новые. Д.И. Менделеев расположил все элементы в соответствии с возрастанием их атомного веса и показал, что таким образом складывается четкая система. Д.И. Менделеев сформулировал следующий закон: свойства элементов находятся в периодической зависимости от величины их атомных весов. Позже было установлено, что свойства элементов зависят не от атомного веса, а от заряда ядра атома, атомный же вес является средним арифметическим от масс изотопов элементов, которые имеют общий заряд ядра, но отличаются по массе. Современная формулировка периодического закона такова: свойства химических элементов находятся в периодической зависимости от заряда их атомных ядер, заряд ядер совпадает с номером элемента в периодической системе. Периодическая система Д.И. Менделеева стала той объединяющей концепцией, которая позволила не только систематизировать, но и объяснить весь накопленный к концу XIX в.

эмпирический материал, и стала прочной основой современной теоретической химии.

На сегодняшний день известно около 14 млн химических соединений и ежегодно синтезируется до 250 новых.

Самым новым разделом химии является так называемая эволюционная химия, возникновение и самоопределение которой стало следствием проникновения в естествознание идей и принципов эволюционной теории. Главным предметом изучения в эволюционной химии является химогенез, который рассматривается как неотъемлемая часть эволюционных процессов на нашей планете, начиная от космогенеза и заканчивая антропосоциогенезом. Эволюционная химия утверждает, что на протяжении длительного времени происходил отбор химических элементов по тем свойствам, которые давали преимущество при переходе на более высокий уровень организации материи — биологический. Химическая эволюция обеспечивала переход от химогенеза к биогенезу, поэтому понимание ее механизмов важно для прояснения проблемы происхождения жизни на Земле и процессов самоорганизации материальных систем.

Развитие химии в XX в. шло по линии возрастания дифференцированности внутри комплекса химического знания. Этот процесс привел к разделению на неорганическую и органическую химию и созданию аналитической и физической химии, возникновению целого ряда междисциплинарных исследований, которые со временем обрели самостоятельный научный статус (космохимия, геохимия, агрохимия, биохимия).

Антропоцентризм эпохи Возрождения дал толчок развитию биологического познания, а точнее, одной из его областей — медицины. Интерес к человеческой природе, а затем и ко всему миру живого в XVI—XVII вв. способствовал быстрому накоплению эмпирических знаний и становлению биологии как описательной дисциплины. В это время развивались в основном прикладные сферы биологического знания: медицина, цветоводство и садоводство, коневодство и т.п. Накопленный эмпирический материал нуждался в упорядочивании и систематизации. Эту задачу выполнила биология XVIII в. Так, К. Линней создал первую классификацию живых организмов, в которую входили 4 тыс. видов животных и 10 тыс. видов растений.

Для объяснения такого многообразия живых организмов уже в науке XVIII в. были выдвинуты различные концепции. Ж. Бюффон предложил

идею трансформации видов, которая подготовила почву для первой теории эволюции органического мира Ж.Б. Ламарка. Эмпирической базой концепции Ж.Б. Ламарка послужили данные о существовании таких разновидностей живых организмов, которые занимали промежуточное положение между двумя видами, о явлениях гибридизации, ископаемых формах живых организмов и т.п. Ж.Б. Ламарк утверждал, что изменение биологических видов происходит благодаря прямому влиянию окружающей среды и приспособлению к ней живых организмов. Приспособление осуществляется путем изменения органов тела в результате тренировки. Именно тренировка органов тела является, по мнению Ж.Б. Ламарка, основным фактором эволюции и причиной целесообразности в живой природе.

Совершенно иным образом идея трансформации видов была конкретизирована в концепции катастрофических изменений французского ученого Ж. Кювье. Он пришел к выводу, что некогда населявшие нашу планету животные вымирали почти мгновенно под действием различных катастрофических причин. Ж. Кювье утверждал, что на Земле время от времени происходили внезапные глобальные катаклизмы, приводившие к вымиранию одних видов животных и появлению новых. При этом, по мнению французского ученого, в периоды между катастрофами никаких изменений органического мира не происходило. Появляющиеся в ходе глобального катаклизма виды более прогрессивны, однако они не имеют никакого отношения к уничтоженным, поэтому преемственности в живой природе нет. Для объяснения прогрессивного развития органического мира сторонники теории катастроф обращались к идее творящей силы, т.е. некоей нематериальной силы, которая организует живую материю после очередной катастрофы.

Несмотря на существенные недостатки и ложные выводы теория катастроф содержала новаторскую идею, которая была воспринята и по-своему интерпретирована современной наукой, — идею о единстве геологических и биологических изменений, единстве гео- и биогенеза. Теория катастроф сыграла также свою положительную роль в подготовке эволюционной теории, поскольку развивала идею трансформаций в растительном и животном мире.

Вместе с тем теория катастроф никак не объясняла причины глобальных катаклизмов, эта неопределенность давала серьезный повод для критики. В начале XIX в. с такой критикой выступил английский ученый Ч. Лайель. Он обратил внимание на то, что некоторые виды

живых организмов, существовавшие в предшествовавшие геологические эпохи, продолжают существовать и сейчас, другие же виды, напротив, погибают. Английский ученый не утверждал, что одни виды живых организмов произошли от других, однако он подчеркивал, во-первых, медленный и постепенный характер геологических изменений; во-вторых, однообразие тех факторов, которые действуют на протяжении всей истории Земли; в-третьих, он обращал внимание на то, что на протяжении длительного времени происходит суммирование небольших изменений. При этом все трансформации Ч. Лайель сводил к обратимым, циклическим изменениям и отрицал возможность прогресса.

Ч. Дарвин предположил, что в популяциях животных существует конкуренция, благодаря которой выживают только те особи, которые обладают выгодными в данных конкретных условиях свойствами, позволяющими оставить потомство. Основу эволюционной теории Дарвина составляют три принципа:

- наследственности и изменчивости,
- борьбы за существование,
- естественного отбора.

Изменчивость является неотъемлемым свойством всего живого, это способность особей одного вида одинаковым образом реагировать на изменение окружающей среды. Подобные групповые изменения не передаются по наследству, поэтому не могут поставлять материал для эволюции. *Неопределенная изменчивость*, или мутация, — индивидуальные изменения в организме, которые передаются по наследству. Мутации не связаны напрямую с изменениями условий окружающей среды, однако именно неопределенная изменчивость играет важнейшую роль в эволюционном процессе. Между живыми существами, как считает Ч. Дарвин, разворачивается борьба за существование. Конкретизируя это понятие, Ч. Дарвин указывал на то, что внутри вида рождается больше особей, чем доживает до взрослого состояния. Борьба за существование как раз и означает, что выживают и размножаются сильнейшие и наиболее приспособленные организмы, а слабые и неприспособленные погибают.

Естественный отбор — ведущий фактор эволюции, объясняющий механизм образования новых видов. Естественный отбор происходит по принципу лучшей приспособленности к условиям окружающей среды, именно этот отбор выступает движущей силой эволюции. Механизм

отбора приводит к избирательному уничтожению тех особей, которые менее приспособлены к условиям окружающей среды. Таким образом, естественный отбор обеспечивает прогресс в развитии живых организмов. Изменения происходят постепенно и очень медленно, однако их суммирование на протяжении длительного времени приводит к возникновению новых видов.

Слабым звеном эволюционной теории Ч. Дарвина было отсутствие точного и убедительного объяснения механизма наследственности, поскольку законы наследования в то время еще не были известны. Так, эволюционная теория не объясняла, каким образом происходят накопление и сохранение полезных наследственных изменений в результате дальнейшего скрещивания живых организмов. Вопреки бытовавшему мнению, что при скрещивании организмов с полезными свойствами и организмов, у которых эти свойства отсутствуют, должно происходить усреднение полезных признаков, их растворение в череде поколений, эволюционная теория предполагала, что эти признаки накапливаются. Противники эволюционной теории утверждали, что естественный отбор не действует, а популяция со временем должна становиться совершенно однородной. Ч. Дарвин признавал слабые стороны своей концепции, однако не сумел удовлетворительно объяснить механизм наследования. Ответ на этот вопрос дала теория Г. Менделя, которая обосновала дискретный характер наследственности. Создание в XX в. синтетической теории эволюции завершило объединение эволюционной теории и генетики.

Значительным достижением классической биологии стало создание теории клеточного строения живых организмов. В комплексе современных биологических знаний существует отдельная дисциплина, занимающаяся изучением клетки, — цитология.

Исследование микроскопического строения живых организмов стало возможно благодаря изобретению в 1600 г. микроскопа. Понятие «клетка» было введено в научный обиход английским ботаником Р. Гуком в 1665 г. Рассматривая срезы высушенной пробки, он обнаружил множество ячеек, или камер, которые назвал клетками. Однако с момента этого открытия до создания клеточной теории прошло еще два столетия.

В 1837 г. немецкий ботаник М. Шлейден предложил теорию образования растительных клеток. По мнению М. Шлейдена, важную роль в размножении и развитии клеток играет клеточное ядро, существование

которого было установлено в 1831 г. Р. Броуном. В 1839 г. соотечественник М. Шлейдена анатом Т. Шванн, опираясь на экспериментальные данные и теоретические выводы своего коллеги, создал клеточную теорию строения живых организмов. Создание в середине XIX в. клеточной теории стало существенным шагом в становлении биологии как самостоятельной научной дисциплины. Основные положения и принципы концепции М. Шлейдена и Т. Шванна сохраняют свою актуальность и для современной биологии.

Клетка — это элементарная биологическая единица, структурно-функциональная основа всего живого. Клетки осуществляют самостоятельный обмен веществ, способны к делению (воспроизводству) и саморегуляции, т.е. обладают всеми свойствами живого. Образование новых клеток из неклеточного материала невозможно, размножение клеток происходит только благодаря делению. Органическое развитие следует рассматривать как универсальный процесс клеткообразования. В структуре клетки выделяют мембрану, отграничивающую содержимое клетки от внешней среды; цитоплазму, представляющую собой соляной раствор с растворимыми и взвешенными ферментами и молекулами РНК; ядро, содержащее хромосомы, состоящие из молекул ДНК и присоединенных к ним белков. Различают два способа деления клеток: митоз и мейоз. Митоз — деление клеточного ядра на два дочерних с наборами хромосом, идентичными набору хромосом родительской клетки. Митоз характерен для всех клеток, кроме половых. Мейоз — деление клеточного ядра на четыре дочерних ядра, в каждом из которых содержится вдвое меньше хромосом, чем в родительской клетке. Такой способ деления характерен только для половых клеток.

Клеточная теория строения живых организмов стала убедительным аргументом в пользу идеи единства происхождения жизни на Земле и оказала существенное влияние на формирование современной научной картины мира.

Революционными открытиями становятся: теория сновидений Фрейда, открытие структуры ДНК Уотсоном и Криком, теория большого взрыва,

кибернетика Винера, запуск первого спутника Земли, дальние космические полеты, постулирование существования кварков Гельманом и Цвейгом, развитие экологического мышления («Пределы роста» Медоуза), появление персональных компьютеров, развитие биотехнологий, новых направлений химии, физики, медицины.

В целом важной закономерностью развития современного естествознания принято считать единство процессов дифференциации и интеграции научного знания. В настоящее время можно проследить в науке одновременно и процессы дифференциации, и процессы интеграции с преобладанием последних, позволивших науке стать целостным системным образованием. Различные отрасли науки обладают относительной самостоятельностью:

- в организации исследований на стыке наук;
- в разработке междисциплинарных научных методов;
- в поиске объединительных теорий и принципов;
- в изменении самого принципа выделения научных дисциплин, что привело к появлению нового типа проблемных наук, по большей части комплексных, привлекающих для решения одной проблемы сразу несколько дисциплин.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Назовите основные исторические этапы формирования естествознания?
2. В чем состоят основные принципы мифологического подхода?
3. Что такое натурфилософия? Опишите основные научно-исследовательские программы натурфилософии.
4. Чем характеризуется развитие естествознания Средневековья?
5. Опишите естествознание в Новое время.
6. Охарактеризуйте естествознание в XIX - XX вв.

РАЗДЕЛ 2. ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ. МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ

2. 1. Теория Большого взрыва как гипотеза зарождения Вселенной

Большинство утверждений и заключений, касающихся возникновения и эволюции биосферы, носит гипотетический характер. Это предположительные суждения о стадиях процесса эволюции, которые не противоречат современным физическим, химическим, биохимическим и другим законам, но которые невозможно полностью, иногда даже частично, подтвердить экспериментально.

Теория Большого взрыва как гипотеза зарождения Вселенной. В 1922 г. советский математик и геофизик А.А.Фридман рассчитал, что Вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься. В 1929 г. американский астроном Эдвин Хаббл обнаружил разбегание галактик, что свидетельствовало о расширении Вселенной.

Большинство космологов считает, что материя в начале расширения Вселенной была не только сверхплотной, но и очень горячей, а теория, рассматривающая физические процессы в начале расширения Вселенной, получила название «теории горячей Вселенной». Согласно этой теории ранняя Вселенная представляла собой гигантский ускоритель «элементарных» частиц.

Началом работы Вселенского ускорителя был Большой взрыв. Наблюдаемый разлет галактик и их скоплений — следствие Большого взрыва.

Обращая мысленно вспять картину расширения Вселенной, ученые пришли к выводу, что примерно 20 млрд лет назад в нулевой момент времени Вселенная возникла из сингулярности, то есть из точки с нулевым объемом и бесконечно высокими плотностью и температурой. В результате Большого взрыва она начала расширяться, иначе говоря, существовать. Ученые смогли восстановить картину развития Вселенной с малых долей первой секунды после Большого взрыва, но никто не знает ни причин, вызвавших взрыв, ни того, что было до него. Спустя 15 млрд лет после Большого взрыва, то есть примерно 5 млрд лет назад, сформировалась планета Земля как космическое тело.

Согласно теории Большого взрыва дальнейшая эволюция зависит от экспериментально измеримого параметра — средней плотности вещества в современной Вселенной. Если плотность не превосходит некоторого

критического значения, Вселенная будет расширяться вечно, если же плотность больше критической, то процесс расширения когда-нибудь остановится и начнётся обратная фаза сжатия, возвращающая к исходному сингулярному состоянию. Современные экспериментальные данные относительно величины средней плотности ещё недостаточно надёжны, чтобы сделать однозначный выбор между двумя вариантами будущего Вселенной.

Теория Большого взрыва может быть проверена на Большом адронном коллайдере. На коллайдере готовятся эксперименты, чтобы создать условия, которые существовали спустя одну триллионную долю секунды после Большого взрыва, породившего Вселенную. Планируется исследование процесса столкновений ионов свинца. При этом в результате большой энергии столкновений в адронном коллайдере должна образовываться плазма, подобная веществу при процессе так называемого Большого взрыва. По теории ученых именно Большой взрыв сформировал сгустки первоначальной материи. Анализ столкновений в адронном коллайдере между протонами также может дать немаловажные результаты.

Определение жизни. Ф. Энгельс: “Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их природой, причем с прекращением обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к распаду белка”. М.В.Волькенштейн: “Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров — белков и нуклеиновых кислот”.

2. 2. Теории возникновения жизни

Креационизм. Все живое на Земле создано сверхъестественным существом - Богом, небесным творцом. Организмы, населяющие Землю, происходят от сотворенных по отдельности основных типов живых существ. Сотворённые виды были с самого начала превосходно организованы и наделены способностью к некоторой изменчивости в определенных границах (микроэволюция).

Теории придерживаются последователи почти всех религиозных учений. Некоторые считают, что мир и все населяющие его организмы были созданы за 6 суток. Другие христиане не относятся к Библии как к научной книге и считают, что в Книге Бытия изложено в понятной для

людей форме теологическое откровение о сотворении всех живых существ всемогущим Творцом.

Процесс божественного сотворения мира мыслится как имевший место лишь однажды и потому недоступный для наблюдения. Этого достаточно, чтобы вынести всю концепцию божественного сотворения за рамки научного исследования. Наука занимается только теми явлениями, которые поддаются наблюдению, а потому она никогда не будет в состоянии ни доказать, ни опровергнуть эту концепцию.

Теория стационарного состояния. Согласно этой гипотезе Земля никогда не возникала, а существовала вечно. Земля всегда была способна поддерживать жизнь. Виды существовали всегда. Это представление соответствует концепции вечной несотворенной Вселенной, характерной для восточных религий, таких как индуизм и буддизм.

Современные методы датирования дают все более высокие оценки возраста Земли, что позволяет сторонникам теории стационарного состояния полагать, что Земля и виды существовали всегда. Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определенных ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного вида, и приводят в качестве примера представителя кистеперых рыб — латимерию. По палеонтологическим данным, кистеперые вымерли около 70 млн лет назад. Однако это заключение пришлось пересмотреть, когда в районе Мадагаскара были найдены живые представители кистеперых. Внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определенном пласте объясняется увеличением численности его популяции или перемещением в места, благоприятные для сохранения остатков.

Однако гипотеза стационарного состояния в корне противоречит данным современной астрономии, которые указывают на конечное время существования любых звёзд и, соответственно, планетных систем вокруг звёзд. Поэтому эта гипотеза обычно не рассматривается академической наукой.

Теория панспермии. Эта теория не предлагает никакого механизма для объяснения первичного возникновения жизни, а переносит проблему в какое-то другое место во Вселенной. Гипотеза была выдвинута в середине XIX в.

Споры бактерий и других организмов могли быть занесены на Землю с метеоритами. Исследования подтверждают высокую устойчивость

живых организмов к неблагоприятным воздействиям. Споры и семена растений не погибали при длительном нахождении в жидком кислороде или азоте. При изучении материалов метеоритов и комет в них обнаружены цианогены, синильная кислота, углеводы, углеводороды, азотистые основания, аминокислоты, жирные кислоты.

В. И. Вернадский был сторонником гипотезы панспермии. Современные приверженцы концепции панспермии (лауреат Нобелевской премии Ф. Крик) считают, что жизнь на Землю занесена случайно или преднамеренно космическими пришельцами. В космическом пространстве, в основном в газовых и пылевых облаках, в большом количестве присутствуют микроорганизмы, где они, по мнению ученых, и образуются. Далее они захватываются кометами, которые затем, проходя вблизи планет, «сеют зародыши жизни». Простейшие организмы или их споры («семена жизни»), попадая на новую планету и найдя здесь благоприятные условия, размножаются, давая начало эволюции от простейших форм к сложным. Возможно, что жизнь на Земле возникла из одной-единственной колонии микроорганизмов, заброшенных из космоса.

Ф. Крик основывался на двух косвенных доказательствах:

- универсальности генетического кода;
- необходимости для нормального метаболизма всех живых существ молибдена, который встречается сейчас на планете крайне редко.

Для обоснования этой теории необходимо объяснение того, как возникла жизнь не на Земле, а вне ее.

Теория самопроизвольного зарождения жизни с античных времен и до середины XVII в. не подвергалась сомнению. Считалось, что живые существа могут появляться из неживой материи, например рыбы из ила, черви из почвы, мыши из тряпок, мухи из гнилого мяса. Предполагалось, что одни формы могут порождать другие, например из плодов могут образовываться птицы и животные.

Аристотель, которого часто провозглашают основателем биологии, писал, что лягушки и насекомые заводятся в сырой почве. Голландский естествоиспытатель Ван-Гельмонт считал, что мыши сами собой возникают из грязного белья и пшеницы.

Эксперименты итальянского ученого Франческо Реди в 1668 г. доказали невозможность самозарождения мух в гниющем мясе. Ф. Реди поместил кусочки мяса в сосуды, часть которых он оставил открытыми. Через несколько дней в открытых сосудах в мясе были обнаружены

личинки мух. В закрытых личинок не было. Был сделан вывод, что личинки не самозародились, а появились из отложенных мухами яиц.

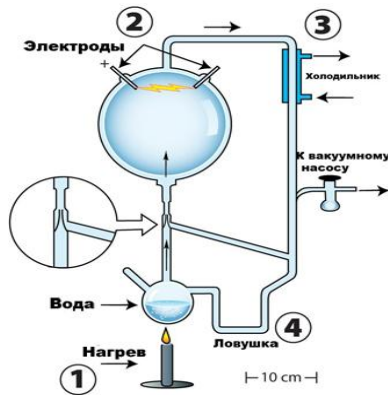
Французский ученый Луи Пастер кипятил бульон в колбах с длинным S-изогнутым концом, в котором оседали все споры микроорганизмов, содержащиеся в воздухе, поступавшем в колбу после кипячения. Хорошо прокипяченная питательная среда оставалась стерильной, но стоило смочить бульоном изогнутое колено, как в колбе начиналось интенсивное размножение микроорганизмов.

Гипотеза самозарождения жизни была опровергнута. Был сформулирован закон «все живое из живого», имевший большое значение для развития биологии. Но если для возникновения живого организма необходим другой живой организм, то требуется научное объяснение появления на планете первого живого организма.

Теория биохимической эволюции А. И. Опарина и Дж. Холдейна. В 20-е гг. XX в. русский ученый А. И. Опарин и английский ученый Дж. Холдейн высказали гипотезу о возникновении жизни в процессе биохимической эволюции углеродных соединений, которая и легла в основу современных представлений. Теория возникновения жизни на Земле принадлежит биохимику академику Александру Ивановичу Опарину, который сформулировал ее в 1924 г. в возрасте 28 лет. Он предположил, что из молекул водяных паров, метана, аммиака и углекислого газа, составлявших атмосферу планеты на этапе ее формирования как космического тела, в результате случайных комбинаций под действием высоких температур от искровых разрядов стало возможным образование более сложных соединений. С точки зрения зарождения будущей жизни особенно важным было образование аминокислот как мономеров белка.

Для подтверждения возможности такого процесса в 1953 г. американский химик С. Миллер пропустил через смесь газов первоначальной атмосферы Земли (H_2 , CH_4 , NH_3) электрические разряды, имитирующие молнии (рис. 1). Через неделю в сосуде была обнаружена смесь аминокислот. Это пять аминокислот – основных строительных блоков всех белков: аспарагиновая кислота, глицин, альфа-аминомасляная кислота и два оптических изомера аланина.

Следующим этапом было образование коацерватов — многомолекулярных комплексов с большей концентрацией вещества, чем в остальной части раствора того же химического состава.



Кипящая вода (1) создает поток пара, который усиливается соплом аспиратора (врезка), искра, проскакивающая между двумя электродами (2), запускает набор химических превращений, холодильник (3) охлаждает поток водяного пара, содержащего продукты реакции, которые оседают в ловушке (4)

Рис. 1. Прибор Миллера

В 1929 г. Дж. Холдейн также выдвинул гипотезу абиогенного происхождения жизни, но согласно его взглядам первичной была не коацерватная система, способная к обмену веществ с окружающей средой, а макромолекулярная система, способная к самовоспроизводству. Стадии истории Земли:

1. Звездная (возраст 6 млрд лет, 1000 °С, элементы в виде атомов N, H, C, O);

2. Планетарная (3,5 млрд лет, первичная атмосфера: вода, CH₄, NH₃, H₂, первичный океан t < 100 °С);

3. Возникновение жизни:

- образование органических веществ из неорганических под действием УФ радиации и грозových разрядов;

- образование коацерватов как систем способных к росту;

- коацерват + первичные полинуклеотиды = пробионт, способный к самовоспроизведению;

- появление биологической мембраны и возникновение первых гетеротрофных прокариотических клеток;

- возникновение автотрофов и появление O₂ в атмосфере;

- появление эукариотических клеток. сопровождавшееся возникновением диплоидности и ограниченного оболочкой ядра;

- появление колониальных организмов и возникновение многоклеточных.

Теория А.И. Опарина и Дж. Холдейна завоевала признание, но она оставляет нерешенными проблемы, связанные с переходом от сложных органических веществ к простым живым организмам. По этой теории жизнь – одна из стадий эволюции Вселенной. Возникновение жизни – закономерный результат химической эволюции соединений углерода. Для перехода от химической эволюции к биологической необходимы формирование и естественный отбор многомолекулярных систем, обособленных от среды, но взаимодействующих с ней.

В неживой природе молекулы либо зеркально симметричны (H_2O , CO_2), либо одинаково часто встречаются их правые и левые стереоизомеры. Молекулы, из которых построены живые организмы, зеркально асимметричны, то есть киральны и встречаются в природе лишь в одном варианте – или только левом, или только правом. Чаще всего они подобны винтам, например: двойная спираль молекулы ДНК всегда только правая. Современная наука пришла к выводу, что переход от мира зеркально симметричных соединений к кирально чистому состоянию живого вещества биосферы произошел не в процессе длительной эволюции, а скачком – в виде своеобразного Большого биологического взрыва. Появление живого вещества ознаменовало собой переход от геохимической эволюции к биогеохимической.

Происхождение и эволюция человека. Вся информация о гоминидах, предках человека, получена в результате анализа ископаемых остатков. Долгое время считалось, что эволюция человека была относительно линейной: одна форма сменяла другую, и каждая новая была прогрессивнее, ближе к современному человеку, чем предыдущая.

Последние данные показывают, что временные интервалы существования многих видов сильно перекрываются. Иногда несколько разных видов гоминид, находящихся на разных "уровнях" близости к человеку, сосуществовали в одном и том же биотопе. Ситуация, когда семейство гоминид представлено одним-единственным видом, как сейчас, в истории человечества нетипична. В сравнительно недавнем прошлом (50 тыс. лет назад) на Земле существовало как минимум целых 4 вида гоминид: *Homo sapiens*, *H. neandertalensis*, *H. erectus* и *H. floresiensis*. Бытует мнение, что австралопитеки Западной Африки могли быть объектами охоты древнейших людей.

Является ли появление человека независимым в разных частях света, или был единый исход из Африки – остается неизвестным. Проявлением линейного подхода в современной антропологии служит модель «Out of Africa».

Наиболее приемлемой представляется модель сетевидной, нелинейной эволюции, которая предполагает возможность генетических обменов между синхронными популяциями гоминид.

Традиционно считается, что общие предки человекообразных обезьян и человека – это стадные узконосые обезьяны, которые жили на деревьях в тропических лесах. Есть мнение, что непосредственными предками гоминид были не древесные обезьяны, а обитатели саванн, которые хорошо передвигались на четырех лапах, подобно павианам, но затем перешли к двуногой походке. Переход к прямохождению сопровождался формированием позвоночного столба S-образной формы, сводчатой пружинящей стопы, расширенного таза, что явилось способом амортизации при прямохождении и обеспечило большую устойчивость телу при снижении центра тяжести. Челюстной аппарат стал легче от использования обработанной на огне пищи. Приготовленная на огне пища уменьшила нагрузку на жевательный и пищеварительный аппараты, в связи с чем потерял свое значение и постепенно исчез в процессе отбора теменной гребень, к которому у обезьян прикрепляются жевательные мышцы. Стал короче кишечник.

Передние конечности освободились от необходимости поддерживать тело, функции их усложнились. Переход от использования предметов к изготовлению орудий труда – рубеж между обезьяной и человеком. Стадный образ жизни по мере развития трудовой деятельности и необходимости обмениваться сигналами обусловил развитие членораздельной речи. У человека имеется особый голосовой мускул гортани, отсутствующий у обезьян.

2. 3. Место человека в системе органического мира и эволюции Земли

Доказательства животного происхождения человека. О близком родстве между человеком и антропоидами свидетельствуют: общий характер телосложения, редукция хвоста, хватательная кисть с плоскими ногтями и противопоставленным большим пальцем, форма глаз и ушей,

одинаковое число резцов, клыков и коренных зубов; полная смена молочных зубов и многое другое.

Особенно убедительно родство человека и животных обнаруживается при сравнении их эмбрионального развития. На стадии 1,5-3 месяцев внутриутробного развития у человеческого плода развит хвостовой отдел позвоночника, закладываются жаберные щели. Мозг месячного зародыша напоминает мозг рыбы, а семимесячного – мозг обезьяны. На пятом месяце внутриутробного развития зародыш имеет волосяной покров, который впоследствии исчезает.

Очень важны черты физиологического сходства: общие группы крови, болезни (туберкулез, грипп, оспа, холера, СПИД, воспаление легких) и паразиты (например, головная вошь).

Сравнение иммунного ответа различных видов приматов на введение белка альбумина (чем более сходна реакция, тем теснее родство), степень соответствия парных оснований в двойных цепях ДНК, взятых от разных видов, степень сходства белков по их подвижности в электрическом поле, сравнение аминокислотных последовательностей какого-либо белка у разных животных показали очень близкое родство таких видов, как горилла, шимпанзе и человек.

Сравнение белков человека и шимпанзе показало, что в 44 белках последовательности аминокислот отличаются у них лишь на 1 %. Многие белки человека и шимпанзе, например гормон роста, взаимозаменяемы. В ДНК человека и шимпанзе не менее 90 % сходных генов.

Рудименты и атавизмы служат важным свидетельством родства человека с животными. Рудиментов в теле человека около 90.

Одним из уникальных этапов эволюции биосферы стало возникновение разума и интеллекта как высшей познавательной способности живого организма. Появление интеллекта радикальным образом ускорило темпы практически всех процессов, протекающих во внешней оболочке Земли – биосфере.

На определенном этапе эволюции наших предков помимо силы, выносливости и других чисто физических качеств, определяющих выживание прачеловека, стала осознаться определяющая роль знания, опыта и мастерства. Мудрецы и умельцы, которые во все большей степени обеспечивали благосостояние рода или племени, далеко не всегда были самыми сильными и смелыми членами общества, кому обычно естественный внутривидовой отбор давал преимущества. Жизненной необходимостью рода-племени стала защита не только самок

и потомства, но и тех, кто оказывался носителем знаний и мастерства. Дополнительную нагрузку по защите слабых, но умных общество взяло на себя. Это способствовало выживанию тех умельцев, которые способны не только хранить нужные знания и навыки, но и приобретать новые и, что самое главное, передавать их другим поколениям. Противоречие между сильным и умным разрешилось в пользу последнего.

Естественный отбор в жизни человека утратил значение видообразующего фактора. Переход вида *Homo sapiens* с уровня биологической на уровень социальной формы движения материи определили его качественно особое положение по сравнению со всеми формами органической жизни.

РАЗДЕЛ 3. СПЕЦИФИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ

3. 1. Единство химического состава. Органические вещества и их биологическая роль

Изучение свойств объектов живой природы показало, что жизнь связана со сложным коллоидным состоянием содержимого клетки, для которого характерны обмен веществ и энергии, обусловленные реализацией наследственной информации, заключенной в нуклеиновых кислотах. Живые системы от клетки до биосферы в целом представляют собой системы, ассимилирующие энергию из внешней среды таким образом, что могут активно противостоять разрушению сложившейся организованности, т.е. противостоять процессу, характерному для всех тел неорганической природы. Живые системы обладают рядом свойств и признаков, которые отличают их от неживой природы.

Все живые организмы состоят из тех же химических элементов, что и объекты неживой природы, но соотношения элементов в неживом и живом неодинаково. В живых организмах 98 % химического состава приходится на четыре элемента – С, О, N, H. Углерод составляет химическую основу жизни. Большое значение имеет способность атомов углерода соединяться друг с другом, образуя цепи, кольца и, в конечном итоге, скелет больших и сложных органических молекул.

Органические соединения составляют в среднем 20-30 % массы клетки живого организма. К ним относятся биологические полимеры, а также жиры и ряд небольших молекул (липиды, АТФ и др.). Биологические полимеры — это высокомолекулярные органические соединения,

макромолекулы которых состоят из большого числа повторяющихся звеньев — мономеров. К биополимерам относятся белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды. Мономерами для них служат соответственно аминокислоты, нуклеотиды и моносахариды. Биополимеры составляют около 90 % сухой массы клетки, при этом у животных количественно преобладают белки, у растений — полисахариды.

Белки. Среди органических веществ клетки белки занимают первое место как по количеству, так и по значению. У животных на них приходится около 50 % сухой массы клетки. Функции белков в клетке чрезвычайно многообразны. Белки участвуют в образовании всех клеточных мембран и органоидов клетки, а также внеклеточных структур. Коллаген – компонент костей и сухожилий, кератин – кожи, шерсти, волос. Все ферменты (липаза, амилаза, пепсин, каталаза) — вещества белковой природы, они ускоряют химические реакции, протекающие в клетке в десятки и сотни тысяч раз. Двигательная функция живых организмов обеспечивается специальными сократительными белками. Эти белки участвуют во всех видах движения, к которым способны клетки и организмы: мерцание ресничек и биение жгутиков у простейших, движение листьев у растений. Основой всех типов мышечного сокращения служит взаимодействие актина и миозина. Транспортная функция белков заключается в присоединении химических элементов (например, кислорода гемоглобином) или биологически активных веществ (гормонов) и переносе их к различным тканям и органам тела. При поступлении в организм чужеродных белков или микроорганизмов в белых кровяных тельцах — лейкоцитах — образуются особые защитные белки — антитела. Они связывают и обезвреживают не свойственные организму вещества. Белки выполняют энергетическую функцию.

Углеводы. Углеводы выполняют две основные функции: строительную и энергетическую. Целлюлоза образует стенки растительных клеток, хитин — главный структурный компонент наружного скелета членистоногих и грибов. Крахмал у растений и гликоген у животных, откладываясь в клетках, служат энергетическим резервом. Наиболее богаты углеводами растительные клетки, где их содержание достигает 90 % сухой массы (клубни картофеля, семена). Глюкоза содержится в крови (0,1—0,12 %), является мономером таких полисахаридов, как крахмал, гликоген, целлюлоза. Пентозы — рибоза и дезоксирибоза — входят в состав нуклеиновых кислот и АТФ. Пищевой сахар состоит из одной молекулы глюкозы и одной молекулы фруктозы,

молочный сахар — из глюкозы и галактозы. Биологическая активность гепарина обеспечивается полисахаридной частью молекулы. Он является природным антикоагулянтом, производит гипогликемический эффект. Пектиновые вещества содержатся во всех плодах и ягодах, будучи природными ионообменниками, могут создавать подвижную систему локального изменения pH, что приводит к регулированию действия ферментов, локализованных в клеточной стенке. Наиболее практически ценным свойством пектинов выступает склонность к образованию гелей.

Жиры (липиды) представляют собой соединения высокомолекулярных жирных кислот и трехатомного спирта глицерина. Содержание жира в клетке колеблется в пределах 5—15 % от массы сухого вещества. Фосфолипиды, гликолипиды и холестерин участвуют в образовании клеточных мембран. Образование некоторых липоидов предшествует синтезу ряда гормонов, что указывает на функцию регуляции обменных процессов. Вместе с жирами при всасывании в организм поступают жирорастворимые витамины (А, Е, D, К). Основная роль липопротеинов – транспорт липидов, поэтому они обнаруживаются в биологических жидкостях. В клетках жировой ткани количество жира возрастает до 90 %. Накапливаясь в клетках жировой ткани животных, в семенах и плодах растений, жир служит запасным источником энергии. Низкая теплопроводность жира позволяет выполнять функцию теплоизолятора. У тюленей и китов отложения подкожной жировой ткани достигают 1 м.

Нуклеиновые кислоты. Особенности их химического строения обеспечивают возможность хранения, переноса и передачи по наследству дочерним клеткам информации о структуре белковых молекул, которые синтезируются в каждой ткани на определенном этапе индивидуального развития. Изучение структуры нуклеиновых кислот, которую впервые установили американский биолог Уотсон и английский физик Крик, имеет исключительно важное значение для понимания наследования признаков у организмов и закономерностей функционирования как отдельных клеток, так и клеточных систем — тканей и органов. Существуют два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Помимо уникальной роли нуклеиновых кислот в хранении и реализации наследственной информации они выполняют важные регуляторные функции, контролируя биоэнергетику клетки и скорость метаболических процессов.

3.2. Самовоспроизведение. Генетически модифицированные организмы (ГМО)

Матричный тип реакций – специфическая особенность химизма живых систем. Такие реакции неизвестны в неживой природе. Они являются основой фундаментального свойства всего живого – способности к воспроизведению себе подобных. В основе самовоспроизведения лежит образование новых молекул на основе информации, заложенной в ДНК и закодированной с помощью кода, получившего название генетического. Роль матрицы в реакциях играют молекулы нуклеиновых кислот: ДНК или РНК. Мономерные молекулы, из которых синтезируется полимер, – нуклеотиды или аминокислоты, – по принципу комплементарности фиксируются на матрице в строго определенном порядке.

Структура генетического кода характеризуется тем, что он триплетный, т. е. состоит из триплетов (троек) азотистых оснований ДНК, получивших название кодонов. Из 64 возможных кодонов 61 является кодирующим, кодируя место аминокислоты в полипептиде. Один кодон кодирует место одной аминокислоты в полипептидной цепи. Три кодона не кодируют места аминокислот в полипептиде, а детерминируют остановку синтеза полипептида. Поэтому они названы стоп-кодонами. Кодирующая система определяет первичную структуру белка. Генетическая информация программирует синтез белков, определяющих строение и функции клеток, органов и целого организма.

Генетически модифицированные организмы (ГМО) создаются методами генной инженерии – науки, которая позволяет вводить в геном растения, животного или микроорганизма фрагмент ДНК из любого другого организма с целью придания ему определенных свойств. Экспериментальное создание генетически модифицированных организмов началось еще в 70-е гг. XX в.

В 1992 г. в Китае стали выращивать табак, устойчивый к пестицидам. В 1994 г. в США появились генетически модифицированные помидоры, устойчивые к транспортировке. Экологи опасаются, что генетически измененные формы могут случайно проникнуть в дикую природу. При перекрестном опылении сорняки могут получить от ГМО ген устойчивости к вредителям и пестицидам. Размножение сорняков может стать неконтролируемой, что нарушит саморегуляцию экосистем. Существуют пищевые риски. Сорты растений, устойчивые к пестицидам, могут накапливать вредные вещества и вызывать отравление при употреблении в пищу.

3.3. Реализация наследственной информации вирусами

В отличие от обычных живых клеток вирусы не употребляют пищи и не вырабатывают энергии. Они не способны размножаться без участия живой клетки. Вирус начинает размножаться лишь после того, как он проникнет в клетку определенного типа. Вирус полиомиелита, например, может жить в нервных клетках человека или таких высокоорганизованных животных, как обезьяны, вирус гепатита размножается в печени. ВИЧ поселяется в клетках иммунной системы, лимфоцитах, и вызывает СПИД.

Рост и развитие. Рост выражается в увеличении размеров и массы с сохранением общих черт строения, сопровождается развитием, т.е. возникновением качественно нового образования. Понимание механизмов апоптоза имеет принципиальное значение для изучения процессов дифференциации и формирования тканей в ходе эмбрионального развития, успешного лечения СПИДа и злокачественных опухолей. Смерть живой клетки может произойти двумя путями – от апоптоза или некроза. Апоптоз – запрограммированная гибель клетки. Этот процесс контролируется генетически, запускается специфическими сигналами и избавляет организм от ослабленных, ненужных или повреждённых клеток. Ежедневно часть клеток организма подвергаются апоптозу, их место занимают другие клетки. Некроз – это омертвление клеток под воздействием механических, физических или химических факторов. При снижении апоптоза наблюдается накопление клеток (опухолевый рост), при увеличении апоптоза – снижение числа клеток в ткани (атрофия).

Обмен веществ и энергии. Все живые организмы поглощают необходимые им вещества из внешней среды и выделяют в неё продукты жизнедеятельности; через них проходят потоки веществ и энергии. Обмен веществ обеспечивает относительное постоянство химического состава организмов – гомеостаз.

Раздражимость. Проявляется в реакции живых организмов на внешнее воздействие. Организмы избирательно реагируют на условия окружающей среды.

Наследственность и изменчивость. Наследственностью называют способность организмов обеспечивать передачу признаков, свойств, особенностей развития из поколения в поколение, изменчивостью – способность организмов приобретать новые признаки и свойства (рис. 2).



Рис. 2. Виды и источники изменчивости

Реализация генотипа в онтогенезе происходит приспособительно к конкретным условиям среды, но наследуется не признак, а норма реакции – степень возможной изменчивости в ходе реализации генотипа. Норма реакции зависит от возраста, пола, фазы развития и прочих условий. Она имеет нижний и верхний пределы или границы. Усиленное кормление приведет к увеличению массы животного, однако все будет находиться в пределах нормы реакции, характерной для данного вида или породы. Норма реакции может быть широкой, т. е. изменяющейся в большом диапазоне, или узкой. Чем шире норма реакций, тем пластичнее признак, тем он более адаптирован к условиям среды, что приводит к увеличению вероятности выживания вида в изменяющихся условиях среды. Широкой нормой реакции обладают такие признаки у человека, как вес, количество жира в организме, густота волос. Узкая норма реакции характерна для размеров сердца и мозга, степени жирности молока у коров, длины шерсти у овец. Изменчивость признака иногда бывает очень большой, но она никогда не может выходить за пределы нормы реакции. Есть признаки, которые остаются неизменными независимо от факторов среды, например группа крови у человека.

У разных людей при относительно одинаковых тренировочных возможностях степень тренируемости двигательных качеств различна. В

связи с успехами генетики появляется возможность определять перспективы юных спортсменов. Однако в настоящее время относительно немного сведений о наследовании высоких вариантов нормальных признаков человека. Одаренностью к определенным видам спорта обладают не только отдельные лица. Ведущие спринтеры мира происходят из Западной Африки – ими завоевано 494 медали из 500 на дистанции 100 м. Они доминируют в международном боксе. Выходцы из Восточной Африки – прирожденные стайеры.

3.4. Саморегуляция живых организмов

Саморегуляция выражается в способности живых организмов, обитающих в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды, поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность физиологических процессов.

Внутренняя среда живого здорового организма должна сохранять постоянство при любых колебаниях внешней среды. Американский физиолог У. Кеннон ввел термин «гомеостаз», когда заметил, что при голоде, страхе, ярости, боли усиливается дыхание, учащается сердцебиение, повышается артериальное давление, что увеличивает насыщение крови кислородом и облегчает его доставку к органам и тканям. Эти реакции способствуют сохранению постоянства внутренней среды или гомеостаза, чтобы обеспечить стабильность и возможность существовать.

Гомеостаз – способность открытой системы сохранять постоянство своего внутреннего состояния посредством скоординированных реакций динамического равновесия (гомеокинеза). Примерами гомеостатического контроля на уровне организма являются артериальное давление, температура тела, объём циркулирующей крови, на уровне плазмы крови – содержание O_2 , углекислоты, глюкозы, K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , H^+ . Когда организму не хватает приспособительных резервов, ему не удастся сохранить внутреннее постоянство. В таких случаях наблюдаются солнечный удар, переохлаждение, переутомление и др.

В настоящее время термин «гомеостаз» употребляется при характеристике способности динамически сохранять постоянство своего внутреннего состояния любой открытой системы. Живым системам приходится адаптироваться к изменениям среды, восстанавливать утраченное равновесие, преодолевать сопротивление внешней среды и

развиваться. На уровне органов и организма в целом осуществляется нейрогуморальный механизм гомеостаза.

Гомеостаз популяции как способность поддерживать определённую численность и генетическую стабильность особей объясняется законом Харди-Вайнберга. На уровне экосистем саморегуляция происходит за счет биотических связей между организмами. Эффективность саморегуляции определяется разнообразием видов и пищевых взаимоотношений между ними. Малый (биологический) и большой (геологический) круговороты веществ обеспечивают постоянство на биосферном уровне организации жизни.

При отклонениях факторов среды от оптимальных значений у многих организмов наблюдается гомеостатическое поведение – избегание неблагоприятных воздействий и поиск благоприятных условий. Если поведения оказывается недостаточным для сохранения гомеостаза, сопротивление негативным воздействиям среды достигается с помощью физиологической регуляции. Понижение концентрации кислорода в среде вызывает у животных усиление легочной вентиляции и ускорение кровообращения. При низкой температуре у теплокровных усиливается обмен веществ в мышцах и во внутренних органах, чем достигается увеличение теплообразования и поддержание постоянной температуры тела. Длительное напряжение физиологических функций приводит к истощению ресурсов организма – к стрессу. Учение об общем адаптационном синдроме, или синдроме биологического стресса разработано Г. Селье. Но фактор среды ощущается организмом не только при его недостатке. Проблемы возникают также и при избытке любого из экологических факторов. По закону толерантности В. Шелфорда, как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей (рис. 3).

Каждый живой организм может нормально существовать и продолжать свой род только в определенных границах значений факторов среды. Критическим называют такое значение фактора и соответствующее ему состояние организма, при котором еще сохраняется способность к самовосстановлению после прекращения негативного воздействия. Существуют нижние и верхние пределы температуры, освещенности, концентрации кислорода в воздухе, атмосферного давления. Предел выносливости (диапазон выживания или зона толерантности) организма определяется крайними, экстремальными для

организма или популяции значениями, за пределами которых существование невозможно.

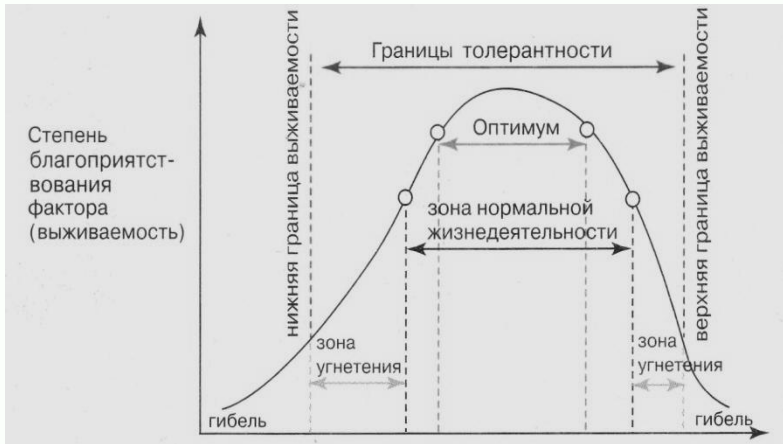


Рис. 3. Графическое представление закона толерантности

Стенобионты – организмы, способные существовать лишь при относительно постоянных условиях окружающей среды. Эврибионты – организмы, способные существовать при значительных изменениях условий окружающей среды.

3.5. Механизмы поддержания гомеостаза в организме

Гомеостаз – относительное постоянство внутренней среды организма. В теле человека имеются тысячи регуляторных систем для его поддержания.

Наиболее сложными являются системы генетической регуляции, которые существуют во всех клетках и обеспечивают контроль не только над внутриклеточными, но и внеклеточными функциями. Множество других регуляторных систем действует как на уровне органов, координируя работу их отдельных частей, так и на уровне всего организма, управляя взаимодействием органов. Например, печень и поджелудочная железа регулируют содержание глюкозы, почки – концентрацию протонов, фосфатов, ионов натрия, калия и других ионов, дыхательная и нервная системы определяют концентрацию кислорода и углекислого газа в

организме. Опорно - двигательный аппарат позволяет как добывать пищу, так и избегать нежелательного действия факторов окружающей среды, способных быстро разрушить организм со всеми его гомеостатическими механизмами.

Диапазон нормальных значений каждого физиологического показателя довольно узок. Так, повышение температуры тела человека лишь на 7 °С по сравнению с нормальным значением влечет за собой усиление клеточного метаболизма и последующее разрушение клеток. Нормальное значение pH человеческого организма составляет 7,4, и его отклонение в большую или меньшую сторону всего на 0,5 несовместимо с жизнью. Из этих примеров ясно, насколько важны многочисленные регуляторные системы организма для поддержания его гомеостаза и к каким тяжелым последствиям приводит нарушение их функционирования.

Работа большинства регуляторных систем основана на принципе отрицательной обратной связи. Когда значение того или иного параметра становится слишком высоким или низким, регуляторные системы включают отрицательные обратные связи, которые путем некоторых изменений возвращают параметр к некоему усредненному значению и поддерживают гомеостаз. Так, высокая концентрация углекислого газа во внеклеточной жидкости усиливает вентиляцию легких. В свою очередь, это снижает уровень углекислого газа во внеклеточной жидкости, поскольку легкие выводят из организма большое его количество. Следовательно, повышение концентрации углекислого газа запускает цепь реакции по снижению его содержания до нормы, что является отрицательным по отношению к запускающему фактору. Напротив, при слишком сильном снижении уровня углекислого газа обратная связь приведет к его увеличению. По отношению к запускающему фактору это действие также будет отрицательным. Примерно так же регулируется и артериальное давление: повышение показателя запускает серию реакций, способствующих его снижению, а снижение – реакций, обеспечивающих его повышение. В этом случае результат воздействия также отрицателен по отношению к запускающему сигналу.

Гораздо реже регуляторные системы организма используют положительную обратную связь, когда запускающий стимул вызывает реакцию того же направления, которая увеличивает отклонение параметра от усредненного значения в сторону увеличения или уменьшения. Эта связь является дестабилизирующей и может приводить даже к гибели организма. Однако в некоторых случаях организм использует

преимущества положительной обратной связи. В качестве примеров можно привести процессы свертывания крови, выработки белков теплового шока, генерации возбуждения в нервном волокне и ряд других. В указанных примерах положительная связь выступает частью всеобъемлющей отрицательной обратной связи. Например, положительная связь, регулирующая формирование нервного импульса, позволяет нервным волокнам участвовать в многочисленных формах нервной регуляции на основе отрицательной обратной связи.

3. 6. Биологическая ритмичность. Влияние годовых биоритмов на работоспособность спортсменов

Биологические ритмы – периодически повторяющиеся изменения характера и интенсивности биологических процессов и явлений.

Хронобиология, изучающая ритмичность в биологии, возникла в конце XVIII в. Ее основателем считается немецкий врач Христофор Вильям Гуфелянд (1762 – 1836). С его подачи длительный период *биологические ритмы* организма считались зависимыми исключительно от внешних циклических процессов, в первую очередь от вращения Земли вокруг Солнца и собственной оси. Согласно доминирующей в ней теории, причины биоритмов лежат как вне, так и внутри конкретного организма. Причем повторяющиеся во времени изменения свойственны не только отдельным особям. Они пронизывают все уровни биологических систем — от клетки до биосферы.

Биоритмы подразделяются на физиологические и экологические. Физиологические ритмы, как правило, имеют периоды от долей секунды до нескольких минут. Это, например, ритмы давления, биения сердца и артериального давления. Экологические ритмы по длительности совпадают с каким-либо естественным ритмом окружающей среды. Биологические ритмы описаны на всех уровнях, начиная от простейших биологических реакций в клетке и кончая сложными поведенческими реакциями. Таким образом, живой организм является совокупностью многочисленных ритмов с разными характеристиками. По последним научным данным в организме человека выявлено около 300 суточных ритмов.

Одни биологические ритмы относительно самостоятельны (частота сокращений сердца), другие связаны с приспособлением организмов к геофизическим циклам — суточным, приливным (открытие и

закрывание раковин у морских моллюсков), годичным (линька, перелеты птиц, спячка). Ритмические функции органов согласованы между собой. Если такая согласованность нарушается, возникает десинхроноз. Острый десинхроноз возникает при рассогласовании датчиков времени и биоритмов организма при быстром перемещении в широтном направлении (например, на самолете из Москвы во Владивосток).

Признаком хорошего здоровья является нормальная временная последовательность в работе организма. Многие заболевания человека связаны с нарушением биоритмов.

Влияние годовых биоритмов на работоспособность спортсменов (на примере футболистов)

Многие тренеры замечают, что в течение года результативность игры футболиста не всегда одинакова. Долгое время ученые изучали влияние сезонов года на организм человека, на его заболевания, эмоциональное состояние. Но не все изучаемые случаи укладывались в зависимость от сезона. Это натолкнуло на мысль о существовании у человека индивидуального года, независимо от календарного.

Первое четкое подтверждение существования годовых часов организма было получено врачами К. Фишер и Е.Т. Пенгелли в 1963 г. В 1975 г. Н. М. Люкшиновым была выдвинута гипотеза, согласно которой первый годовой эндогенный (внутренний) цикл начинается от момента зачатия, завершаясь через 3 месяца после рождения, а генетическая программа изменения интенсивности обменных процессов повторяется в каждом последующем годовом цикле (по ростовым процессам у детей и физиологической регенерации – процессам обновления организма – у взрослых).

Данные Н. М. Люкшинова позволили заключить, что в годовом эндогенном цикле есть зоны риска и зоны высокой работоспособности или высокой жизнестойкости. Волнообразное изменение интенсивности обменных процессов организма – необходимое условие для проявления двигательной активности и, наоборот, двигательная активность необходима для роста и активизации процессов физиологической регенерации.

В работах Н.М. Люкшинова определено, что наибольшее количество заболеваний и травм, смертности от инфарктов миокарда происходит в месяц перед датой рождения. Наибольшее количество рекордов в легкой атлетике (вернее, личных рекордов спортсменов) установлено в первый месяц после даты рождения. Исследования Н.М. Люкшинова совместно с

цитохимической лабораторией под руководством Р. П. Нарцисова позволили установить, что по показателям крови наиболее жизнестойким является первый месяц от даты рождения. Кроме того, выделяется 9-й месяц от даты рождения. Первые 6 месяцев от даты рождения (за исключением 2-го) по показателям крови более благоприятны, чем вторые от даты рождения. В это время меньше заболеваний и травм, лучше переносятся физические нагрузки. Наименее жизнестойкие по показателям крови 2-й и 12-й месяцы от даты рождения. В эти месяцы снижается иммунитет, ухудшаются адаптационные возможности организма. Индивидуально проявляется в ряде случаев и 8-й месяц от даты рождения по травмам и заболеваниям.

Именно этим можно объяснить, почему наибольшее количество личных рекордов в спорте отмечается в первый месяц от даты рождения, почему этот месяц отличается наибольшей жизнестойкостью. Исследования Н.М. Люкшинова показали, что в годовом эндогенном цикле человека имеются месяцы наибольшей работоспособности – 1-й, 3-й и 9-й, а также месяцы-зоны риска. Наиболее выраженным месяцем данной зоны является месяц перед датой рождения, менее выраженным – 2-й, 8-й месяцы от даты рождения.

Данные Н.М. Люкшинова позволяют говорить о том, что каждый месяц годового эндогенного цикла имеет свои особенности и их надо учитывать в индивидуализации тренировочного процесса. Необходимо осуществлять профилактические мероприятия и предупреждение возможности получения травм в «зоне риска».

3.7. Взаимосвязи между физическими, химическими и биологическими процессами

Наука биофизика – это физическая химия и химическая физика биологических систем. Одним из важнейших направлений биофизики является изучение биологического действия ионизирующих излучений. При введении в организм перед облучением веществ-ингибиторов осуществляется химическая защита. Биофизика выявляет физико-химические свойства молекул веществ-ингибиторов и на основе общих принципов дает методы подбора необходимых соединений.

Вопрос превращения и передачи энергии при фотохимических процессах стоит в основе другой важной биофизической проблемы – проблемы механизма фотосинтеза.

Биофизикой изучаются механизмы процесса зрения, исследуются продукты фотохимических реакций, происходящих при поглощении энергии света пигментами зрительных рецепторов.

Важное направление биофизики – исследование закономерностей проникновения веществ в живые клетки. Это практически важный вопрос, так как с проницаемостью связано фармакологическое: действие лекарственных веществ и токсическое действие различных ядов в сельском хозяйстве, при дезинфекции. Поэтому биофизика изучает и физико-химические свойства биологических мембран и способы изменения их проницаемости действием различных агентов.

Физиология использует биоэлектрические потенциалы для оценки физиологических и патологических состояний организма. Задача биофизики – установить физико-химические причины появления и развития биоэлектрических потенциалов, определить их энергетические источники.

Биофизика принимает участие в расшифровке вопросов о физико-химических механизмах наследственности: анализируются те силы, которые вызывают деление и расхождение хромосом, физико-химические основы взаимодействия нуклеиновых кислот, физико-химическая природа гена.

Внимание биофизики привлекает проблема регуляции гомеостаза. Для понимания вопросов авторегулирования требуется разработка термодинамики и кинетики биологических процессов, что и составляет важнейшую задачу биофизики. Задачи контроля и управления взаимодействием систем органов и приспособления к внешней среде организма человека реализуют нервная и эндокринная системы.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. В чем заключается закон толерантности?
2. Как поддерживается гомеостаз в организме человека?
3. Какие бывают биоритмы?

РАЗДЕЛ 4. ХИМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

4.1. Строение атомов

Все химические системы состоят из различных химических веществ разной степени сложности. Единичные составляющие любого вещества – химические молекулы, особенности которых определяются составляющими их атомами.

Атом – наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Как отмечено выше, атом состоит из атомного ядра и окружающего его электронного облака. Ядро атома представляет собой систему из положительно заряженных протонов и электрически нейтральных нейтронов, а окружающее его облако состоит из отрицательно заряженных электронов. Химические свойства атома зависят от строения электронной оболочки, которое, в свою очередь, определяется в основном зарядом ядра Z (т. е. количеством протонов в нём) и в меньшей степени зависят от его массового числа A (т. е. суммарного числа протонов Z и нейтронов N). Если число протонов в ядре совпадает с числом электронов, то атом в целом оказывается электрически нейтральным. В противном случае атом будет обладать некоторым положительным или отрицательным зарядом и называться **ионом**. Атомы классифицируются по количеству протонов и нейтронов в ядре: количество протонов определяет принадлежность атома некоторому химическому элементу, а число нейтронов – изотопу этого элемента.

Изотопы – разновидности атомов одного химического элемента, содержащих одинаковое количество протонов, но разное количество нейтронов в ядре. Понятие изотопа предложил в начале XX в. английский ученый Фредерик Содди. Все изотопы одного элемента имеют одинаковый заряд ядра, отличаясь лишь числом нейтронов, поэтому у них идентичные химические свойства и наблюдаются лишь различия физических свойств. Обычно изотоп обозначается символом химического элемента, к которому он относится, с добавлением верхнего левого индекса, означающего массовое число (например, ^{12}C , ^{40}Ca). Некоторые изотопы имеют традиционные собственные названия (дейтерий, актинон).

В XIX в. в результате развития физической атомистики (одного из направлений термодинамики) появились первые гипотезы о строении атомов. В 1859 г. было сделано важное открытие в оптике: физик Густав Кирхгоф (1824 – 1887) и химик Роберт Бунзен (1811 – 1899) изобрели

спектральный анализ, давший в руки ученым новое мощное средство исследования веществ на основе изучения процессов излучения и поглощения света. Каждый химический элемент образует в спектрах набор дискретных линий, каждая из которых соответствует определенной длине волны.

В 1897 г. английский ученый Джозеф Томсон (1856 – 1940) экспериментально открыл частицу, которая несет элементарный электрический заряд – *электрон*. Томсон предложил первую модель атома: атом представляет собой положительно заряженный шарик, внутри которого находятся отрицательно заряженные электроны. Эта модель не объясняла устойчивость атомов и происхождение их оптических спектров. Его ученик Э.Резерфорд (1871 – 1937), пытался экспериментально проверить эту гипотезу, но в результате знаменитого опыта по рассеиванию альфа-частиц в 1911 г. предложил планетарную модель атома, согласно которой электроны движутся вокруг тяжелого положительно заряженного ядра, подобно планетам вокруг Солнца. Однако эта модель противоречила классической электродинамике, в соответствии с которой электрон, двигаясь по орбите, должен был бы излучать электромагнитные волны, за счет чего потерял бы всю энергию и упал на ядро. Для доказательства этой модели в 1913 г. работавший с Резерфордом датский ученый Нильс Бор (1885 – 1962) предложил два постулата: 1) электроны в атоме длительное время могут находиться только на определенных орбитах с определенной энергией, в это время атом стационарен, т. е. не излучает и не поглощает энергию; 2) электроны могут переходить на другие орбиты, при этом атом излучает или поглощает кванты с определенной энергией (длиной волны).

В 1913-1914 гг. немецкие физики Джеймс Франк и Густав Герц поставили опыты по соударению атомов с электронами и подтвердили истинность модели Бора. Теория Резерфорда-Бора позволила установить строение атома водорода (протон+электрон) и подобных ему атомов, объяснила закономерности образования линейчатых спектров излучения и поглощения различных веществ, также она стала основой физического объяснения таблицы Менделеева.

Квантово-механическая теория строения атома рассматривает атом как систему микрочастиц, не подчиняющихся законам классической механики. С точки зрения квантовой механики, можно говорить лишь об определенном состоянии атома, характеризующемся некоторой энергией, которая, в соответствии с принципом дискретности, может измениться

только при переходе атома из одного такого состояния в другое. В настоящее время благодаря методам квантовой механики известно электронное строение всех существующих атомов. Атом элемента имеет определенную электронную конфигурацию (электронную формулу), зная которую можно сделать предположения о химических свойствах этого элемента.

Каждая орбита (уровень) соответствует определенному состоянию электронной оболочки атома. Промежуточные состояния не существуют. При переходе с верхнего уровня на нижний энергия излучается в виде фотона с длиной волны, которая соответствует разности энергий между уровнями; при переходе с нижнего уровня на верхний энергия поглощается, т. е. атом поглощает энергию кванта (например, фотона), пришедшего из внешней среды. В последнем случае за счет добавления энергии атом переходит в более высокое неустойчивое состояние, такой процесс называется **возбуждением** атома. В случае, когда пришедшая в систему энергия оказывается слишком большой, то получивший эту энергию электрон покидает атом и переходит в свободное состояние – происходит **ионизация** атома. Ионизация происходит также при захвате дополнительного электрона с выбросом эквивалентной энергии в окружающую среду.

4.2. Химические элементы и структура вещества

Именно электронная оболочка атома определяет химические свойства соответствующего химического элемента. По современным представлениям **химический элемент** – это совокупность атомов, имеющих одинаковый заряд ядра (число протонов совпадает с порядковым номером элемента в таблице Менделеева). На рис. 4 приведены несколько простых примеров.

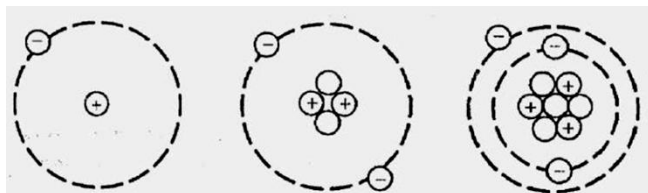


Рис. 4. Строение атомов

В электронной оболочке атома водорода (слева) – один электрон. Атом гелия ${}^2\text{He}$ (в середине) содержит в электронной оболочке два электрона. В атоме лития ${}^3\text{Li}$ (справа) третий электрон находится на второй электронной оболочке. В настоящее время известно 118 химических элементов, но элементы с номерами больше 94-го (плутоний ${}^{94}\text{Pu}$) в природе не наблюдаются, они искусственно синтезированы посредством ядерных реакций. Начиная с 1994 г. в лабораториях разных стран (Германия, Россия, США) были синтезированы элементы с порядковыми номерами с 110 по 118 (причем 117-ый элемент был успешно синтезирован в Институте ядерных исследований (г. Дубна, Россия) лишь в 2009-2010 гг.). Время жизни изотопов этих элементов составляет малые доли секунды (например, период полураспада 112-го элемента коперниция ${}^{112}\text{Cn}$ составляет около 19 мс).

Молекула – наименьшая частица химического вещества, обладающая всеми его химическими свойствами, состоящая из двух или более атомов, которые образуют определенную структуру.

Особенности строения молекул определяют физические свойства вещества, состоящего из этих молекул (на рис. 5) приведено строение кристалла поваренной соли NaCl , линиями показаны химические связи между атомами натрия (темные кружки) и хлора (белые кружки).

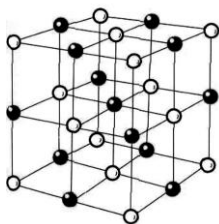


Рис. 5. Кристалл поваренной соли NaCl

Обычно подразумевается, что молекулы нейтральны (не несут электрических зарядов) и не несут неспаренных электронов (все валентности насыщены); заряженные частицы являются **ионами**, частицы с неспаренными электронами и незаполненными электронными оболочками называются **радикалами**. Существуют очень сложные молекулы – макромолекулы. Наиболее широко распространенными макромолекулами считаются полимеры. **Полимеры** – это неорганические и

органические вещества, образованные из многократно повторяющихся групп атомов, соединённых химическими связями. Часто в строении полимера можно выделить **мономер** – повторяющийся структурный фрагмент, включающий несколько атомов; встречаются полимеры, состоящие из нескольких разновидностей мономеров и имеющие сложную пространственную трёхмерную структуру. Названия полимеров образуются из названия мономера с приставкой *поли-*: *полипропилен*, *поливинилацетат* и т. п. Полимер образуется из мономеров в результате химических реакций полимеризации или поликонденсации. Так, молекулы *этилена* в процессе полимеризации образуют цепочки из тысячи мономеров – макромолекулы *полиэтилена*, а в результате полимеризации природных мономеров – *аминокислот*, образуются *белки*. К полимерам относятся многочисленные природные соединения: нуклеиновые кислоты, полисахариды, каучук и другие органические и некоторые неорганические вещества. В настоящее время большое число полимеров получают синтетическим путём из более простых соединений природного происхождения. Благодаря ценным свойствам полимеры применяются в промышленности (например, синтетические материалы), медицине (лекарственные средства), в быту (бытовая химия и пр.) Все ткани живых организмов представляют высокомолекулярные соединения – полимеры.

4.3. Простые и сложные вещества

По строению и степени сложности все химические вещества делят на простые и сложные. **Простые вещества** – это вещества, состоящие исключительно из атомов одного химического элемента и химически не связанные с другими элементами. Они являются формой существования химических элементов в свободном виде. Известно свыше 400 разновидностей простых веществ. В зависимости от типа химической связи между атомами простые вещества могут быть металлами (железо *Fe*, литий *Li*, молибден *Mo*, свинец *Pb* и другие – всего 98 элементов) и неметаллами (кремний *Si*, селен *Se*, водород *H₂*, хлор *Cl₂* и пр.) По строению и физическому состоянию в нормальных условиях в простых веществах различают: атомарные (гелий *He*, неон *Ne*) и молекулярные (кислород *O₂*, озон *O₃*) газы; жидкие (бром *Br* и ртуть *Hg*) и различные твердые формы неметаллов (йод *I*, сера *S*, фосфор *P*, углерод *C* и т. д.) и металлов (не в виде сплавов). В качестве примера на рис. 6 показаны

схемы строения молекул нескольких модификаций углерода: а – алмаз, б – графит, г – аморфный углерод, h – углеродная нанотрубка.

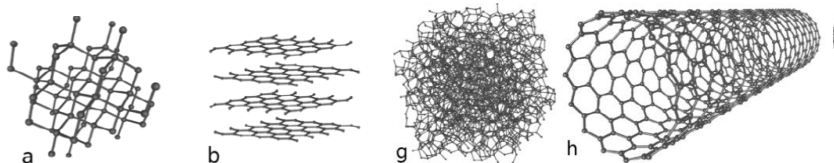


Рис. 6. Пространственные модификации углерода

Сложные вещества – это химические вещества, которые состоят из атомов разного вида, т. е. их молекулы содержат атомы двух или более химических элементов. Сложными веществами являются большинство неорганических и все органические вещества. При химических реакциях они могут образоваться из нескольких простых веществ и, наоборот, могут разлагаться с образованием нескольких простых веществ. Например, оксид серебра (Ag_2O) состоит из двух атомов серебра и одного атома кислорода, пропан (C_3H_8) – из трех атомов углерода и восьми – водорода. Состав молекул сложных веществ выражается при помощи химических формул (например, азотная кислота HNO_3 , гексахлорэтан C_2Cl_6 , оксид цинка ZnO), а строение – структурными формулами. В качестве примеров на рис. 7 показаны трехмерные модели и структурные формулы неорганического (а) и органического (в) веществ.

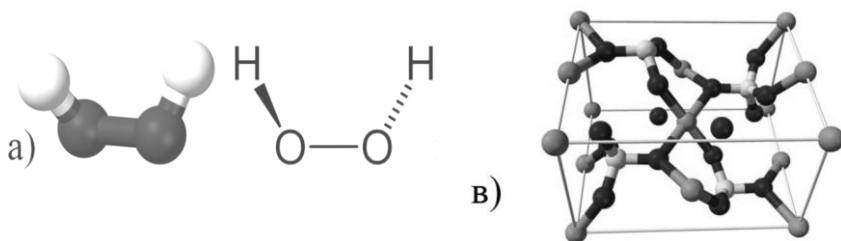


Рис. 7. Модели и структурные формулы веществ: а – пероксид водорода (перекись водорода); в – сульфат меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (медный купорос)

4.4. Неорганические и органические вещества

С древности все вещества разделялись на минеральные – принадлежащие царству минералов – и органические, которые относятся к царствам животных и растений. Считалось, что для синтеза органических веществ необходима особая жизненная сила, присущая только живому, и поэтому синтез органических веществ из неорганических невозможен. Это представление опроверг немецкий химик Ф. Вёлер (1800 – 1882), который в 1828 г. из минерального цианата аммония синтезировал органическую мочевины, но деление веществ на органические и неорганические в химии сохранилось. Анализ химического состава веществ подразделяют на качественный и количественный. Первым устанавливают, из каких компонентов состоит вещество (атомов, ионов, молекул, функциональных и структурных групп и др.), а вторым – их количественное содержание в веществе.

По химическим свойствам все вещества делят на две группы – неорганические и органические. **Неорганические соединения** – простые и сложные вещества, которые не содержат углерода (за исключением карбидов, угольной кислоты и ее солей, карбонатов, оксидов углерода и цианидов). Известно более 100 тыс. видов неорганических веществ, которые делят на несколько групп: простые (металлы и неметаллы), бинарные соединения, состоящие из двух элементов, например карбиды (SiC – карбид кремния), оксиды (Na_2O – оксид натрия) и пр., неорганические кислоты (борная H_3BO_3 , (такие как хлорид калия KCl , гидрат сульфата натрия $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), интерметаллические соединения (в частности, сплавы) и кристаллогидраты.

Органические вещества – класс соединений, в состав молекул которых обязательно входит углерод (кроме неорганических соединений углерода). Органические соединения – самый обширный класс химических веществ. К настоящему времени количество известных органических соединений превышает 10 миллионов! Такое многообразие связано с уникальным свойством углерода образовывать цепочки из атомов углерода, что в свою очередь обусловлено высокой стабильностью, а также кратностью углерод – углеродной связи. Поэтому органические молекулы могут образовывать структуры разной формы (линейные, плоские, объёмные). Существует несколько важных свойств (изомерия, гомология), которые выделяют органические соединения в отдельный, ни на что не похожий класс химических соединений.

Разделение органических веществ осуществляют на основе особенностей строения углеродного скелета соединения и функциональных групп. Классификация органических веществ от простых к более сложным (в скобках примеры веществ):

1. *Углеводороды*: предельные (метан CH_4 , парафин $C_{35}H_{72}$), непредельные (этилен C_2H_4 , ацетилен C_2H_2), ароматические (бензол C_6H_6 , нафталин $C_{10}H_8$).

2. *Органические галогениды* (соединения углерода с I , F , Br , Cl – хлороформ $CHCl_3$, фреоны).

3. *Спирты*, молекулярная группа OH (метанол C_2H_5OH , глицерин $C_3H_5(OH)_3$).

4. *Фенолы* или ароматические спирты (фенол C_6H_5OH , гидрохинон $C_6H_4(OH)_2$).

5. *Карбоновые кислоты* с группой $COOH$ (уксусная кислота CH_3COOH , салициловая кислота $C_6H_4(OH)COOH$).

6. *Альдегиды* с группой CHO (формальдегид $HCHO$, ванилин $C_8H_8O_3$, ацетон $CH_3-C(O)-CH_3$).

7. *Эфиры* диэтиловый эфир $C_4H_{10}O$, эфирные масла, изоамилизвалерат ($CH_3)_2CHCH_2COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2$ – запах яблока).

8. *Углеводы* (сахариды), органические соединения, которые часто содержат молекулы воды (глюкоза $C_6H_{12}O_6$, лактоза $C_{12}H_{22}O_{11}$, целлюлоза $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$).

9. *Амины*, производные аммиака (фениламин $C_6H_5NH_2$, этилендиамин $C_2H_8N_2$, адреналин $C_9H_{13}NO_3$).

10. *Аминокислоты* – производные карбоновых кислот и аминов (первая – аспаргин $HO_2CCH(NH_2)CH_2CONH_2$, выделена в 1806 г.). Всего известно 300 аминокислот, из них 20 используются в живых организмах (треонин $HO_2CCH(NH_2)CH(OH)CH_3$, глутамин $C_5H_{10}N_2O_3$).

11. *Белки* (полипептиды) – вещества, молекулы которых представляют цепочки из 20 видов аминокислот; так, первый открытый белок – инсулин – состоит из двух цепей, в которых 21 и 30 аминокислотных остатков. Образуют огромное разнообразие веществ, необходимых для функционирования живых существ (ферменты, глобулины, гормоны).

12. *Нуклеиновые кислоты* (РНК и ДНК) представляют собой биополимеры, мономерами которых являются пять фосфорных эфиров – нуклеотиды (аденин, гуанин, тимин, урацил и цитозин).

4.5. Химические процессы

Процессы превращения одних веществ в другие, отличающиеся по химическому составу или строению, называют **химическими реакциями**. В этих процессах из более простых веществ образуются более сложные по составу (реакции соединения), одни сложные вещества переходят в другие (реакции замещения и обмена) или сложные вещества разлагаются на более простые (реакции разложения). Химические реакции могут протекать как внутри одного вещества, так и в смесях различных веществ. При анализе они изображаются в виде уравнения реакции превращения *реагентов* (исходных веществ, взятых для проведения реакции) в *продукты* (новые вещества, образовавшиеся в результате протекания реакции). Например: $CuO + 2HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$.

Химические реакции всегда сопровождаются физическими эффектами – поглощением или выделением теплоты, изменениями агрегатного состояния и окраски веществ; по наличию этих эффектов часто судят о протекании реакций. Химические реакции следует отличать от физических процессов, изменяющих только внешнюю форму или агрегатное состояние вещества (но не его элементный состав). В отличие от ядерных реакций при химических реакция ядра атомов не изменяются (не меняется их общее число и изотопный состав), при этом происходит лишь перераспределение электронов и относительное расположение ядер и образуются новые химические вещества.

С точки зрения физики химические реакции происходят при возникновении или разрушении химических связей между атомами взаимодействующих веществ. Выделяют водородную, металлическую, ковалентную (неполярную и полярную), ионную **типы химических связей** (рис. 8), которые отличаются энергией и природой взаимодействия. Химические связи возникают и поддерживаются за счет взаимодействия (обмена) электронами атомов химических веществ, образующих молекулы. **Ионные химические связи** возникают между противоположно заряженными ионами в результате переноса внешних электронов с одного атома на другой. Образовавшиеся ионы удерживаются силами электростатического притяжения, поэтому эти связи являются самыми сильными (как в случае ионов натрия и хлора в молекулах поваренной соли). **Ковалентные связи** образуются в молекулах между разными (полярная связь) и одинаковыми (неполярная связь) атомами, часть электронов которых становятся общими, как, например, в молекуле

воды. **Металлические связи** характерны для металлов, сплавов и веществ с металлическими свойствами. В кристаллах металлов много свободных электронов, общих для всех атомов данного вещества, между которыми образуются эти связи. Наконец, самыми слабыми (т. е. легко разрывающимися) химическими связями являются **водородные**, возникающие обычно между молекулами вещества и в которых участвуют атомы водорода.

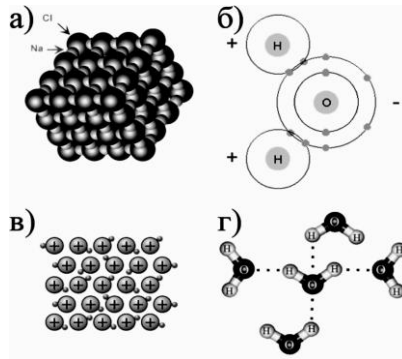
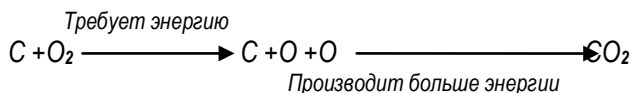


Рис. 8. Схематические изображения основных типов химических связей: а – ионная; б – ковалентная; в – металлическая; г – водородная

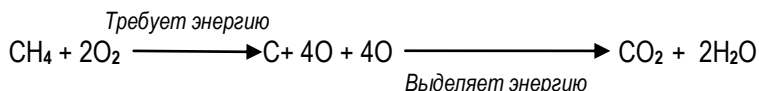
Условия среды на Земле таковы, что молекулы непрерывно разрушаются и снова образуются. Если бы температура Земли была значительно выше, например, как температура поверхности Солнца, то многие молекулы не могли бы образоваться из-за слишком сильного теплового возбуждения (атомы не могли бы оставаться друг возле друга), а если бы температура Земли была гораздо ниже, молекулы, соединяясь, образовали бы твердые тела (кристаллы) и не изменялись. Образование и разрушение молекул приводят к постоянным изменениям в окружающей среде и создают возможность появления и существования жизни.

Все химические процессы происходят с поглощением и выделением энергии. Эти процессы можно наглядно продемонстрировать на примере сжигания угля и метана. Горение любого типа связано с образованием новых молекул и, следовательно, с выделением тепловой энергии. Для разрыва химической связи требуется некоторое количество энергии, и такое же ее количество появляется при образовании связи. Таким образом, нужно затратить энергию, чтобы разделить молекулу на атомы, и энергия

выделяется, когда атомы образуют молекулу. В процессе горения кристаллического угля атомы углерода С и кислород воздуха O_2 образуют углекислый газ CO_2 . Эта реакция происходит в два этапа: сначала разрывается связь в молекуле O_2 и два атома кислорода присоединяются к углероду. Первый этап требует затрат энергии, так как при обычных температурах тепловой энергии недостаточно для расщепления молекулы кислорода на два атома. Но если подвести теплоту от горящей спички, то реакция начнется. На втором ее этапе при образовании CO_2 выделяется больше энергии, чем нужно для расщепления молекулы кислорода. В результате энергия, необходимая для дальнейшего разделения молекул O_2 , поставляется самим процессом горения. Таким образом, при горении угля большая часть энергии выделяется в виде теплоты, но часть энергии идет на поддержание горения. Поэтому, начавшись, образование углекислого газа продолжается до тех пор, пока не израсходуется весь углерод.



При горении метана CH_4 и других углеводородов также требуется начальная теплота, чтобы расщепить и молекулы кислорода, и молекулы углеводорода. После этого углерод соединяется с кислородом, образуя углекислый газ, а водород соединяется с кислородом, образуя воду.



Так как в молекулах CH_4 и С химические связи существенно слабее, чем в молекулах CO_2 и H_2O , то в данной реакции выделяется гораздо больше энергии, чем при горении угля, поэтому метан и другие углеводороды (например, бензин) дают сильное пламя и много теплоты и в настоящее время используются человеком более широко.

Химические реакции происходят при смешении или физическом контакте реагентов самопроизвольно, при нагревании, участии катализаторов, действии света, электрического тока, ионизирующих излучений и т. п. **Катализатор** – вещество, ускоряющее реакцию, но не входящее в состав продуктов реакции. Количество катализатора в отличие от других реагентов после реакции не изменяется. Катализаторами многих реакций являются кислоты, основания, металлы и их оксиды. В

биологических процессах роль катализаторов играют **ферменты**, которые представляют собой молекулы белков или РНК (например, протеаза участвует в пищеварении). С помощью химических реакций получают практически важные вещества, которые в природе находятся в ограниченных количествах (например, азотные удобрения) либо вообще не встречаются в естественной среде (сульфаниламиды и другие синтетические лекарственные препараты, полиэтилен и другие пластмассы), а синтезируются искусственным путем. Однако неумелое и безответственное химическое воздействие на окружающую среду и на протекающие природные процессы может привести к нарушению установившихся естественных химических циклов, что делает актуальной экологическую проблему и усложняет задачу рационального использования природных ресурсов и сохранения естественной среды обитания на нашей планете.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Что такое атом? Каково его строение? Какие силы в нем действуют?
2. Дайте определение химического элемента. Сколько их известно и почему этих элементов ограниченное количество?
3. Что такое химическое соединение? Как в настоящее время определяют понятие “молекула”?
4. Какие типы химических веществ вы знаете? В чем их различие и какова классификация?
5. Как происходит образование химических структур и что такое химическая связь? Какие химические связи вы знаете?
6. Что такое химический процесс? Почему в процессе химических реакций происходят поглощение и выделение энергии? Приведите примеры.

РАЗДЕЛ 5. КОНЦЕПЦИЯ БИОСФЕРЫ-НООСФЕРЫ

5.1. Биосфера и ее границы

Впервые (1875 г.) ввёл в науку термин «биосфера» австрийский учёный Эдуард Зюсс (1831 – 1914). Он назвал биосферой планетарную оболочку, в пределах которой существует жизнь.

Биосфера Земли возникла 3,5-4 млрд лет назад. Она включает живые организмы (около 4 млн видов), их остатки, зоны атмосферы, гидросферы и литосферы, населенные и видоизмененные этими организмами. Целостное учение о биосфере было создано академиком Владимиром Ивановичем Вернадским (1863-1945). Всю совокупность организмов на планете он назвал живым веществом, рассматривая в качестве его основных характеристик суммарную массу, химический состав и энергию. Следовательно, биосфера – это та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества. С современных позиций биосферу рассматривают как наиболее крупную, глобальную экосистему, поддерживающую планетарный круговорот веществ.

В биосферу входит часть атмосферы до высоты 23-25 км (до озонового слоя), практически вся гидросфера и верхняя часть литосферы примерно до глубины 3 км. Взаимодействие абиотической части биосферы - воздуха, воды и горных пород - и органического вещества - биоты - обусловило формирование почв и осадочных пород. Последние, по В.И. Вернадскому, несут на себе следы деятельности древних биосфер, существовавших в прошлые геологические эпохи.

Функции живого вещества биосферы:

Энергетическая состоит в осуществлении связи биосферно-планетарных явлений с излучением космоса и, прежде всего, с солнечной радиацией. Основой указанной функции является фотосинтез, в процессе которого происходит аккумуляция энергии Солнца и ее последующее перераспределение между компонентами биосферы. Накопленная солнечная энергия обеспечивает протекание всех жизненных процессов. За время существования жизни на Земле живое вещество превратило в химическую энергию огромное количество солнечной энергии. При этом существенная часть ее в ходе геологической истории накопилась в связанном виде – залежи угля, нефти и т.д.

Благодаря **газовой** функции происходит миграция газов и их превращение, формируется газовый состав биосферы. Отметим, что преобладающая масса газов на планете имеет биогенное происхождение. Так, кислород атмосферы накоплен за счет фотосинтеза. Углекислый газ (диоксид углерода) поступает в атмосферу за счет дыхания всех организмов. Другой его источник – выделение по трещинам земной коры из осадочных пород за счет химических процессов под действием высоких температур.

Концентрационная функция проявляется в извлечении живыми организмами биогенных элементов из окружающей среды, которые используют для построения тела. Концентрация этих элементов в теле живых организмов в сотни и тысячи раз выше, чем во внешней среде.

Окислительно-восстановительная функция заключается в химическом превращении веществ, при котором преобладают процессы окисления и восстановления.

Благодаря **деструкционной** функции протекают процессы, связанные с разложением остатков мертвых организмов. При этом происходит минерализация органического вещества, т.е. превращение живого вещества в неживое.

Таким образом, живое вещество трансформирует солнечную энергию и вовлекает неорганическую материю в непрерывный круговорот. Оно определило современный состав атмосферы, гидросферы, почв и осадочных пород Земли.

Биосфера – глобальная экосистема Земли, состав, структура и энергия которой определяются и контролируются планетарной совокупностью живых организмов – биотой. Взаимодействие между биотой и абиотическими компонентами биосферы осуществляется в результате двух основных круговоротов веществ в природе: большого (геологического) и малого (биогеохимического).

На стадии зарождения жизни на Земле бурно шли разнообразные химические реакции. Синтезировались и вступали в последующие реакции одни вещества, другие разлагались, преобразовывались в иные соединения, причем считают, что весь процесс был мало упорядочен и хаотичен. С возникновением жизни химические процессы постепенно стали подчиняться определенным закономерностям и упорядочились.

Академик В.И. Вернадский установил закономерность, сформулированную как **закон биогенной миграции атомов**: «миграция химических элементов во всех экосистемах, включая биосферу в целом, либо осуществляется при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), либо протекает в среде, геохимические особенности которой (O_2 , CO_2 , H_2 и т.д.) обусловлены живым веществом, как населяющим планету в настоящее время, так и действовавшим на Земле в течение всей геологической истории».

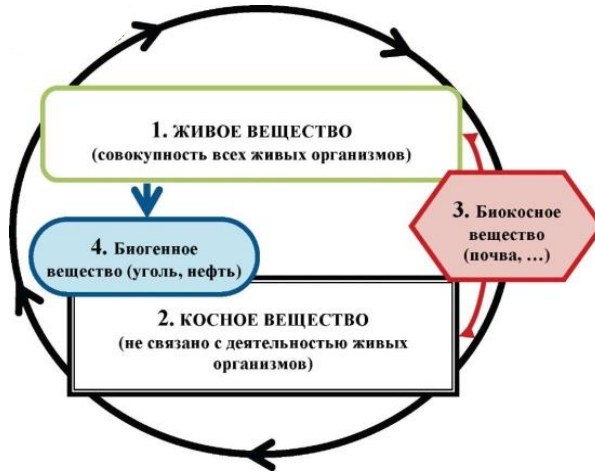


Рис. 9. Основные компоненты биосферы

Биосфера, по Вернадскому, есть целостная самоорганизующаяся и саморазвивающаяся система, в состав которой входят: живое вещество (1), косное вещество (2), биокосное вещество (3), которое получается в результате деятельности живых организмов, изменяющих косное вещество (например, почва, воды и т.д.), биогенное вещество (4)– вещество, возникшее в результате жизнедеятельности организмов, например, уголь, нефть, битумы, известняки.

Живое и косное вещества находятся в непрерывном взаимодействии, которое выражено в круговороте химических элементов (биогенная миграция атомов) и энергии и связано с дыханием, питанием и размножением живых существ (рис .9).

В круговорот вовлекаются жизненно важные химические элементы N, P, S, K, Ca, Mg, Na, Al). Он охватывает атмосферу, гидросферу, почву; приводит к саморегулированию природных экосистем; придает устойчивость экосистемам.

Важно отметить, что через живые организмы проходит большинство круговоротов химических элементов. Таким образом, биосфера представляет собой единство живого и косного вещества.

Продолжительность и постоянство существования жизни поддерживают именно круговороты, потому что без них даже в масштабах

всей Земли запасы необходимых элементов были бы очень скоро исчерпаны.

Большой круговорот веществ в природе (геологический) обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и перераспределяет вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли. Этот круговорот происходит за счет глубинных (эндогенных) и внешних (экзогенных) процессов.

Большой круговорот – это круговорот воды между сушей и океаном через атмосферу. Влага, испарившаяся с поверхности океана, частично переносится на сушу, где выпадает в виде осадков, которые вновь возвращаются в океан в виде поверхностного или подземного стока, а часть осадков выпадает на эту водную поверхность. Круговорот воды в целом играет основную роль в формировании природных условия на нашей планете.

Малый круговорот веществ в биосфере (биогеохимический) совершается в пределах биосферы. Его сущность заключается в образовании живого вещества из неорганического в процессе фотосинтеза и в превращении органического вещества при разложении вновь в неорганические соединения. Этот круговорот для жизни биосферы – главный. Изменяясь, рождаясь, умирая, живое вещество поддерживает жизнь на Земле, обеспечивая биогеохимический круговорот веществ.

5.2. Биогеохимические циклы

Круговороты отдельных веществ в биосфере называются их **биогеохимическими циклами**.

В них выделяют две части:

1. Резервный фонд - это огромная масса движущихся веществ, не связанных с организмами.

2. Обменный фонд - значительно меньший, но активный, обусловленный прямым обменом биогенных веществ между организмами и их непосредственным окружением.

В целом в биосфере можно выделить:

1. Круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и гидросфере.

2. Осадочный цикл с резервным фондом в земной коре (в геологическом круговороте).

Все эти циклические процессы расходуют солнечную энергию, и лишь один биологический процесс на Земле не тратит, а связывает солнечную энергию и накапливает ее – это создание органического вещества в результате фотосинтеза.

Углерод, азот, кислород, водород, фосфор и сера являются важнейшими биогенными элементами, из которых в основном состоят белковые молекулы. Биогеохимические циклы углерода, азота и кислорода наиболее совершенны и способны к быстрой саморегуляции благодаря большим запасам этих газов в атмосфере.

В круговороте углерода (скорость оборота порядка 300 лет) четко прослеживается трофическая цепь: продуценты, улавливающие углерод из атмосферы при фотосинтезе, консументы, редуценты. Вмешательство человека в круговорот этого элемента приводит к возрастанию содержания CO_2 в атмосфере.

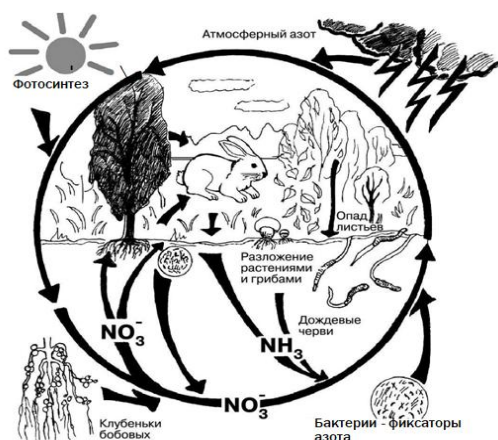


Рис. 10. Биогеохимический цикл азота

Скорость круговорота кислорода – две тысячи лет, за это время весь кислород атмосферы проходит через живое вещество. С круговоротом кислорода тесно связано образование в высоких слоях атмосферы озона. Главный потребитель кислорода – животные и растения, расходующие его на дыхание. На промышленные и бытовые нужды ежегодно расходуется 23 % кислорода, образовавшегося в процессе фотосинтеза.

Известны круговороты воды, кислорода, азота, серы, фосфора и других элементов. Рассмотрим один из них – биогеохимический цикл азота (рис. 10). Этот химический элемент нужен для растений и животных, он присутствует в воздухе, но усваивать его в чистом виде они не могут.

Растения усваивают азот только в форме соединения его с водородом или кислородом. Редуценты постепенно разлагают белковые вещества отмерших организмов и превращают их в аммонийные соединения, нитраты и нитриты. Азот в виде нитратов и нитритов усваивается растениями и может передаваться по трофическим цепям, отравляя консументов. Часть нитратов в процессе круговорота загрязняет подземные воды. Азот возвращается в атмосферу вновь с выделенными при гниении газами. Роль бактерий в цикле азота настолько велика, что, если будет уничтожено только 12 их видов, участвующих в круговороте азота, жизнь на Земле прекратится.

Деятельность, направленная на то, чтобы прокормить увеличивающееся число жителей планеты, должна быть уравновешена поисками путей к сохранению равновесия в круговороте азота.

Больше всего связанного азота человек производит в виде минеральных удобрений. Каждая экосистема способна усвоить определенное количество азота. Однако при насыщении экосистемы азот начинает вымываться. Эвтрофикация озер – экологическая проблема, связанная со смывом растворимых солей азота в водоемы. Азот удобряет водоросли, они разрастаются, а когда погибают, на их разложение расходуется почти весь растворенный в воде кислород, что вызывает гибель других обитателей водоема.

Биогеохимические циклы фосфора и серы значительно менее совершенны, чем вышеуказанных веществ, так как представляют собой типичные осадочные биогеохимические циклы.

Фосфор содержится в горных породах и может попасть в биогеохимический круговорот в случае их выветривания. В его круговороте выделяют водную и наземную части. В водных экосистемах он усваивается фитопланктоном и передается по трофической цепи до консументов третьего порядка – морских птиц. С их экскрементами (гуано) фосфор снова попадает в море и вступает в круговорот, туда же он возвращается и из отмирающих морских животных. В наземных экосистемах растения извлекают фосфор из почвы, куда он возвращается после отмирания организмов и с их экскрементами, а теряется из нее в результате водной эрозии.

Сера не является лимитирующим биогеном, так как ее природные ресурсы достаточно велики. Она имеет основной резерв в породах, почве и атмосфере. В горных породах сера встречается в виде сульфидов, в растворах - в форме иона, в газообразной фазе - в виде сероводорода или сернистого газа. В морской среде сульфат-ион является основной доступной формой серы для автотрофов. В наземных экосистемах сера возвращается в почву при отмирании растений, окисляется, и возникшие сульфаты поглощаются растениями из почвенных растворов. Круговорот серы является ключевым при продуцировании и разложении. Но он может быть нарушен вмешательством человека: сернистый газ, являющийся продуктом сжигания топлива, нарушает процессы фотосинтеза и приводит к гибели растительности.

Круговороты веществ от продуцентов к консументам различных уровней, затем к редуцентам, а от них вновь к продуцентам замкнуты не полностью. Если бы в экосистемах существовала их полная замкнутость, то не возникало бы никаких изменений среды жизни, не было бы почвы, известняков и прочих горных пород биогенного происхождения. Таким образом, биотический круговорот можно условно изобразить в виде незамкнутого кольца.

Таким образом, каждая экосистема поддерживает свое существование за счет круговорота биогенов и постоянного притока солнечной энергии. Круговорот энергии в экосистемах практически отсутствует, поскольку от редуцентов энергия возвращается к консументам в мизерных количествах. Считается, что коэффициент круговорота энергии не превышает 0,24 %. Энергия может накапливаться, сберегаться (т.е. преобразовываться в более эффективные формы) и передаваться из одной части системы в другую, но она не может быть снова пущена в дело, как вода и минеральные вещества. Единжды пройдя от растений-продуцентов через консументы к редуцентам, энергия выносится в околоземное и космическое пространство. При движении через экосистему поток энергии затрагивает в основном ее биоценоз.

Для каждого вида организмов существует специфическое сочетание экологических факторов, которое определяет особое пространственное и функциональное положение представителей этого вида в составе биоценоза, «рабочее место» в экосистеме. Оно носит название **видовой экологической ниши** (фр. *niche* - гнездо). Понятие экологической ниши отражает весь комплекс связей организмов данного вида не только с

абиотическими компонентами среды, но и между собой и с другими видами в сообществе.

Иными словами, **экологическая ниша** – это совокупность территориальных и функциональных характеристик среды обитания, соответствующих требованиям каждого биологического вида. Их объективная оценка составляет необходимую основу для рационального осуществления всех видов деятельности человека, в том числе физкультурно-оздоровительной работы и спортивного совершенствования.

Функционирование экосистем обеспечивается взаимодействием *трех основных составляющих: сообщества, потока энергии, круговорота веществ.*

Энергия – одно из основных базовых свойств материи – способность производить работу. Фундаментальные законы термодинамики имеют универсальное значение в природе. Понимание этих законов чрезвычайно важно для обеспечения эффективного подхода к проблемам природопользования.

Согласно *первому закону термодинамики (закону сохранения энергии)* энергия не создается и не исчезает, а превращается из одной формы в другую. Энергия Солнца превращается в энергию пищи путем фотосинтеза. Экология рассматривает связь между солнечным светом и экологическими системами, в которых происходит превращение энергии света.

В соответствии со вторым законом термодинамики любой вид энергии в конечном счете переходит в форму, наименее пригодную для использования живыми организмами и наиболее легко рассеивающуюся. Для всех энергетических процессов характерен процесс перехода от более высокого уровня организации (порядка) к более низкому (беспорядку). Тенденция энергии к деградации выражается термином «возрастание энтропии». Энтропия является мерой беспорядка. Энергия пищи, поглощенной животными, переводится в теплоту.

Живая материя отличается от неживой способностью аккумулировать из окружающего пространства свободную энергию и преобразовывать ее так, чтобы противостоять возрастанию энтропии. В природе показателем качества энергии может служить количество энергии солнечного света, необходимое для образования единицы (например, калории) более высококачественной формы энергии.

По способу питания все организмы планеты делятся на две группы: автотрофные и гетеротрофные.

Автотрофы (от греч. *autos* - сам, *trophe* - питаться) – организмы, использующие для своего существования неорганические вещества воды, земли, воздуха и солнечный свет. В соответствии с источниками энергии, используемыми для синтеза органического вещества, автотрофы подразделяются на фототрофов (использующих энергию солнца) и хемотрофов (использующих энергию химических связей). К автотрофам относятся все зеленые растения и многие группы бактерий. Автотрофные организмы создают органические вещества, которые затем используются гетеротрофными организмами.

Организмы, у которых источниками (донорами) электронов в энергетическом процессе являются неорганические вещества, называют лиготрофными, а те, у которых донорами электронов служат органические соединения, – органотрофными. Тогда в зависимости от источника энергии и природы донора электронов возможны 4 основных типа энергетического метаболизма: фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемолиготрофия и хемоорганотрофия.

Гетеротрофы (от греч. *heteros* - другой) – организмы, потребляющие только готовые органические вещества. К ним относятся все животные и грибы. Использование органических веществ в качестве пищи у гетеротрофных организмов различное: одни используют в качестве пищи живые растения или их плоды, другие – мертвые остатки животных и т.д.

По функциям, которые организмы выполняют в сообществах, все организмы подразделяются на продуцентов, консументов и редуцентов.

Продуценты [от лат. *producens (producentis)* - производящий, создающий] – организмы, использующие для своего существования неорганику воды, земли, воздуха и солнечный свет, способные синтезировать органические вещества из неорганических, производители продукции, которой потом питаются все организмы, – автотрофы (от греч. *autos* - сам, *trophe* - питаться). Это фотосинтезирующие растения суши, водоросли, хемосинтезирующие бактерии.

Консументы (от лат. *consume* - потребляю) – потребители органических веществ: травоядные животные, питающиеся продуцентами, – это консументы первого порядка; плотоядные (хищники), питающиеся мясом других животных, – это консументы второго порядка и всеядные, т.е. употребляющие и мясную и растительную пищу (человек, медведь). Существуют консументы среди растений – паразиты, и со смешанным типом питания – росянка.

Редуценты (от лат. *reducere* - возвращать) — организмы, использующие в качестве пищи органическое вещество и подвергающие его минерализации; восстановители, возвращающие вещества из отмерших организмов снова в неживую природу, разлагая органику до простых неорганических соединений (микроорганизмы и грибы).

Таким образом, продуценты являются автотрофными, а консументы и редуценты – гетеротрофными организмами.

Пищевые цепи и сети. Важнейший вид взаимоотношений между организмами — это пищевые связи. *Пищевая (трофическая) цепь* — это последовательность организмов, в которой все участники связаны между собой **пищевыми (трофическими) связями**: каждый последующий съедает или разлагает предыдущий. Она представляет собой путь движущегося через живые организмы однонаправленного потока поглощенной при фотосинтезе малой части высокоэффективной солнечной энергии, поступившей на Землю. В конечном итоге, эта цепь возвращается в окружающую природную среду в виде низкоэффективной тепловой энергии. По ней также движутся питательные вещества от продуцентов к консументам и далее к редуцентам, а затем обратно к продуцентам.



Рис. 11. Трофические уровни пищевой цепи

Каждое звено пищевой цепи называют *трофическим уровнем*. Обычно бывают четыре или пять трофических уровней и редко более

шести. Существуют два главных типа пищевых цепей — пастбищные (или «выедания») и детритные (или «разложения»). В природе пищевые цепи переплетаются, образуют *пищевые (трофические) сети*.

5.3. Экологические пирамиды

Трофическую структуру биоценоза и экосистемы обычно отображают графическими моделями в виде экологических пирамид. Такие модели разработал в 1927 г. английский зоолог Ч. Элтон.

Экологические пирамиды — это графические модели (как правило, в виде треугольников), отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключенной в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижение всех показателей с повышением трофического уровня.

Различают три типа экологических пирамид.

Пирамида чисел (численностей) отражает численность отдельных организмов на каждом уровне. В экологии пирамида численностей используется редко, так как из-за большого количества особей на каждом трофическом уровне очень трудно отобразить структуру биоценоза в одном масштабе.

Чтобы уяснить, что такое пирамида чисел, приведем пример. Предположим, что в основании пирамиды 1000 т травы, массу которой составляют сотни миллионов отдельных травинок. Этой растительностью смогут прокормиться 27 млн кузнечиков, которых, в свою очередь, могут употребить в пищу около 90 тыс. лягушек. Сами лягушки могут служить едой 300 форелям в пруду. А это количество рыбы может съесть за год один человек! Таким образом, в основании пирамиды несколько сотен миллионов травинок, а на ее вершине — один человек. Такова наглядная потеря вещества и энергии при переходе с одного трофического уровня на другой.

Иногда случаются исключения из правила пирамид, и тогда мы имеем дело с **перевернутой пирамидой чисел**. Это можно наблюдать в лесу, где на одном дереве живут насекомые, которыми питаются насекомоядные птицы. Таким образом, численность продуцентов меньше, нежели консументов.

Пирамида биомасс — соотношение между продуцентами и консументами, выраженное в их массе (общем сухом весе,

энергосодержании или другой мере общего живого вещества). Обычно в наземных биоценозах общий вес продуцентов больше, чем консументов. В свою очередь, общий вес консументов первого порядка больше, нежели консументов второго порядка, и т.д. Если организмы не слишком различаются по размерам, то на графике, как правило, получается ступенчатая пирамида с сужающейся верхушкой.

Американский эколог Р. Риклефс объяснял структуру пирамиды биомасс так: «В большинстве наземных сообществ пирамида биомасс сходна с пирамидой продуктивности. Если собрать все организмы, обитающие на каком-нибудь лугу, то вес растений окажется гораздо больше веса всех прямокрылых и копытных, питающихся этими растениями. Вес этих растительноядных животных в свою очередь будет больше веса птиц и кошачьих, составляющих уровень первичных плотоядных, а эти последние также будут превышать по весу питающихся ими хищников, если таковые имеются. Один лев весит довольно много, но львы встречаются столь редко, что вес их, выраженный в граммах на 1 м^2 , окажется ничтожным».

Как и в случае с пирамидами чисел, можно получить так называемую **обращенную (перевернутую) пирамиду биомасс**, когда биомасса продуцентов оказывается меньше, чем консументов, а иногда и редуцентов, и в основании пирамиды находятся не растения, а животные. Это касается в основном водных экосистем. Например, в океане при довольно высокой продуктивности фитопланктона общая масса его в данный момент может быть меньше, чем у зоопланктона и конечного потребителя-консумента (киты, крупные рыбы, моллюски).

Пирамида энергии отражает величину потока энергии, скорость прохождения массы пищи через пищевую цепь. На структуру биоценоза в большей степени оказывает влияние не количество фиксированной энергии, а скорость продуцирования пищи.

Все экологические пирамиды строятся по одному правилу, а именно: в основании любой пирамиды находятся зеленые растения, а при построении пирамид учитывается закономерное уменьшение от ее основания к вершине численности особей (пирамида чисел), их биомассы (пирамида биомасс) и проходящей через пищевые цепи энергии (пирамида энергии).

В 1942 г. американский эколог Р. Линдемэн сформулировал **закон пирамиды энергии**, согласно которому с одного трофического уровня на другой через пищевые цепи переходит в среднем около 10 % энергии,

поступившей на предыдущий уровень экологической пирамиды. Остальная часть энергии тратится на обеспечение процессов жизнедеятельности. В результате процессов обмена организмы теряют в каждом звене пищевой цепи около 90 % всей энергии. Следовательно, для получения, например, 1 кг окуней должно быть израсходовано приблизительно 10 кг рыбьей молоди, 100 кг зоопланктона и 1000 кг фитопланктона.

Общая закономерность процесса передачи энергии такова: через верхние трофические уровни энергии проходит значительно меньше, чем через нижние. Вот почему большие хищные животные всегда редки, и нет хищников, которые питались бы, к примеру, волками. В таком случае они просто не прокормились бы, настолько волки немногочисленны.

5.4. Ноосфера – новое состояние биосферы

Человек как биологический вид, обладающий разумом и развивающийся в рамках определенных норм морали, есть явление уникальное и неповторимое. В то же время, он одна из бесчисленного множества возможных реализаций самоорганизации материи во Вселенной. Поэтому, мысля космическими категориями, у человека нет другого выхода и выбора, как действовать в согласии с планетарными законами эволюции. Об этом уже в начале XX столетия писал В.И. Вернадский. Он отмечал, что воздействие человека на окружающую природу растет столь быстро, что скоро он превратится в решающую геологическую силу и, как следствие, должен будет принять на себя ответственность за будущее развитие планеты. Развитие окружающей среды и общества сделаются неразрывными, что приведет к переходу биосферы в новое состояние – ноосферу.

Ноосфера (сфера Разума) – новое состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится определяющим фактором ее развития.

Однозначное толкование термина «ноосфера» отсутствует. Широко распространена наиболее простая его трактовка. Ноосфера – это сфера разума, т.е. та часть биосферы, которая оказывается под влиянием человека и преобразуется им. Переход биосферы в ноосферу означает при таком понимании всего лишь постепенное освоение человеком биосферы. Однако В.И. Вернадский, создавая учение о ноосфере, считал, что согласованное с природой развитие общества, ответственность за природу и ее будущее потребуют специальной организации общества,

создания специальных структур, которые будут способны обеспечить это совместное согласованное развитие.

По мнению Вернадского, преобразованию биосферы в ноосферу будут способствовать следующие процессы современности: успехи техники передвижения и расселение человечества по всей поверхности Земли, возможность мгновенной передачи мысли, радикальное усовершенствование средств связи, создание единой информационной системы и единой системы контроля над людьми, создание и разработка новых источников энергии.

Рассмотрение вопросов ноосферы как информационного пространства становится одним из самых важных проблем современности. Деятельность человеческого общества в настоящее время напрямую зависит от способности эффективно использовать информацию. Информатизация общества и становление ноосферы – это путь выживания цивилизации и решения глобальных проблем.

Ноосфера представляет собой область взаимодействия человека и природы и включает: человечество, науку, технику и технологии в единстве с биосферой. Чем дальше движется человечество по пути развития науки и технологии, тем сильнее оно оказывает воздействие на природу. Замечательные достижения науки и техники последних лет (космическая техника, развитие наземного транспорта, ускорение эффективности производства, получение новых веществ, не существовавших до этого в природе) создали у большинства людей представления об абсолютном превосходстве человека над природой и в итоге привели к формированию глобального экологического кризиса. Это кризис отношений человека и природы («Раньше природа утешала человека, а теперь человек утешает природу» Жак-Ив Кусто).

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определение биосферы.
2. Охарактеризуйте функции живого вещества биосферы.
3. Изобразите на рисунке большой геологический круговорот веществ в природе.
4. Приведите примеры биогеохимических циклов.
5. Что собой представляют экологические пирамиды?

РАЗДЕЛ 6. ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

6.1. Экология как наука

Экология — это наука о взаимоотношениях живых существ между собой и с окружающей их средой, о связях в надорганизменных системах, о структуре и функционировании этих систем. Основателем экологии считается немецкий биолог **Э. Геккель** (1834 - 1919), который впервые в 1866 г. употребил термин **«экология»**. Он писал, что под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма и окружающей среды, куда мы относим все "условия существования" в широком смысле этого слова. Они частично органической, частично неорганической природы.

Классическая экология разделяется на три раздела:

Аутэкология – раздел науки, изучающий взаимодействие организма с окружающей средой (жизненные циклы и поведение как способ приспособления к окружающей среде).

Демэкология (экология популяций) – раздел науки, изучающий взаимодействие популяций особей одного вида внутри популяции и с окружающей средой.

Синэкология (экология биоценозов) – раздел науки, изучающий функционирование сообществ и их взаимодействия с биотическими и абиотическими факторами. Часто синэкологию рассматривают как науку о жизни биоценозов, т.е. многовидовых сообществ животных, растений и микроорганизмов.

Общие задачи современной экологии в ее широком понимании можно сформулировать следующим образом:

1. Диагностика состояния природы планеты и ее ресурсов; определение порога выносливости биосферы по отношению к антропогенной нагрузке.

2. Разработка прогнозов изменений устойчивости, продукционного потенциала наиболее важных природных комплексов и биосферы в целом, а также регионального и глобального состояния окружающей среды при разных сценариях экономического и социального развития разных стран, регионов и человечества в целом.

3. Выработка критериев оптимизации – выбор наиболее согласованного с экологическим императивом и экологически ориентированного социально-экономического развития общества.

4. Формирование экологического мировоззрения и такой стратегии поведения человеческого общества, такой экономики и таких технологий, которые приведут масштабы и характер хозяйственной деятельности в соответствие с экологической выносливостью природы и предотвратят глобальный экологический кризис.

Главная задача прикладной экологии – разработка принципов рационального использования природных ресурсов на основе сформулированных общих закономерностей организации жизни.

Методы исследований в экологии подразделяются на полевые, экспериментальные и методы моделирования.

Полевые методы представляют собой наблюдения за функционированием организмов в их естественной среде обитания.

Экспериментальные методы включают в себя варьирование различных факторов, влияющих на организмы, по выработанной программе в стационарных лабораторных условиях.

Методы моделирования позволяют прогнозировать развитие различных процессов взаимодействия живых систем между собой и с окружающей их средой.

Американский биолог и эколог Б. Коммонер (1917-2012) сформулировал (1974 г.) в свободной беллетристической форме законы (не в том строгом смысле, как это принято в естествознании): 1. Все связано со всем. 2. Все должно куда-то деваться. 3. Природа «знает» лучше. 4. Ничто не дается даром.

Первый закон. **Все связано со всем.** Это закон об экосистемах и биосфере, обращающий внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе. Он близок по смыслу к части закона внутреннего динамического развития. Он призван предостеречь человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям. Например, *осушение болот приводит к обмелению рек.*

Второй закон. **Все должно куда-то деваться.** Этот закон близок по смыслу к первому закону, а также закону развития природной системы за счет окружающей ее среды, особенно по первому его следствию, которое гласит: “...абсолютно безотходное производство невозможно (оно равноценно созданию вечного двигателя)”. Это закон о хозяйственной деятельности человека, отходы от которых неизбежны, и потому необходимо думать как об уменьшении их количества, так и о

последующем их использовании. В связи с этим при развитии технологий необходимы:

а) малая энерго- и ресурсоемкость;

б) создание производства, в котором отходы одного производства являются сырьем другого производства;

в) организация разумного захоронения неминуемых отходов.

Третий закон. **Природа "знает" лучше.** Это закон разумного, сознательного природопользования. Нельзя забывать, что человек тоже биологический вид, что он часть природы, а не ее властелин. Это означает, что нельзя пытаться покорить природу, а нужно сотрудничать с ней. Пока мы не имеем полной информации о механизмах и функциях природы, а без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее "улучшения".

Иначе говоря, человеку нужно поддерживать порядок, существующий в природе, а не соревноваться с нею, считая свои решения наилучшими. В качестве примера можно привести некоторые пестициды. Поначалу они помогали фермерам вести борьбу с сорняками и истребляли практически всех опасных вредителей. Казалось, теперь-то небывалые урожаи обеспечены. Но все обернулось по-другому. Сорняки и насекомые оказывались устойчивыми к различным видам пестицидов, в то время как для животных и птиц, которые питаются насекомыми, а также для природы и человека эти вещества ядовиты. Во всем мире насчитывается по меньшей мере миллионы таких пострадавших.

Четвертый закон. **Ничто не дается даром.** Это закон рационального природопользования. "...Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения". Платить нужно энергией за дополнительную очистку отходов, удобрением – за повышение урожая, санаториями и лекарствами – за ухудшение здоровья человека и т.д.

6.2. Международные конференции ООН по охране окружающей среды

Экосистема – центральное понятие экологии. Экосистема – это биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (совокупность продуцентов, консументов, редуцентов), среды их обитания, системы связей, осуществляющей обмен веществом, энергией и

информацией между ними. Чем больше в экосистеме видов, тем больше там пищевых цепей и тем более устойчивым (сбалансированным) является круговорот веществ и сама экосистема. Если количество видов (биологическое разнообразие) уменьшается, то экосистема становится неустойчивой и теряет способность к саморегуляции.

Первая международная конференция ООН по охране окружающей среды состоялась в Стокгольме в 1972 г. День открытия этой конференции – 5 июня – отмечается как День охраны окружающей среды. Стокгольмская конференция провозгласила: право человека на благоприятную окружающую среду; сохранение природных ресурсов на благо нынешнего и будущих поколений; суверенность прав государств на разработку собственных природных ресурсов и ответственность государств за ущерб, причиненный окружающей среде; избавление человечества и биосферы от опасности применения ядерного и иных видов оружия массового уничтожения.

Главным событием в области охраны окружающей среды конца XX в. стала Конференция ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Основными документами, принятыми на этой Конференции, являются:

Обязательные для исполнения:

- «Конвенция по климату»;
- «Конвенция по охране биологического разнообразия».

Юридически необязательные соглашения:

- «Повестка дня на XXI в.» — программа действий на предстоящее столетие;
- «Заявление о принципах охраны и рационального использования лесов всех климатических зон».

Также были приняты: Декларация Конференции, где сформулированы основные принципы международной политики в области охраны окружающей среды; «Концепция устойчивого экономического развития».

Главная идея Концепции — вести мировое хозяйство так, чтобы не вредить следующим поколениям. Наши предки оставляли своим детям чистую здоровую планету не потому, что были настолько сознательными и гуманными, а потому, что их было мало. Поколение, родившееся в первой половине XX в. и осуществившее НТР, одновременно привело биосферу в состояние глубокого экологического кризиса. Живущие сейчас и активно действующие наши современники должны по возможности исправить

ошибки своих родителей и оставить потомкам Землю, пригодную для нормальной жизни, а не для выживания на ней.

На конференции было отмечено, что все экстерналии — внешние последствия хозяйственной деятельности — подразделяются на временные, глобальные, межсекторальные, межрегиональные и локальные. Для России характерна индустриальная пирамида — модель экономического развития в рамках техногенной экономики с преобладанием природоэксплуатирующих отраслей. Главная задача структурной перестройки экономики России — перевернуть пирамиду, т.е. перейти к доминированию наукоемких производств и технологий.

Принятый на 2-й Международной Конференции ООН по ООС документ «Концепция устойчивого экономического развития» содержит критерии перехода к новой мировой экономике с учетом экологических требований.

6.3. Правовые и экономические вопросы экологической безопасности

В России создан и функционирует механизм охраны окружающей среды, главная особенность которого ориентация не на плановое централизованное финансирование из государственного бюджета, а в основном на экономические методы регулирования. Новая структура экономического механизма сочетает как ранее действующие нормы (природно-ресурсные кадастры, материально-техническое обеспечение и др.), так и новые экономические стимулы (плата за пользование природными ресурсами, экологическое страхование и др.). В качестве обязательных элементов предусматривается включение экологических требований в процедуру оценки принимаемых хозяйственных решений.

Согласно Федеральному природоохранному закону (2002), к основным методам экономического регулирования государственных и рыночных отношений в области охраны окружающей среды относятся:

- установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, а также лимитов на размещение отходов и на другие виды негативного воздействия на окружающую среду;
- проведение экономической оценки воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;

- предоставление налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды;
- возмещение вреда, причиненного природной среде и здоровью человека.

Важнейшая задача нового экономического механизма – сделать охрану окружающей среды составной частью производственно-коммерческой деятельности, чтобы хозяйственник, предприниматель были заинтересованы в охране окружающей среды не меньше, чем они заинтересованы в выпуске конкурентоспособной продукции.

Государственный учет природных ресурсов и загрязнителей

Государственный учет природных ресурсов осуществляется по единой системе органами статистического учета. Экономические, экологические и некоторые другие показатели природных ресурсов обычно обобщают в виде кадастров.

Кадастр природных ресурсов – систематизированный свод сведений, количественно и качественно характеризующих определенный вид природных ресурсов или явлений, в ряде случаев с их социально-экономической оценкой. Единого кадастра природных ресурсов не существует. Различают кадастр недр, земельный, водный, лесной, животного мира, медико-биологический, промысловый и другие виды кадастров.

Земельный кадастр включает данные регистрации землепользователей (собственники, пользователи, арендаторы), учета количества и качества земель, бонитировки (качественной оценки земель). Данные земельного кадастра служат для оценки рационального использования земель, их учитывают при распределении земель по целевому назначению, при определении платежей за землю и др.

Водный кадастр – это свод систематизированных данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях. Он включает три раздела: 1) поверхностные воды; 2) подземные воды; 3) использование вод.

Лесной кадастр – свод данных о лесах, степени их вовлечения в эксплуатацию, качественном составе, запасах древесины, ежегодного ее прироста и т.д. С помощью кадастра оценивают эколого-экономическое значение лесов, решают вопросы охраны лесных ресурсов, другие практические вопросы (выбор лесосырьевых баз и др.). Аналогичные или

близкие к этим функции выполняют кадастры и других природных ресурсов. Своеобразным кадастром редких животных и растений является Красная книга Российской Федерации, а также республик, краев и областей.

В последнее время в связи с обострением экологической ситуации возникла необходимость учета размещения отходов по составу и степени токсичности, а также регистрации загрязнителей окружающей среды. Объектом регистрации служат все опасные и потенциально опасные вещества, независимо от их происхождения, производимые как на территории России, так и ввозимые из-за рубежа.

Лицензии, договоры и лимиты на природопользование

Эффективными средствами охраны окружающей природной среды и рационального природопользования служат такие экономические рычаги, как лицензии, договора и лимиты.

Лицензия (разрешение) на комплексное природопользование – документ, удостоверяющий право его владельца на использование в фиксированный период времени природного ресурса (земель, вод, недр и др.), а также на размещение отходов, выбросы и сбросы.

В лицензию на комплексное природопользование включают:

- основные характеристики природного объекта, разрешенного к использованию;
- сведения о природопользователе;
- объем прав и ограничения в использовании объекта;
- порядок и условия внесения платежей за право природопользования;
- сроки действия лицензии и сроки начала работ.

Лицензии могут иметь **экономический характер** – разрешение на хозяйственное использование природных ресурсов, и **экологический** – разрешение на выброс, сброс, захоронение вредных веществ и др. Лицензия **на комплексное природопользование** выдается природоохранительными органами России сроком на 1 год, но право пользования ею может быть досрочно прекращено, если возникает угроза экологической безопасности населению.

Принципы неистощимости использования природных ресурсов и охраны природной среды могут быть соблюдены лишь при комплексном природопользовании, т.е. в тех случаях, когда использование одного ресурса не оказывает вредного воздействия на другие ресурсы. Поэтому, получив лицензию и пройдя соответствующую экспертизу на

предполагаемую хозяйственную или иную деятельность, природопользователь должен **заключить договор о комплексном природопользовании**.

Договор предусматривает условия и порядок использования природных ресурсов, права и обязанности природопользователя, размеры платежей за пользование природными ресурсами, ответственность сторон и возмещение вреда.

Законодательством предусмотрены и другие виды договоров в сфере природопользования: 1) договор об использовании отдельных видов ресурсов; 2) договор аренды природных ресурсов и 3) договор концессии.

Лимиты (ограничения) **на природопользование** – предельные доступные объемы изъятия и потребления природных ресурсов и вредных воздействий: выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещения отходов производства, которые устанавливаются для предприятий-природопользователей на определенный срок. Так, например, устанавливают лимиты потребления вод промышленного использования, нормы отвода земель для автомобильных дорог, лимиты по отлову животных, расчетную лесосеку и т.д. Лимиты на природопользование устанавливаются с учетом состояния природного объекта.

За сверхнормативное потребление природных ресурсов предусматривается **дополнительная плата**. Таким образом, лимиты, как система экологических ограничений, экономическим путем побуждают природопользователя к бережному отношению к природной среде. Поэтому понятно, что лимиты, а также лицензии и договора на комплексное природопользование выполняют не только экономические, но и природоохранные функции.

Экологическое страхование

По закону Российской Федерации (1991) предприятия, а также граждане имеют право на получение **страхового возмещения** (при добровольном и обязательном страховании) в случае техногенных катастроф, аварий и стихийного бедствия. Непременными условиями выдачи страхового вознаграждения являются внезапность страхового события и непреднамеренность, т.е. отсутствие умысла со стороны предприятия. Однако предприятие может быть лишено права на страховое возмещение, если оно неоднократно предупреждалось о возможности аварии, но не приняло никаких предупредительных мер. Таким образом, экологическое страхование выполняет (экономически) стимулирующие

функции, побуждая предприятия к сохранению природных ресурсов и охране природной среды.

Все более актуальными становятся и такие важные природоохранные проблемы, как страхование риска загрязнения окружающей природной среды, страхование инвестиций в экологически рискованные проекты, выбор приоритетных объектов экологического страхования. Развиваются и другие формы экологического страхования.

Правовые и экономические механизмы природопользования в условиях формирования рыночной экономики нуждаются в постоянном совершенствовании и должны носить поэтапный характер.

Глобальные экологические проблемы. Глобальными считаются проблемы, возникающие в результате объективного развития общества, создающие угрозы всему человечеству и требующие для своего решения объединенных усилий всего мирового сообщества. К таким проблемам относятся: разрушение естественных экосистем, загрязнение атмосферы, почв, воды, проблема озонового слоя, кислотных осадков, парникового эффекта, энергетическая и сырьевая проблемы.

Классификация природных ресурсов. Огромные объемы природных ресурсов, вовлекаемых в современную человеческую деятельность, обострили проблемы их рационального использования и охраны и приобрели глобальный характер. Среди природных ресурсов различают следующие виды: энергетические (солнечная и ядерная энергия, внутриземное тепло и др.); ресурсы литосферы, в том числе земельные и минеральные; атмосферные; водные; биологические (растительный и животный мир), климатические и рекреационные. Экологическая классификация природных ресурсов основана на признаках исчерпаемости и возобновимости запасов: неисчерпаемые – солнечная энергия, внутриземное тепло, энергия воды, воздуха; исчерпаемые возобновимые – флора, фауна, водные ресурсы (крайне медленные темпы возобновления плодородных земель, лесов с высоким качеством древесины); исчерпаемые невозобновимые – полезные ископаемые.

Ценность природных ресурсов определяется уровнем общественных потребностей и отношением к ним.

6.4. Принципы рационального природопользования

Природопользование – использование природной среды для удовлетворения экологических, экономических, культурно-оздоровительных

потребностей общества. Природопользование подразделяется на рациональное и нерациональное. Государственный стандарт РФ ГОСТ 30166-95 «Ресурсосбережение» дает следующие определения терминов.

Ресурсы – ценности, запасы, возможности, источники дохода в государственном бюджете. В общем виде ресурсы делятся на природные и экономические (материальные, трудовые, финансовые).

Ресурсосбережение – деятельность, методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объектов и направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов. Различают энергосбережение и материалосбережение

Рациональное использование ресурсов – достижение максимальной эффективности использования ресурсов в хозяйстве при существующем уровне развития техники и технологии с одновременным снижением техногенного воздействия на среду.

Утилизация – виды работ по обеспечению ресурсосбережения, при которых осуществляются переработка и вторичное использование отслуживших установленный срок или отбракованных изделий, материалов, упаковки и т.п., а также технологических отходов и вторичных материалов.

Главными экономическими принципами рационального природопользования являются платность природопользования и принцип «загрязнитель платит». Экономический механизм включает: установление лимитов использования природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, размещения отходов; установление нормативов платы и размеров платежей за использование природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия; предоставление хозяйствующим субъектам налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей природной среды; планирование и финансирование природоохранных мероприятий; возмещения вреда, причиненного окружающей природной среде и здоровью человека.

Киотский протокол стал первым международным соглашением экономического регулирования экологических проблем. Страны определили для себя количественные обязательства по ограничению либо

сокращению выбросов (на период с 1 января 2008 г. по 31 декабря 2012 г.). Цель ограничений – снизить уровень выбросов парниковых газов на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 г. Протокол предусматривает торговлю квотами, при которой государства или отдельные хозяйствующие субъекты могут продавать или покупать квоты на выбросы парниковых газов на национальном, региональном или международном рынках.

Современный подход к природопользованию включает в себя учет основных экологических законов, применение высоких технологий, минимизация негативного воздействия, платность природопользования, улучшение качества и снижение ресурсо-, энергоемкости хозяйственной деятельности, создание продукции с длительным ресурсом и сроком эксплуатации, использование альтернативных источников энергии и рециклинга, внедрение биосовместимых технологических процессов.

Альтернативные источники энергии. За долгую историю энергетики накопилось много технических средств и способов добывания энергии и преобразования ее в нужные людям формы. Основу современной мировой энергетики составляют тепло- и гидроэлектростанции. Однако их развитие сдерживается рядом факторов. Преимущество альтернативных источников энергии в их возобновимости. К таким источникам можно отнести: энергию солнца (солнечные батареи), энергию ветра, энергию приливов и отливов (Кислогубская приливная электростанция в Мурманской области), глубинное тепло Земли (Паужетская геотермальная электростанция на Камчатке), биотопливо.

Особо охраняемые природные территории. Законодательство РФ об особо охраняемых природных территориях различает следующие категории указанных территорий: государственные природные заповедники, в том числе биосферные; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады; лечебно-оздоровительные местности и курорты.

В Красноярском крае создано семь заповедников:

Большой Арктический заповедник; "Столбы" – природный заповедник; Государственный природный биосферный заповедник "Саяно-Шушенский"; Путоранский государственный природный заповедник; Таймырский заповедник; Тунгусский заповедник; Центрально-Сибирский заповедник. Также есть национальный парк "Шушенский бор", природный парк "Ергаки". Сейчас в Красноярском крае существует

три государственных природных заказника федерального значения и 27 государственных природных заказников краевого значения.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Экология – это....
2. Перечислите задачи экологии.
3. Каковы основные разделы экологии?
4. Назовите методы экологии.
5. Объясните термин «загрязнение окружающей среды». Какие существуют виды загрязнения? В чем состоят черты их сходства и различия?
6. Дайте определение охраны окружающей среды. Какие существуют виды природопользования?
7. Какие существуют меры борьбы с загрязнением гидросферы, литосферы и атмосферы?
8. В каких целях применяется комплексное использование минерального сырья?
9. Перечислите основные нормативно-правовые акты экологического права.

РАЗДЕЛ 7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1. Адаптация организма к условиям среды

При изучении взаимодействий окружающей среды и спортивной деятельности обычно рассматривается два основных процесса: влияние окружающей среды на спортивную деятельность и влияние спортивной деятельности на окружающую среду. Занятия физическими упражнениями и спортом немислимы без взаимодействия человека с окружающей средой, а факторы, определяющие ее формирование, как прямым, так и косвенным образом оказывают влияние на организм спортсмена и его спортивные результаты.

Важную роль играют временные, климатические и высотные факторы. Участие в соревнованиях и спортивно-тренировочных сборах зачастую связано с пересечением до 7-11-часовых поясов, переездом из северных областей в южные и наоборот, а также с подъемом над уровнем моря на высоту 3000 м и более. Период адаптации спортсмена занимает обычно не менее двух недель, причем самое трудное время для

пробывания в непривычных климатических условиях приходится на 5-7-й дни. При перемещении в различные часовые пояса авиарейсами следует учитывать то, что для адаптации требуется не менее суток на каждый час разницы в поясном времени. На организм спортсмена оказывают влияние и экологические особенности региона – состав и свойства воды, воздуха, почвы, погодный режим и т.д. Таким образом, следует планировать учебно-тренировочный и спортивно-соревновательный процессы с учетом перечисленных обстоятельств.

Адаптация целостного организма к новым условиям среды, в том числе к высоким физическим нагрузкам, обеспечивается не отдельными органами, а скоординированными в пространстве и времени и соподчиненными между собой специализированными функциональными системами.

С появлением на Земле человека разумного получила развитие новая форма адаптации к факторам внешней среды. Принципиальным ее отличием от адаптации в животном мире явилось сознательное управление ее содержанием с помощью достижений общечеловеческой культуры. Средства физической культуры – физические упражнения, различной интенсивности, естественные силы природы, гигиенические факторы – стали важными средствами повышения адаптивных возможностей человека, совершенствование его социальной и биологической природы.

Для адаптации к окружающей среде человек должен двигаться очень активно, ведь движение играет большую роль в социально-биологическом процессе.

Становление человека происходило в условиях высокой двигательной активности, которая была необходимым условием его существования, биологического и социального процесса. Тончайшая сработанность всех систем организма формировалась в процессе эволюции на фоне активной двигательной деятельности. Недостаточность движений в современном обществе – социальный, а не биологический феномен. Спорт способствует формированию популяризации людей, более устойчивых к воздействию издержек цивилизации: малоподвижного образа жизни, увеличений агрессивных агентов среды обитания. В процессе эволюции на Земле выжили только те популяции, у которых генетическая устойчивость к физическим нагрузкам оказалась более высокой. Можно сказать поэтому, что физические нагрузки в эпоху НТР являются фактором, элиминирующего отбора. При этом обычные рекомендации по рационализации сводятся к

использованию малоинтенсивных форм двигательной активности. Их полезность не вызывает сомнений, однако сила тренирующего воздействия на основные системы жизнеобеспечения, и в первую очередь на сердечно-сосудистую систему, у них оказывается недостаточной. Физические нагрузки, оказывающие мощное тренирующее воздействие на все системы жизнеобеспечения, выступают важнейшим фактором эволюции человека на современном этапе его развития. Они способствуют формированию популяции, степень устойчивости которых к агрессивным факторам внешней среды повышается.

Снижение двигательной активности приводит к нарушению слаженности в работе мышечного аппарата и внутренних органов вследствие уменьшения интенсивности импульсации из скелетных мышц в центральный аппарат регуляции. На уровне внутриклеточного обмена гипокинезия приводит к снижению структур. При гипокинезии изменяется структура скелетных мышц и миокарда. Падает иммунологическая устойчивость, активность.

Также снижается устойчивость организма к перенагреванию, охлаждению, недостатку кислорода.

Уже через 7-8 суток неподвижного лежания у людей наблюдаются функциональные расстройства; появляются апатия, забывчивость, невозможность сосредоточиться на серьезных занятиях, расстраивается сон, резко падает мышечная сила, нарушается координация не только в сложных, но и в простых движениях; ухудшается сократимость скелетных мышц, изменяются физико-химические свойства мышечных белков; в костной ткани уменьшается содержание кальция.

У юных спортсменов эти расстройства развиваются медленнее, но и у них в результате гиподинамии нарушается координация движений, появляются вегетативные дисфункции. Особенно пагубна гиподинамия для детей. При недостаточной двигательной активности дети не только отстают в развитии от своих сверстников, но и чаще болеют, имеют нарушения в опорно-двигательной функции.

7. 2. Коррекции процесса адаптации

Наиболее эффективный способ коррекции процесса адаптации - это оптимизация самой начальной стадии. Существуют такие пути:

1. Поддержание исходного высокого функционального состояния организма (как физического, так и эмоционального).

2. Соблюдение ступенчатости при адаптации к новым условиям (природно-климатическим, производственным, временным), а также при переключении с донного вида деятельности на другой, т.е. постепенное вхождение в новую среду и в любой труд. Соблюдение этого условия позволяет включаться без перенапряжения физиологическим системам организма и тем самым обеспечить оптимальный уровень работоспособности. Такая стратегия способствует сохранению ресурсов организма, уменьшению платы за адаптацию.

3. Организация режима труда, отдыха, питания с учетом не только возрастных и половых особенностей человека, но и природно-климатических (сезоны года, температурный режим, содержание кислорода в атмосфере) условий.

4. Необходимое для обеспечения долговременной адаптации человека в экстремальных условиях поддержание не только достаточно высокого уровня физического состояния, но и характера социально значимой мотивации и сохранения здорового морального климата в коллективе.

Научно-техническая революция двадцатого столетия многократно увеличила способность человека воздействовать на природную среду. К сожалению, это воздействие нередко носит разрушительный характер, что приводит к огромному экономическому ущербу, ухудшению благосостояния и здоровья людей.

В конечном счете, все экологические проблемы прямо или косвенно оказывают влияние на физическое и нравственное здоровье человека. Экологическим исследованиям принадлежит большая роль в профилактике различных заболеваний.

7.3. Влияние окружающей среды на спортивную деятельность

Существует классификация факторов окружающей среды в зависимости от их влияния на здоровье спортсменов при занятиях физическими упражнениями и спортом.

К факторам, оказывающим однозначно неблагоприятное влияние, относятся болезнетворные (патогенные) микроорганизмы, вирусы, грибки и животные-паразиты; пыль, вредные химические вещества в окружающей среде. Нужно стараться свести к минимуму их воздействие в местах занятий физическими упражнениями и спортом.

Факторами, имеющими неоднозначное влияние, являются факторы физической и химической природы, определяющие процессы

жизнедеятельности человека. К ним относятся температура, влажность, скорость движения воздуха, давление, радиационный фон, погода, климат, химический состав воздушной среды и др.

В отличие от первой группы факторов внешней среды, оказывающих однозначно неблагоприятное влияние на состояние здоровья, вторая группа факторов, имеющих неоднозначное влияние на организм спортсмена в определенных границах своего воздействия, может не только иметь жизненно необходимое значение, но и оказывать закаливающее и тонизирующее влияние на организм, способствуя достижению спортивных результатов. В то же время данная группа факторов в ряде случаев может способствовать и снижению спортивной формы и спортивных результатов. Поэтому в местах занятий спортом должны соблюдаться нормативы качества воздушной среды, температуры, давления, ионизирующего излучения и т.д.

7.4. Влияние спортивной деятельности на окружающую среду

Для качественной оценки влияния спортивной деятельности на окружающую среду предложена гигиено - экологическая классификация видов спорта (Н.Н. Алфимов, В.В. Белоусов, 1980). Изменения окружающей среды в результате занятий отдельными видами спорта могут проявляться в виде: 1) изменений ландшафта, 2) изменений фауны, 3) изменений флоры, 4) эрозии почвы, 5) шумового загрязнения, 6) загрязнения почвы, 7) загрязнения воды, 8) загрязнения воздуха. В целом это составляет 8 типов основных негативных изменений.

По степени воздействия на окружающую среду все виды спорта разделены на три основные группы: с выраженным антропогенным эффектом, с умеренно выраженным антропогенным эффектом, с незначительно выраженным антропогенным эффектом.

Виды спорта с выраженным антропогенным эффектом – те виды, которые вызывают от 5 до 8 типов отрицательных изменений во внешней среде. К ним относят: автотоспорт, альпинизм, водно- моторный спорт, многоборье, биатлон, туризм и автотуризм и некоторые другие.

Виды спорта с умеренно выраженным антропогенным эффектом вызывают от 3 до 4 типов отрицательных изменений во внешней среде. К ним относят спортивные игры на необорудованных площадках, легкоатлетические кроссы, лыжные гонки, горнолыжный спорт и некоторые другие.

Виды спорта с незначительно выраженным антропогенным эффектом вызывают 1-2 типа отрицательных изменений во внешней среде. К ним можно отнести основную массу видов спорта, которыми занимаются на стадионах (негативное воздействие - шумовое загрязнение окружающей среды), плавание (загрязнение воздуха). Эти виды спорта практически не оказывают отрицательного влияния на окружающую среду.

Одним из актуальных направлений эколого-гигиенических исследований является разработка целенаправленных мероприятий по оценке и предотвращению негативного воздействия спортивной деятельности на окружающую среду, важная роль при этом уделяется дифференцированному подходу с учетом эколого-гигиенической классификации видов спорта.

Следует остановиться и на той среде, в которой непосредственно происходят занятия спортом. *Согласно гигиенической классификации видов спорта* (Н.Н. Алфимов, 1984), все виды спорта можно разделить на три основные группы:

- 1) виды спорта в организованной внешней среде;
- 2) виды спорта в неорганизованной внешней среде;
- 3) виды спорта в техногенно измененной среде.

К видам спорта в организованной внешней среде следует отнести все виды спорта, для занятия которыми внешняя среда создается специально (стадионы, легкоатлетические манежи, универсальные спортивные залы, бассейны и другие спортивные сооружения).

К видам спорта в неорганизованной внешней среде следует отнести те виды спорта, где перед спортсменами ставится задача преодоления трудностей необжитой природы (туризм, альпинизм и др.).

Виды спорта в техногенно измененной среде – это такие виды спорта, занятия которыми связаны с техникой, эксплуатация которой обуславливает техногенное изменение внешней среды.

Для сохранения здоровья спортсмена при занятиях спортом в организованной внешней среде необходимо создание оптимальных условий для его деятельности (нормирование параметров микроклимата, шума, загрязнения воздуха и воды, а также других вредных факторов). При занятиях видами спорта в неорганизованной внешней среде необходимо обучение спортсменов приемам и способам сохранения здоровья в период нахождения в условиях необжитой природы и при преодолении тех трудностей, которые с этим связаны.

При занятиях видами спорта в техногенно измененной среде требования к сохранению здоровья сводятся к снижению, устранению или ограничению воздействия вредных для здоровья факторов, возникающих при эксплуатации спортивной техники и могущих оказать неблагоприятное воздействие на организм человека.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Объясните связь между экологией и спортом.
2. Назовите основные группы факторов окружающей среды, имеющих важное значение при занятиях физической культурой и спортом.
3. Как, по вашему мнению, можно уменьшить влияние спортивной деятельности на окружающую среду?

ГЛОССАРИЙ

Автотрофы – организмы, способные синтезировать из неорганических веществ необходимые им для жизни органические вещества за счет солнечной энергии (фототрофы, или гелиотрофы) или энергии некоторых химических реакций окисления аммиака, сероводорода и др. веществ (хемотрофы). К автотрофам относятся высшие растения (кроме паразитных и сапрофитных), водоросли, некоторые бактерии (пурпурные, железобактерии, серобактерии и др.).

Агранулоциты – разновидность лейкоцитов (моноциты и лимфоциты).

Агробиогеоценоз – неустойчивая экосистема с искусственно созданным или обедненным видами естественным биотическим сообществом, дающим сельскохозяйственную продукцию, агробиогеоценоз не способен длительно существовать без постоянной поддержки человеком.

Агроландшафтная система, или агроландшафт – природно-территориальный комплекс, оцененный по отобранным факторам в отношении его агропотенциала и уже подвергающийся сельскохозяйственному освоению. Агроландшафты подразделяются на категории земледельческие, в которых производится выращивание культурных растений, и пастбищные, предназначенные для выпаса домашнего скота.

Агроценоз - искусственно созданное и регулярно поддерживаемое человеком биотическое сообщество, обладающее высокой продуктивностью одного или нескольких видов растений или животных.

Адаптация – (приспособление, прилаживание) - приспособление органа, функции или организма к изменяющимся условиям среды. Совокупность морфофизиологических, популяционных и других свойств живых организмов, обеспечивающих возможность устойчивого выживания в конкретных условиях среды. Различают общую адаптацию (приспособление к широкому диапазону условий среды) и частные адаптации (приспособление к локальным или специфическим условиям среды).

Акросома – видоизмененная лизосома, расположенная на коме сперматозоида, в ней содержатся ферменты, растворяющие оболочку яйцеклетки при оплодотворении.

Активный транспорт веществ через мембрану – перенос веществ с затратами энергии АТФ.

Аллели – различные формы одного и того же гена, располагающиеся в идентичных локусах (участках) гомологичных хромосом и определяющие альтернативные варианты проявления того или иного признака.

Амитоз – срочное деление клетки, без точного деления ядра и наследственной информации.

Анафаза – фаза митоза, расхождение хроматид (нитей ДНК) к полюсам клетки.

Анаэробное дыхание – бескислородное.

Антитела – защитные иммунные белки, уничтожающие антигены.

Антиген – чужеродное тело, бактерии, вирусы, белки.

Аутосомно-доминантное – это наследование доминантного гена, расположенного в аутосомах.

Аутосомно-рецессивное наследование – это наследование рецессивного гена расположенного в аутосомах. Такое наследование называют скрытым, по этому типу наследуется большинство наследственных болезней человека.

Аутосомы – хромосомы, одинаковые у мужчин и женщин (44 или 22 пары).

Аэробное дыхание – дыхание с участием кислорода.

Безотходная технология - это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле: сырьевые ресурсы - производство - потребитель - вторичные ресурсы - таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования

Би- (от латинского), **(ди-** от греческого) – приставки обозначающие две, например, дигибридное скрещивание – скрещивание гибридов отличающихся по двум признакам, бинарная номенклатура – название вида состоит из двух слов.

Биогеоценоз – совокупность организмов разных видов и популяций, взаимодействующих между собой и окружающей средой. Например: лес, луг, озеро, город.

Биосфера – геологическая оболочка Земли, населенная живыми организмами, включает литосферу, атмосферу, гидросферу и часть стратосферы.

Биоценоз – совокупность совместно обитающих популяций разных видов микроорганизмов, растений и животных

Бластула – однослойный зародыш.

Вакцина – это препарат, содержащий ослабленных возбудителей болезни или их токсины. Вводится в организм для формирования искусственного активного иммунитета.

Вид – это совокупность особей, сходных по анатомическим, физиологическим, биохимическим, генетическим и другим признакам, свободно скрещивающихся, дающих плодовитое потомство, и занимающих определенный ареал обитания. Например: человек разумный, тополь пирамидальный.

ВИЧ – вирус иммунодефицита человека. ВИЧ вызывает заболевание СПИД (синдром приобретенного иммунодефицита).

Внутренняя среда организма – кровь, лимфа и межклеточное вещество.

Возрастная периодизация - возрастные периоды человека от рождения до биологической смерти, сопровождающиеся физиологическими и биологическими изменениями.

Воспроизводство населения - процесс изменения рождаемости, смертности и естественного прироста населения

Гаметогенез - процесс образования половых клеток, овогенез - созревания яйцеклеток, сперматогенез - сперматозоидов

Гаплоидный набор – хромосомный набор половых клеток, половинный.

Гастроула – двух- и трехслойный зародыш.

Гемоглобин – сложный белок, содержащийся в эритроцитах. Он состоит из металлосодержащей части - гема и белковой части - глобина. Гем содержит двухвалентное железо, обуславливающее красный цвет гемоглобина, эритроцитов и крови.

Ген – это участок молекулы ДНК, несущий информацию о строении белка и признаке организма.

Генетика – наука о наследственности и изменчивости.

Генные мутации - изменение структуры гена (выпадение нуклеотида, генкопии, искажение кода).

Геномные мутации – изменение количества гомологичных хромосом. Виды: трисомия (лишняя гомологичная хромосома), моносомия (отсутствии гомологичной хромосомы).

Генотип – это совокупность всех генов организма, взаимодействующих между собой и с окружающей средой.

Генотипическая (наследственная) изменчивость – это появление новых признаков в результате рекомбинации ионов или изменения материальных структур наследственности: генов, кариотипа, отдельных хромосом.

Генофонд – 1. Совокупность генов одной группы особей (популяции, группы популяций или вида), в пределах которой они характеризуются определенной частотой встречаемости.

2. Вся совокупность видов живых организмов с проявившимися и потенциальными наследственными задатками.

Гермафродиты – организмы, у которых есть женские и мужские половые железы (ленточные и дождевые черви).

Гетеро – разные, отличающиеся (гетерогаметный пол, гетерозигота).

Гетерозигота – генотип организма, получившего разные аллельные гены по данному признаку: Аа.

Гипертрофия – увеличение мышечной массы под влиянием физической нагрузки или половых гормонов.

Гипертрофия возрастная – увеличение мышечной массы под действием половых гормонов и их аналогов.

Гипертрофия рабочая – увеличение мышечной массы под действием физических нагрузок.

Гипотеза чистоты гамет – аллельные гены, расположены в разных гомологичных хромосомах и при мейозе, попадают в разные гаметы (половые клетки).

Гистогенез – закладка тканей из зародышевых листков.

Гликоген – полисахарид, животный крахмал, входит в состав биологических мембран, запасается в мышцах и печени.

Гомеостаз – постоянство внутренней среды организма.

Гомо – подобный, одинаковый (гомологичные хромосомы, гомологические ряды органических соединений)

Гомозигота – генотип организма, получившего одинаковые аллельные гены от родителей (AA, aa).

Гомологичные хромосомы – парные хромосомы, в каждой паре одна из хромосом отцовская, а другая – материнская.

Гранулоциты – разновидность лейкоцитов, бывают нейтрофилы, базофилы, эозинофилы.

Группа сцепления генов – гены, расположенные в одной хромосоме рядом, и наследуемые, как один ген. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

Дигибридное скрещивание – это скрещивание гибридов, отличающихся по двум признакам.

Диплоидный набор хромосом – хромосомный набор соматических клеток, у человека - 46, у шимпанзе - 48.

Доминантный ген – преобладающий, всегда проявляется в фенотипе и обозначается большой буквой латинского алфавита (A, B, H). Например, гены: праворукости, карих глаз, положительного резус-фактора (+Kb).

Дыхание – любой способ получения энергии живыми организмами, второй этап энергетического обмена.

Естественный прирост – разница между рождаемостью и смертностью.

Жизнеспособность – способность особи сохранять свое существование в меняющихся условиях среды. Включает анатомофизиологические нормы функционирования (отсутствие аномалий) и рефлексорно- психологические нормативы ответных реакций на изменения в окружающей среде. Эти реакции должны соответствовать реальным ситуациям.

Жизнь – особая форма движения материи, характеризуемая обменом веществ, самовоспроизведением (произведением себе подобных), системным самоуправлением, саморазвитием, физической и функциональной дискретностью отдельных живых существ (особей) или их общественных конгломератов (пчелы, кораллы) при общем единстве живого вещества космического тела.

Закон Т. Моргана – явление наследования генов, расположенных в одной хромосоме, сцепленное наследование.

Загрязнение антропогенное – загрязнение, возникающее в результате деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на интенсивность природного загрязнения.

Загрязнение биологическое – случайное или благодаря деятельности человека проникновение в экосистемы или технические устройства видов животных и растений, чуждых данным сообществам и устройствам и обычно там отсутствующих.

Загрязнение биотическое – распространение определенных, как правило, нежелательных с точки зрения людей, биогенных веществ (выделений, мертвых тел и т. п.) на территории, где они ранее не наблюдались.

Загрязнение естественное – загрязнение, возникшее в результате природных, как правило, катастрофических процессов (например, мощного извержения вулкана и т. п.).

Загрязнение механическое – засорение среды агентами, оказывающими лишь механическое воздействие без физико-химических последствий (например, мусором).

Загрязнение окружающей среды – нежелательное изменение ее свойств в результате антропогенного поступления различных веществ и соединений

Загрязнение радиоактивное – форма физического загрязнения, связанного с превышением естественного уровня содержания в среде радиоактивных веществ.

Загрязнение химическое – изменение естественных химических свойств среды, превышающее среднесуточные колебания количества каких-либо веществ для рассматриваемого периода времени, или проникновение в среду веществ, нормально отсутствующих в ней или в концентрациях, превышающих норму.

Загрязнение шумовое – форма физического (обычно антропогенного) загрязнения, возникающего в результате увеличения интенсивности и повторяемости шума сверх природного уровня. Приводит к повышению утомляемости у человека, снижению умственной активности и при достижении 90-100 дБ постепенной потере слуха.

Заповедник – 1. Особо охраняемое законом (или обычаями) пространство, пребывание в пределах которого очень строго ограничено или

нацело запрещено. 2. Участок природы и учреждение природного комплекса.

Здоровье человека – объективное состояние и субъективное чувство полного физического, психического и социального комфорта.

Зигота – оплодотворенная яйцеклетка

Зона экологического риска – места на поверхности суши и в акваториях океана, где человеческая деятельность может создать опасные экологические ситуации, например зоны подводной добычи нефти, опасные для проходящих танкеров участки моря, и т.п.

Избирательная проницаемость мембраны – свойство мембраны лучше пропускать одни вещества и хуже другие, например, ионы натрия мембрана пропускает хуже, а ионы калия – лучше.

Изменчивость – это свойство организмов приобретать новые признаки в процессе онтогенеза.

Иммунитет – это функция многоклеточного организма поддерживать свой гомеостаз путем устранения из него чужеродных тел.

Иммунитет врожденный – передается по наследству, защищает от болезней животных, формируется в эмбриональный период и первый год жизни, при кормлении грудью.

Иммунитет естественный – формируется в результате перенесенного заболевания, при этом в крови происходит первичный и вторичный иммунный ответ.

Иммунитет искусственный – формируется медицинскими методами. Искусственный иммунитет бывает активный и пассивный.

Иммунитет искусственный активный - формируется в результате прививок (вакцин).

Иммунитет искусственный пассивный – формируется при введении сыворотки. Сыворотка - это плазма крови животного с готовыми антителами. При введении сыворотки в организм происходит вторичный иммунный ответ, т.е. готовые антитела уничтожают антигены и человек не заболевает.

Иммунитет приобретенный – формируется в течение жизни, бывает естественный и искусственный.

Иммунная система человека – органы, клетки и ткани, осуществляющие иммунитет. Различают центральные и периферические органы. К центральному относятся красный костный мозг и тимус.

Иммунный ответ первичный – происходит при попадании антигена в кровь, узнавание вируса лимфоцитом, прикрепление к нему, в результате чего образуется особая плазматическая клетка - клетка иммунной памяти. Первичный иммунный ответ происходит в период болезни.

Иммунный ответ вторичный – выработка антител клетками памяти. Их количество в плазме нарастает, и они уничтожают антигены. В этот период человек выздоравливает.

Иммунодефицит – снижение иммунной защиты.

Иммунология – наука об иммунитете, она изучает иммунные механизмы, проблемы аллергии и трансплантации органов.

Интерфаза – период роста, развития клетки, удвоения ДНК.

Кариокинез – деление ядра.

Кариотип – хромосомный набор вида. В кариотипе человека 46 хромосом.

Катастрофа экологическая – 1. Природная аномалия (длительная засуха, массовый мор скота и т.п.), нередко возникающая на основе прямого или косвенного воздействия человеческого хозяйства на природные процессы, приводящая к неблагоприятным экономическим последствиям или даже гибели населения определенного региона.

2. Авария технического устройства (атомной электростанции, танкера и т.п.), приведшая к остро неблагоприятным изменениям в природной среде и, как правило, к массовой гибели живых организмов.

Кодоминантные гены – взаимодействующие между собой и дающие промежуточное значение признака.

Кодоминирование – взаимодействие аллельных генов.

Комбинативная изменчивость – это появление новых признаков в результате рекомбинации генов. Рекомбинация - это образование новых сочетаний генов. Она обеспечивается в природе тремя процессами: конъюгацией и кроссинговером, случайным расхождением хромосом в мейозе, случайным сочетанием гамет при оплодотворении.

Консументы – потребители органических веществ.

Конъюгация – это сближение и скручивание гомологичных хромосом, происходит в профазу первого деления мейоза.

Критические периоды онтогенеза – периоды жизни эмбриона человека, когда он наиболее чувствителен к факторам окружающей

среды. Такowymi считают имплантацию, плацентацию, закладку осевых органов, нервной и кишечной трубки, хорды, формирование сердца, подростковый.

Кроссинговер – обмен гомологичных хромосом участками, обеспечивает рекомбинацию генов и комбинативную изменчивость в природе, происходит в профазу первого деления мейоза.

Круговорот веществ – многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере, в том числе в тех их слоях, которые входят в биосферу планеты.

Круговорот воды в природе – обращение воды на Земле, условно начинающееся выпадением атмосферных осадков, продолжающееся поверхностным и подземным стоком, инфильтрацией, испарением, переносом водяного пара в атмосфере и вновь происходящими атмосферными осадками.

Круговорот кислорода (свободного) – образование кислорода в результате фотосинтеза растений и потребление его в ходе дыхания, реакций окисления (в том числе сжигания топлива) и других химических преобразований (образование озона и т.п.).

Круговорот минеральных веществ – обмен или между живым веществом, атмосферой, гидросферой и литосферой, а также внутри этих образований. Любой растворимый, но не летучий химический элемент может совершать замкнутый естественный круговорот только через биосферу.

Ландшафт – подразделение земной поверхности, в пределах которого геоморфологические особенности, субстраты почвы и подпочвы на суше, плотность и соленость вод в океане, приход энергии и атмосферно-климатические процессы, фазовое состояние среды (вода, лед), а для подразделений суши - характер увлажнения создают условия для специфического сочетания продуцентов, консументов и редуцентов, в свою очередь, глубоко влияющих на абиотические характеристики среды, что в совокупности формирует экосистему третьего иерархического уровня этого подразделения с более или менее ясно различимыми рубежами.

Ландшафт антропогенный – ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (экологических) компонентов в степени, ведущей к сложению

нового по сравнению с ранее существовавшим на этом месте природного комплекса.

Лейкоциты – белые клетки крови, не имеют постоянной формы тела, содержат ядро, способны к амебовидному движению, выполняют функцию фагоцитоза и вырабатывают антитела.

Летальные мутации – вызывают смерть организма (полиплоидия и гаплоидия у человека).

Мейоз – способ деления предшественников половых клеток, деление созревания гамет.

Мензис – выведение из организма неоплодотворенной яйцеклетки и разрыхленного эпителия в результате сокращения гладкой мускулатуры стенок матки.

Металлы тяжелые – металлы с большой атомной массой (ртуть, свинец, цинк и др.), антропогенное рассеивание которых в виде солей в биосфере приводит к отравлению или угрозе отравления живого.

Метафаза – фаза митоза, выстраивание хромосом на экваторе клетки.

Миофибрилла – сократительный аппарат мышечного волокна, специальный органоид мышечной клетки.

Митоз – основной способ деления соматических клеток.

Модификационная изменчивость – ненаследованная изменчивость, обеспечивает приспособление организма к условиям окружающей среды.

Мониторинг – слежение за какими-то объектами или явлениями; в приложении к среде жизни – слежение за ее состоянием и предупреждение о создающихся критических ситуациях (повышение загазованности воздуха сверх ПДК и т. и.), вредных или опасных для здоровья людей, других живых существ, их сообществ, природных и антропогенных объектов (в том числе сооружений).

Моногибридное скрещивание – это скрещивание гибридов, отличающихся по одному признаку.

Мутагены – факторы среды, вызывающие мутации. Бывают химические, физические и биологические. Физические: все виды радиации, ультразвук, магнитные поля. Химические: химические вещества, гербициды, пестициды, инсектициды. Биологические: вирус краснухи, кори.

Мутации индуцированные – мутации, вызванные искусственно (рентгеномутанты пшеницы).

Мутации спонтанные – самопроизвольные.

Мутации полезные – являются источником полезных признаков у организма (мутантный гемоглобин у жителей тропиков обеспечил невосприимчивость их к малярии).

Мутационная изменчивость – появление нового признака в результате мутаций.

Наследование – это закономерности передачи признаков от родителей к потомству с учетом функциональной активности и локуса гена.

Наследственность – это свойство живых организмов сохранять и передавать признаки от родителей потомству.

Независимое наследование – это наследование признаков передающихся по законам Менделя; если признак определяется одним геном, то такое наследование называется моногенное.

Нейрон – нервная клетка, состоит из тела, аксона и дендритов.

Нейтральные мутации – не влияют на жизнеспособность организм (появление аллельных генов, ген карих и голубых глаз).

Нерациональное природопользование – не обеспечивает сохранение природно-ресурсного потенциала, ведет к оскудению и ухудшению качества природной среды, сопровождается загрязнением и истощением природных систем, нарушением экологического равновесия и разрушением экосистем.

Норма реакции – предел изменения признака.

Обмен веществ (метаболизм) – совокупность процессов поступления веществ в живую систему, преобразования их в процессе сложных химических реакций и выведения продуктов обмена.

Озоносфера (озоновый экран) – слой атмосферы, близко совпадающий со стратосферой, лежащий между 7-8 (на полюсах), 17-18 (на экваторе) и 50 км (с наибольшей плотностью озона на высотах 20-22 км) над поверхностью планеты и отличающийся повышенной концентрацией молекул озона, отражающих жесткое космическое излучение, губительное для живого. Предполагается, что глобальное загрязнение атмосферы некоторыми веществами (фреонами, оксидами азота и др.) может нарушить функционирование озонового экрана.

Онтогенез – индивидуальное развитие организма от зиготы до биологической смерти.

Органогенез – закладка органов.

Охрана природной среды, окружающей человека – комплекс международных государственных и региональных административно-хозяйственных, политических и общественных мероприятий по обеспечению физических, химических и биологических параметров функционирования природных систем в необходимых с точки зрения здоровья человека пределах.

Охрана природы – 1. Совокупность международных, государственных, региональных, административно-хозяйственных, политических и общественных мероприятий, направленных на региональное использование, воспроизводство и сохранение природных ресурсов Земли и ближайшего к ней космического пространства в интересах существующих и будущих поколений людей.

2. Комплексная дисциплина, разрабатывающая общие принципы и методы сохранения и восстановления природных ресурсов. Включает как главные разделы охрану земель (почв), вод, атмосферы и живой природы.

Охрана ресурсов – это использование, управление и защита ресурсов с тем, чтоб ими могли пользоваться в установленном режиме настоящие и будущие поколения.

Пассивный транспорт веществ через мембрану – перенос веществ без затрат энергии АТФ, например, диффузия.

Пестицид – химическое соединение, используемое для защиты растений, с.-х. продуктов, древесины, изделий из шерсти, хлопка, кожи, для уничтожения эктопаразитов животных и для борьбы с переносчиками опасных заболеваний. К пестицидам относятся также вещества, используемые для регуляции роста и развития растений (ауксины, гиббереллины, ретарданты), удаления листьев (дефолианты), уничтожения растений на корню (десиканты), удаления цветов и завязей (дефлоранты), отпугивания животных (репелленты), их привлечения (аттрактанты) и стерилизации (хемотрелизаторы). Использование пестицидов неизбежно отрицательно влияет на экосистемы любого иерархического уровня и на здоровье человека.

Пиноцитоз – поглощение клеткой капель растворов.

Пирамида экологическая, или пирамида биомасс – соотношение между продуцентами, консументами (первого, второго порядков) и редуцентами в экосистеме, выраженное в их массе и изображенное в виде графической модели.

Пластический обмен (ассимиляция, анаболизм) – это химические реакции, в результате которых происходит синтез органических веществ. Например, синтез белков, жиров, углеводов.

Плейотропность – свойство гена определять несколько признаков. Ген определяющий количество пигмента кожи меланина, определяет оттенок глаз, кожи, волос.

Поддержание экологического равновесия – 1. Территориальное – сохранение природных экосистем на части территории с таким расчетом, чтобы эти специально выделенные участки поддерживали ранее существовавший или желаемый баланс между средообразующими компонентами территорий.

2. Компонентное – искусственное добавление какого-то из средообразующих компонентов при его нехватке против естественно существовавшего количества (например, путем лесопосадок, переброски вод и т. п.).

Полигенное наследование – наследование признаков, определяемых множеством генов. В аллели более двух генов. К ним относятся: физические способности, телосложение, цвет кожи, группы крови. Цвет кожи у человека определяют 8 генов. P_1, P_2, \dots, P_8 .

Полимерия – один признак определяется несколькими генами (цвет кожи определяет 8 генов, группы крови - 3 гена).

Половой диморфизм – отличие самцов и самок по внешнему виду.

Половые хромосомы – хромосомы, отличающиеся у мужчин и женщин. У мужчин они обозначаются - ХУ, у женщин - ХХ.

Популяция – это группа особей одного вида, изолированная от других таких же групп (популяция жителей России, Краснодарского края, севера).

Популяция экологическая – особи одного вида, обитающие в пределах одного биогеоценоза.

Постэмбриональный период развития – период от рождения и до биологической смерти.

Природопользование – практика использования природной среды и других природных ресурсов человечеством.

Природопользование рациональное – система деятельности, призванная обеспечить наиболее эффективный режим воспроизводства и экономной эксплуатации природных ресурсов с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

Провизорные органы – органы, выполняющие свои функции на эмбриональной стадии развития: зародышевые оболочки, хорион, амнион, плацента, пупочный канатик.

Продуценты – 1. Организмы, производящие органические соединения, используемые ими как источник энергии и питательных веществ.

2. Производители продукции, которой потом питаются все остальные организмы.

Прокариоты – безъядерные клетки (бактерии и сине-зеленые водоросли).

Профаза – начальная фаза митоза, в которой спирализуются хромосомы, растворяется оболочка ядра, начинает образовываться веретено деления.

Равновесие экологическое – баланс естественных или измененных человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному (условно-бесконечному) существованию данной экосистемы.

Редуценты (деструкторы, сапротрофы, сапрофиты, сапрофаги) – микроорганизмы (бактерии и грибы), разрушающие отмершие остатки живых существ, превращающие их в неорганические соединения и простейшие органические соединения.

Раздражимость – свойство отвечать на внешнее раздражение изменением уровня обмена веществ (таксисы, тропизмы).

Репродукция (размножение) – это свойство организмов воспроизводить себе подобных. В природе есть два основных способа размножения: бесполое и половое.

Рецессивный ген – подавляемый, проявляется в фенотипе при отсутствии доминантного, в гомозиготном состоянии (aa, vv, bb) и обозначается маленькой буквой латинского алфавита (a, v, b). Например, гены: леворукости, голубых глаз, отрицательного резус-фактора (-Kb).

Ритмичность – периодические изменения интенсивности физиологических функций и процессов жизнедеятельности.

Саморегуляция – способность природной (экологической) системы к восстановлению баланса внутренних свойств после какого-либо природного или антропогенного влияния. Основана на принципе обратной связи отдельных составляющих природную систему подсистем и экологических компонентов.

Сенситивные периоды – это периоды снижения генетического контроля и повышенной чувствительности отдельных признаков организма к средовым влияниям, в том числе педагогическим и тренерским.

Симбиоз – тип взаимоотношений организмов разных систематических групп - взаимовыгодное сожительство особей двух или более видов, например водорослей, грибов и микроорганизмов в составе тела лишайника.

Сообщество – когда несколько популяций различных видов живых организмов живут в одном месте и взаимодействуют друг с другом.

Скрининг-тест – экспресс - метод определения генетического пола.

Соматические клетки – клетки тела (эпителиальные, мышечные и др.).

Субклеточные структуры – органоиды расположены в цитоплазме клетки (ядро, митохондрии, рибосомы).

Супрессия – взаимодействие неаллельных генов.

Таксисы – движение в сторону раздражителя или от него (положительный фототаксис - движение листьев растения к свету).

Телофаза – фаза митоза, мейоза. Происходит образование дочерних клеток.

Тельце Барра – половой хроматин пассивной X - хромосомы. У женщин при окрашивании видно одно тельце Барра, у мужчин их нет. Число телец Барра на одно меньше, чем число X - хромосом.

Тератогенные факторы (от греческого «терата» - урод) – неблагоприятные факторы среды, вызывающие врожденные пороки и уродства.

Тестостерон – мужской половой гормон.

Тимус (вилочковая железа – расположен в грудной полости, рядом с сердцем, на уровне мечевидного отростка грудины. В нем образуются

одни из главных иммунных клеток - Т-лимфоциты: (Т-киллеры, Т-хелперы и Т- супрессоры).

Ткань – это группа клеток, сходных по строению, происхождению и функциям.

Тромбоциты – клетки крови, образуются в красном костном мозге, являются кусочками цитоплазмы гигантских клеток костного мозга, осуществляют свертывание крови.

Тропизмы – процессы роста под действием раздражителя, геотропизм – рост корня под действием силы тяжести, гелиотропизм – рост побега в сторону солнца.

Фагоцитоз – поглощение клеткой крупных молекул, чужеродных тел, главная функция лейкоцитов.

Фактор экологический – любое условие среды, на которое живое реагирует приспособительными реакциями (за пределами приспособительных способностей лежат летальные факторы). Экологические факторы принято делить на абиотические, биотические и антропогенные.

Фенотип – совокупность внешних и внутренних признаков организма, он формируется под влиянием генотипа и условий окружающей среды.

Фенотипическая (ненаследственная) изменчивость – это появление новых признаков у организмов под влиянием факторов внешней среды. Фенотипическая изменчивость бывает двух видов: модификационная (адаптивная) и морфозы (уродства).

Филогенез – эволюционное развитие вида.

Хемотаксис – движение в сторону химических раздражителей или от них.

Хромосомные мутации – нарушение структуры хромосом. Виды: отрыв плеча (делеция), удвоение плеча (дупликация), поворот плеча (инверсия). Эти мутации являются причиной хромосомных болезней человека.

Хромосомы – структуры клеточного ядра, функция которых хранение и передача наследственной информации. На молекулярном уровне она состоит из ДНК и комплекса белков – гистонов.

Цитокинез – деление цитоплазмы.

Цитология – наука о клетке.

Шум – одна из форм физического (волнового) загрязнения, адаптация к которой невозможна – сильный шум более 90 дБ приводит к болезням нервно-психического стресса и ухудшению слуха вплоть до полной глухоты (свыше 110 дБ), вызывает резонанс клеточных структур протоплазмы, ведущий к шумовому «опьянению», а затем и разрушению тканей. Шкала силы звука строится на логарифмах отношений данной величины звука к порогу слышимости.

Экзоцитоз – выведение веществ из клетки.

Экологическая безопасность – это состояние защищенности жизненно важных экологических интересов человека и прежде всего его прав на благоприятную окружающую природную среду.

Экология – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают.

Экосистемы (экологические системы) – 1. Любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое из-за взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными средообразующими компонентами. Выделяют микросистемы (например, ствол гниющего дерева и т.п.), мезэкосистемы (лес, пруд и т.п.) и макроэкоистемы (океан, континент и т.п.).

Эмбриональный этап развития организма – период развития от зиготы до рождения, зародышевый.

Эндоцитоз – транспорт веществ внутрь клетки.

Энергетический обмен (катаболизм, диссимиляция) – химические реакции, в результате которых образуется энергия АТФ. Например, дыхание – биологическое окисление.

Энтодерма – внутренний зародышевый слой (листок) у многоклеточных животных.

Эритроциты – красные клетки крови, имеют форму двояковогнутого диска, безъядерные.

Этологическая изоляция – осложнения спаривания, обусловленные особенностями поведения особей.

Эукариоты – организмы, клетки которых содержат ядро растения, животные, бактерии).

Ювенильный период онтогенеза – период до половой зрелости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барчуков И. С. Физическая культура : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / под общ. ред. Н.Н.Маликова. – 4-е изд., испр. – Москва: Издательский цент «Академия», 2011.
2. Гавриков Д.Е. Естественнонаучная картина мира: основные концепции: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ФБГОУ ВПО «Вост-сиб. гос. акад. образ.», 2014.
3. Естественнонаучная картина мира (курс лекций) : учеб.-метод. пособие / под ред. проф. Г.Н. Мансурова. – Москва : МГОУ, 2013.
4. Естественно-научная картина мира / науч. ред. Н.А.Сахибуллин. – Казань: Казан. федерал. ун-т, 2011. – Ч.1 .
5. Естественно-научная картина мира : учеб. по направлению подготовки "Педагогическое образование" / Э. В. Дюльдина, С. П. Ключковский, Б. Р. Гельчинский и др. – Москва : Академия, 2012.
6. Естественно-научные основы физической культуры и спорта : учебник / под ред. А. В. Самсоновой, Р. Б. Цаллаговой. - Москва : Советский спорт, 2014.
7. Естественно-научные, социально-биологические основы физической культуры - http://www.antonovayu.ru/fizkultura_v_vischei_schcole/estest-nauch-sozial-osnovipage7/index.html
8. Искусство подготовки высококлассных футболистов: науч.- метод. пособие / под ред. проф. Н. М. Люкшинова. – 2-е изд., испр., доп. – Москва: Сов. Спорт, 2006.
9. Хорошавина С. Г. Концепции современного естествознания: курс лекций. Изд. 4-е. — Ростов на Дону: Феникс, 2005.
10. Шамсувалеева Э.Ш. Пособие к практическим занятиям по естественнонаучным основам физической культуры и спорта: биология. – Казань : Поволжская ГАФКСиТ, 2012.

Содержание

	ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1.	ЭВОЛЮЦИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.....	4
1.1.	История развития естествознания.....	4
1.2.	Натурфилософский этап естествознания.....	5
1.3.	Естествознание в средние века.....	8
1.4.	Естествознание в Новое время (XVII-XVIII вв.).....	9
1.5.	Возникновение классического естествознания.....	10
Раздел 2.	ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ. МЕСТО ЧЕЛОВЕКА В ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ.....	31
2.1.	Теория Большого взрыва как гипотеза зарождения Вселенной.....	31
2.2.	Теории возникновения жизни.....	32
2.3.	Место человека в системе органического мира и эволюции Земли.	38
Раздел 3.	СПЕЦИФИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ.....	40
3.1.	Единство химического состава. Органические вещества и их биологическая роль.....	40
3.2.	Самовоспроизведение. Генетически модифицированные организмы (ГМО)	43
3.3.	Реализация наследственной информации вирусами...	44
3.4.	Саморегуляция живых организмов.....	46
3.5.	Механизмы поддержания гомеостаза в организме.....	48
3.6.	Биологическая ритмичность. Влияние годовых биоритмов на работоспособность спортсменов	50
3.7.	Взаимосвязи между физическими, химическими и биологическими процессами.....	52
Раздел 4.	ХИМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ.....	54
4.1.	Строение атомов.....	54
4.2.	Химические элементы и структура вещества.....	56
4.3.	Простые и сложные вещества.....	58
4.4.	Неорганические и органические вещества.....	60
4.5.	Химические процессы.....	62
Раздел 5.	КОНЦЕПЦИЯ БИОСФЕРЫ-НООСФЕРЫ.....	65
5.1.	Биосфера и ее границы.....	65
5.2.	Биогеохимические циклы.....	69
5.3.	Экологические пирамиды.....	76

5.4.	Ноосфера - новое состояние биосферы.....	76
Раздел 6.	ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ	78
6.1.	Экология как наука.....	80
6.2.	Международные конференции ООН по охране окружающей среды.....	82
6.3.	Правовые и экономические вопросы экологической безопасности.....	84
6.4.	Принципы рационального природопользования.....	88
Раздел 7.	ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	91
7.1.	Адаптация организма к условиям среды.....	91
7.2.	Коррекции процесса адаптации.....	93
7.3.	Влияние окружающей среды на спортивную деятельность.....	94
7.4.	Влияние спортивной деятельности на окружающую среду.....	95
	ГЛОССАРИЙ.....	98
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	115

Учебное издание

Владимир Иванович Семенов

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА

Редактор И.А. Вейсиг

Подписано в печать 10.11.201 Формат 60X84/16
Усл.печ.л. 6,7

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета,
660041 Красноярск, пр. Свободный, 82 а
Тел. 8(391) 206-26-67
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru

Отпечатано: ИП Щигорев Сергей Владимирович,
ИНН 245401571971 г. Лесосибирск, ул. Магистральная, 38
Тел.: 8 904 0243883 ds-dos@yandex.ru
Тираж 50 экз. Заказ 86 -