

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

Е.Б. Весна, В.М. Демин, А.И. Ксенофонов

СБОРНИК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ЭКОЛОГИИ

*Рекомендовано УМО «Ядерные физика и технологии»
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений*

Москва 2012

УДК 502/504(07)+574(07) 330:504(07)

ББК 20.1я73

ВЗ8

Весна Е.Б., Демин В.М., Ксенофонтов А.И. Сборник тестовых заданий по экологии: учебное пособие М.: НИЯУ МИФИ, 2012.–208 с.

Предназначено для подготовки к компьютерному тестированию по общим вопросам экологии, вопросам радиоэкологии и охраны окружающей среды.

Главное внимание уделено специальным темам, разрабатываемым и читаемым на различных факультетах НИЯУ МИФИ студентам 2–5 курсов.

Пособие включает набор тестов и контрольных вопросов, а также альтернативных ответов, помогающих студенту самостоятельно оценить степень усвоения курса «Основы экологии и охраны окружающей среды». Часть вопросов основана на примерах, встречающихся при проведении циклов компьютерного тестирования в НИЯУ МИФИ в различные годы.

Отличительной особенностью предлагаемого учебного пособия является краткое изложение основных вопросов экологии, понятий и терминов, законов и принципов, названных именами учёных, внесших значительный вклад в экологическую науку.

Подготовлено в рамках Программы создания и развития НИЯУ МИФИ.

Рецензент канд. техн. наук, зав. каф. МГОУ Р.Е. Либерзон

ISBN 978-5-7262-1680-5

© *Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ», 2012*

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение		5
Глава 1. Биосфера Земли		6
1.1. Структура биосферы		7
Тестовые задания		11
1.2. Общие закономерности развития биосферы		17
Тестовые задания		20
1.3. Загрязнение биосферы		27
Тестовые задания		29
Глава 2. Экосистемы		35
2.1. Внутреннее развитие и иерархия		36
Тестовые задания		41
2.2. Термодинамика		49
Тестовые задания		54
2.3. Экологические факторы		57
Тестовые задания		59
Глава 3. Организм и среда		67
3.1. Системы организм – среда		70
Тестовые задания		73
3.2. Закономерности функционирования		79
Тестовые задания		83
Глава 4. Глобальные экологические проблемы		90
4.1. Демографический рост, истощение ресурсов		95
Тестовые задания		98
4.2. Стресс атмосферы Земли		101
Тестовые задания		106
Глава 5. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды		110
5.1. Законы природопользования		111
Тестовые задания		112
5.2. Экологическое законодательство и международное сотрудничество		119
Тестовые задания		120
Глава 6. Радиоэкология		131
6.1. Миграция радионуклидов в биосфере		133

	и радиоактивность окружающей среды	
	Тестовые задания	135
Глава 7.	Экология энергетики	139
7.1	Виды энергетики и их воздействие на окружающую среду	140
	Тестовые задания	143
7.2	Ядерная энергетика	149
	Тестовые задания	152
Глава 8.	Социально-экономические аспекты экологии	158
8.1.	Концепция устойчивого развития и законы социальной экологии	160
	Тестовые задания	162
Словарь		169
(основные термины, понятия, имена и даты в экологии)		
Список литературы		207

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время широко используется технология тестирования –объективного метода контроля и оценивания знаний, призванная определять уровень подготовленности и соответствие образовательным стандартам в конкретной области. При этом тестирование лишено традиционных недостатков других методов контроля знаний: неоднородности требований, субъективности экзаменаторов, неопределённости системы оценок и т.п.

Одним из видов такой технологии является компьютерное тестирование, при котором тестовые задания последовательно изображаются на экране компьютера, а уровень подготовленности испытуемого оценивается после ответов на полное количество тестовых заданий. Время тестирования в этом случае заранее оговаривается.

Как правило, используется задание закрытого типа, когда имеются несколько вариантов ответа и предлагается выбрать один или, реже, несколько правильных.

Экология входит составной частью в базовую часть математического и естественнонаучного цикла. Поэтому наряду с экологией студенту необходимо знать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, вопросы конденсированного состояния вещества.

Авторы стремились создать пособие, которое отражало бы основные дидактические единицы:

- биосфера,
- экосистемы,
- организм и среда,
- глобальные экологические проблемы,
- рациональное природопользование и охрана окружающей среды,
- социально-экономические аспекты экологии.

Кроме того, в пособии достаточно полно представлены экологические вопросы энергетики, использование ядерной энергетики и основы радиоэкологии.

Авторы весьма благодарны за полезные замечания своим коллегам из Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», советы и рекомендации, направленные на улучшение настоящего пособия.

*If you are thinking 1 year ahead, plant seeds
If you are thinking 10 years ahead, plant a tree
If you are thinking 100 years ahead, educate the people.
Chinese Emperor Kuan Tsu, the 5th century BC*

ГЛАВА 1

БИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Планета Земля образовалась порядка 4,5–5 млрд лет назад. Предполагается, что возникновение жизни и зарождение биосферы датируется временем порядка 3,5–3,8 млрд лет назад. Это событие стало возможным только после остывания Земной коры и образования Мирового океана. В соответствии с этим выделяют два основных этапа эволюции биосферы: добиотический и биотический.

Учитывая, что первоначально свободного кислорода в атмосфере не было, а жёсткое ультрафиолетовое излучение Солнца убивает живую протоплазму, жизнь, скорее всего, возникла и длительное время существовала только в гидросфере под защитным слоем воды. Первыми живыми существами на Земле были простейшие организмы: анаэробные прокариоты (доядерные) и хемосинтезирующие бактерии.

В какие пространственные границы укладывается биосфера? Если моделировать Землю шаром, то средний радиус нашей планеты принято считать равным 6370 км. Пространственные границы возможного существования жизни определяются физическими пределами. Нижним пределом является глубина литосферы, на которой при сопутствующих значениях давления и температуры вода ещё может находиться в жидком состоянии. Эта глубина не превышает 25 км от поверхности Земли.

Верхняя граница существования жизни определяется наличием и расположением в атмосфере озонового слоя Земли, защищающего биотическое сообщество от прямого ультрафиолетового излучения Солнца. И эта величина не превышает 25 км от поверхности Земли, только теперь в противоположном направлении, вверх в атмосферу. Таким образом, область распространения живого вещества, биосфера – это совокупность живых и неживых организмов, сосредоточенных в приземных слоях атмосферы, в гидросфере и в верхней части литосферы.

Практически вся жизнь на Земле сосредоточена в пределах тонкой прослойки воздуха, воды и почвенных пород земной коры, простирающейся от глубины в несколько сот метров ниже уровня моря до высоты в несколько сот метров над уровнем моря. Вот почему области повышенной концентрации жизни в биосфере, расположенные по границе разделов разных сред, были названы В.И. Вернадским плёнками жизни.

Другим критерием, приводящим к аналогичным выводам, является сопоставление массы живого и неживого вещества на нашей планете. В табл. 1.1 показано распределение массы нашей планеты по её основным компонентам.

Таблица 1.1

Доля (%) массы Земли в различных её составляющих

Атмосфера	Океан	Кора	Мантия	Ядро
0,86·10 ⁻⁴	0,023	0,435	67,0	32,6

Если принять массу Земли примерно равной $6,0 \cdot 10^{21}$ т, то масса атмосферы – $5,16 \cdot 10^{15}$ т, океана – $1,38 \cdot 10^{18}$ т, земной коры – $2,61 \cdot 10^{19}$ т. В то же время биомасса живого вещества на нашей планете оценивается величиной только порядка $2,4 \cdot 10^{12}$ т.

Следовательно, биосфера – область жизни, содержащая живые организмы всех уровней (биота) и среду их обитания: атмосферу, гидросферу и литосферу – является тонкой оболочкой на образующей и обеспечивающей её существование основе – планете Земля. В свою очередь, по теории Вернадского, именно жизнь образовала на Земле сферу жизни – биосферу. После появления жизни на Земле можно рассматривать биогеохимическую эволюцию планеты.

1.1. Структура биосферы

Вселенная огромна. Расстояние от Земли до Солнца составляет 150 млн км. Расстояние от Солнечной системы до центра Галактики в 2 млрд раз больше расстояния от Земли до Солнца. В свою очередь, размеры наблюдаемой Вселенной в миллион раз больше расстояния от Солнца до центра нашей Галактики. И всё это огромное пространство заполнено невообразимо большим количеством веще-

ства. Только в наблюдаемой области Вселенной суммарная масса порядка 10^{22} масс Солнца. Вся безбрежная огромность пространства и баснословно огромное количество вещества в нём поражает воображение.

Минимальное расстояние до нашего ближайшего спутника – Луны – 356 400 км.

На нашей планете момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере эволюционно достиг примерно 1 % от современного, принято называть «основной точкой Л. Пастера». С этого времени стала возможна аэробная жизнь, а в геологической истории это архей. Предполагается, что накопление кислорода происходило взрывообразно и заняло в эволюции не более 20 тыс. лет.

Вторая «точка Пастера» – достижение содержания кислорода в атмосфере планеты около 10 % от современного уровня привело к формированию озоносферы. Жизнь стала возможной на мелководьях, а затем и на суше. Произошло это также в архее и столь же геологически стремительно.

Особая роль в жизни нашей планеты принадлежит растениям, без которых было бы невозможно существование животных и человека. Только содержащие хлорофилл зелёные растения способны аккумулировать энергию солнца, создавая органические вещества из неорганических; при этом растения извлекают из атмосферы CO_2 и выделяют O_2 , поддерживая её постоянный состав. Таким образом, фотосинтез служит регулирующим фактором содержания O_2 и CO_2 на планете.



На процессы дыхания во всех живых организмах и на сжигание всех видов топлива, содержащего углерод, расходуется в среднем около 10 тыс. т O_2 в секунду и понадобится 3000 лет, чтобы закончился весь кислород атмосферы. Однако расход органических веществ и атмосферного кислорода уравнивается созданием углеводов и кислорода в результате фотосинтеза в тканях зелёных растений, который в 30 раз превышает скорость дыхания в тех же тканях. В то же время вся имеющаяся в атмосфере двуокись углерода проходит через растения в среднем за 300 лет.

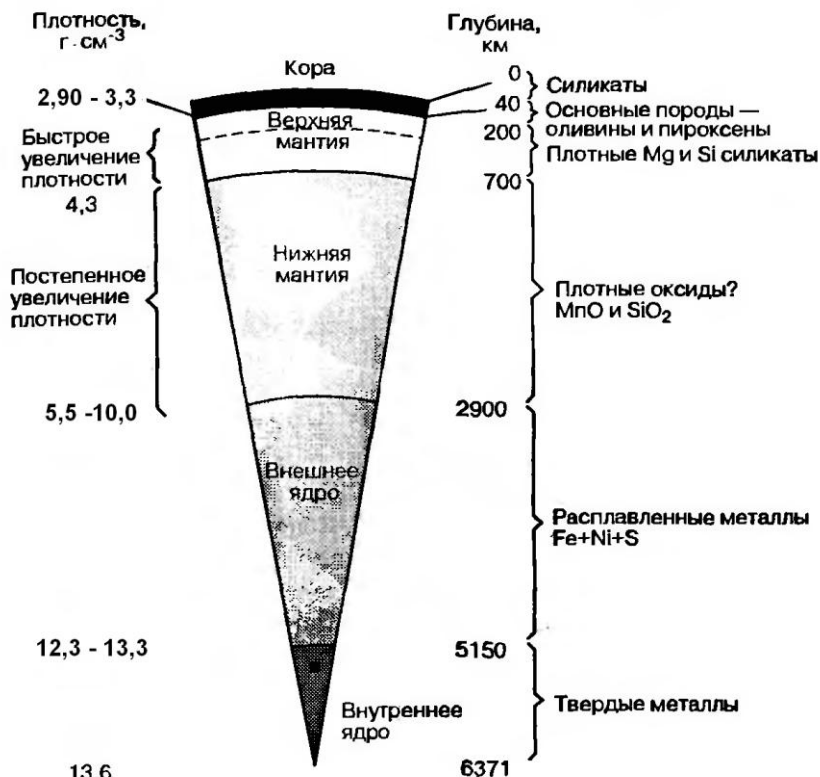


Рис.1.1. Схематический разрез Земли

По наиболее достоверной гипотезе, строение ядра Земли состоит из железоникелевого сплава – 90,85% Fe, 8,5% Ni и 0,65% Co. Ядро заключает в себе огромнейшую массу никеля – около $17 \cdot 10^{19}$ т (общее его количество на Земле оценивается в $17,4 \cdot 10^{19}$ т). Разрез Земли от её поверхности до внутреннего ядра схематически показан на рис. 1.1.

Земная кора – самая верхняя из твёрдых оболочек Земли. Нижняя граница земной коры, на которой происходит резкое увеличение скоростей продольных сейсмических волн, а также скачкообразный рост плотности вещества, называется поверхностью Мохоровичича (Мохо). Процентное содержание химического элемента в земной

коре называется его кларком. Кларки основных химических элементов земной коры представлены на рис. 1.2.

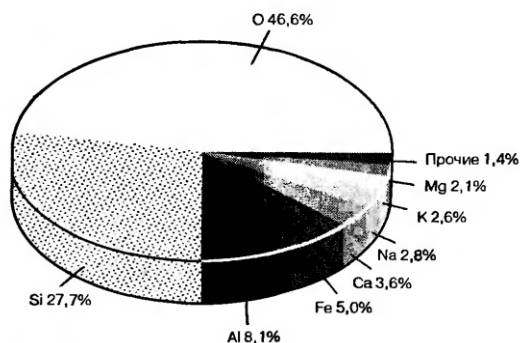


Рис.1.2. Состав основных элементов земной коры

Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяется совокупной деятельностью живых организмов. Биосфера охватывает часть атмосферы до высоты озонового слоя (20–25 км), часть литосферы и всю гидросферу. Нижняя граница опускается в среднем на 2–3 км на суше и на 1–2 км ниже дна океана.

В.И. Вернадский рассматривал биосферу как область жизни, включающую наряду с организмами и среду их обитания. Он выделил в биосфере семь геологически взаимосвязанных типов веществ:

- живое вещество;
- биогенное вещество (горючие ископаемые), создаваемое и перерабатываемое живыми организмами;
- косное вещество, образующееся без участия живых организмов (изверженные горные породы);
- биокосное вещество, создаваемое одновременно живыми организмами и процессами неорганической природы (почвы);
- радиоактивное вещество;
- рассеянные атомы;
- вещество космического происхождения (метеориты).

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Ноосфера – это ...	а) сфера экономических интересов общества; б) газовая оболочка Земли; в) среда обитания живых организмов; г) стадия развития биосферы
2	Центральным звеном биосферы является ...	а) биокосное вещество; б) косное вещество; в) живое вещество; г) человек
3	Обмен веществом и энергией, осуществляющийся между различными структурными частями биосферы и определяющийся жизнедеятельностью микроорганизмов, называется ... циклом	а) малым; б) биогеохимическим; в) ресурсным; г) большим
4	Все живые существа на Земле существуют благодаря органическому веществу, создаваемому в основном ...	а) животными; б) грибами; в) растениями; г) бактериями
5	Основным источником энергии для агроэкосистем является ...	а) солнечная энергия; б) минеральные удобрения; в) органические удобрения; г) торф
6	Равновесие в биосфере сохраняется благодаря ...	а) деятельности человека; б) парниковому эффекту; в) круговороту веществ
7	Термин «биосфера» предложил ...	а) В.И. Вернадский; б) Д. Элтон; в) Э. Зюсс; г) К.Э. Циолковский
8	В процессе существования биосферы большое количество углерода накапливалось в ...	а) железных и марганцевых рудах; б) песчаниках; в) сланцах и карбонатных породах; г) кремнийсодержащих породах

№	Вопросы	Ответы
9	Кто автор учения о ноосфере?	а) В.И. Вернадский; б) Э. Геккель; в) К.Э. Циолковский; г) А. Тенсли
10	Земля возникла ...	а) 5 тыс. лет назад; б) 2-3 млн лет назад; в) 4-5 млрд лет назад; г) 45-50 млрд лет назад
11	Среда жизни, характеризующаяся однородностью, а также плотностью, которая возрастает с глубиной, называется ...	а) наземно-воздушной; б) организменной; в) водной; г) почвенной
12	Испарение воды с поверхности океана, содержание водяного пара в атмосфере и выпадение осадков на поверхности суши с последующим возвратом их в океан, называется круговоротом ...	а) водорода; б) йода; в) воды; г) кислорода
13	Толщина биосферы составляет ...	а) 5–15 км; б) 25 км; в) около 40 км; г) 50–60 км
14	Образующиеся в результате жизнедеятельности живых организмов вещества (нефть, газ, мел и др.), В.И. Вернадский назвал ... веществом	а) косным; б) биогенным; в) живым; г) неживым
15	Саморегуляция обеспечивает в биогеоценозе высокую ...	а) продуктивность; б) изменчивость; в) биомассу; г) устойчивость
16	Почва по В.И. Вернадскому относится к ...	а) косному веществу; б) биогенному веществу; в) биокосному веществу; г) неживому веществу

№	Вопросы	Ответы
17	Области повышенной концентрации жизни в биосфере, расположенные по границе разделов разных сред, были названы В.И. Вернадским ...	а) областями рекреации; б) контактными областями; в) береговыми линиями; г) плёнками жизни
18	Наибольшее видовое разнообразие живой природы характерно для ...	а) грибов; б) насекомых; в) растений; г) птиц
19	Геологическую оболочку Земли, населённую живыми организмами, называют ...	а) гидросферой; б) биосферой; в) атмосферой; г) литосферой
20	Благодаря окислительно-восстановительной функции живого вещества происходит ...	а) осаждение фосфатов на дно морей и океанов; б) накопление кремния в гидросфере; в) вымывание кальция из почвы; г) образование кислорода в атмосфере
21	По принципу заменимости нефть, природный газ, каменный уголь относятся к ... природным ресурсам	а) космическим; б) альтернативным; в) заменимым; г) неорганическим
22	К биокостному веществу биосферы относятся ...	а) живые организмы; б) метеориты; в) почва; г) нефть
23	По своему происхождению топливно-энергетические ресурсы являются ... веществом	а) косным; б) живым; в) биогенным; г) биокосным
24	Энергия воды, ветра, земных недр и солнца относится к группе ... природных ресурсов	а) климатических; б) космических; в) неисчерпаемых; г) исчерпаемых
25	Живое вещество биосферы по сравнению с неживым (минералами) характеризуется ...	а) небольшим видовым разнообразием; б) высоким видовым разнообразием; в) постоянным видовым составом; г) однородным видовым составом

№	Вопросы	Ответы
26	Кислород атмосферы образован благодаря деятельности ...	а) автотрофов; б) гетеротрофов; в) автотрофов и гетеротрофов; г) редуцентов
27	Биосфера – это ...	а) тропосфера; б) область существования живого вещества; в) совокупность сфер планеты Земля; г) почва и фитосфера
28	Основная масса кислорода на Земле ...	а) находится в свободной форме в тропосфере; б) сосредоточена в форме озона в озоносфере; в) находится в связанном состоянии в молекулах воды, оксидах, солях; г) находится в ионосфере планеты
29	Оболочка Земли, включающая как область распространения живого вещества, так и ..., называется биосферой	а) космическое пространство; б) само это вещество; в) магматические породы; г) осадочные породы
30	Основные атмосферные газы – кислород и азот являются результатом ...	а) функционирования живого вещества; б) вулканической активности Земли; в) антропогенной деятельности; г) взаимодействия биосферы с космосом
31	Нижним пределом существования жизни в биосфере является ...	а) почва мощностью до 2–3 м; б) дно океана и изотерма +100 °С в литосфере; в) абиосфера на глубину около 25 км в литосфере; г) пахотный слой на глубину 20–30 см
32	Биотическая часть биосферы ...	а) включает только человека как биологический вид; б) включает только самые древние организмы – бактерии; в) включает все виды живых организмов; г) ограничена фитоценозом и почвой

№	Вопросы	Ответы
33	Наука, изучающая взаимодействие организмов между собой и окружающей средой, называется ...	а) биологией; б) экологией; в) ботаникой; г) зоологией
34	Эволюция биосферы включает два основных этапа ...	а) планетарный и ноогенный; б) антропогенез и ноогенез; в) добиотический и биотический; г) биогенез и антропогенез
35	Организмы в биосфере распространены ...	а) равномерно; б) равномерно в гидросфере и неравномерно в атмосфере; в) неравномерно, наибольшая плотность на границе двух сред; г) неравномерно только в литосфере
36	Водная среда жизни занимает ... площади земного шара	а) не более 10 %; б) до 71 %; в) более 95 %; г) 40-45 %
37	Почва и подстилающие её породы, атмосферный воздух, планетарные воды составляют ... часть биосферы	а) абиотическую; б) эдафическую; в) биотическую; г) техногенную
38	Планктон образуют ...	а) дафнии и циклопы; б) рыбы и лягушки; в) спорынья; г) пресмыкающиеся
39	Биомасса океана на 93,7 % определяется ...	а) животными; б) растениями; в) бактериями; г) отложениями
40	Во Вселенной и в живом веществе биосферы в наибольшем количестве присутствуют ...	а) водород, углерод, цинк, кальций; б) углерод, азот, кальций, калий; в) водород, углерод, азот, кислород
41	Что является ограничивающим фактором, в большей степени препятствующим существованию жизни в верхних слоях атмосферы?	а) Состав воздуха; б) температура; в) влажность; г) ультрафиолетовое излучение

№	Вопросы	Ответы
42	Жизненной формой являются ...	а) совокупности организмов, обладающих сходными морфолого-физиологическими адаптациями; б) совокупности организмов, обладающих сходной физиологией, биологическими и морфологическими особенностями; в) оба ответа верны
43	На какую высоту надо подняться, чтобы давление воздуха упало вдвое?	а) На 100 м; б) на 1000 м; в) на 5000 м; г) на 20000 м
44	Сила тока в молнии достигает ...	а) 50 А; б) 500 А; в) 50 000 А; г) 500 000 А
45	Длительность разряда молнии составляет ..	а) 1 с; б) 0,1 с; в) 0,01 с; г) 0,001 с
46	Толщина молнии составляет ...	а) 1 см; б) 10 см; в) 1 м; г) 100 м
47	Какая географическая оболочка Земли целиком входит в состав биосферы?	а) Гидросфера; б) атмосфера; в) литосфера; г) ноосфера
48	Кларком химического элемента называется его процентное содержание в ...	а) атмосфере; б) гидросфере; в) земной коре; г) органическом веществе
49	Первая «точка Пастера» характеризует ...	а) момент возникновения жизни на Земле; б) переход от анаэробных форм жизни к аэробным; в) выход жизни на сушу; г) появление первых предков человека

1.2. Общие закономерности развития биосферы

Биосферу, как и любую другую систему, формируют не только внешние факторы, но и внутренние закономерности. Согласно закону биогенной миграции атомов В.И. Вернадского, в общих химических процессах на поверхности планеты самое непосредственное участие принимает живое вещество.

Биомасса (живое вещество) определяется совокупностью всех живых организмов. Роль живого вещества в формировании биосферы заключается в изменении газового состава атмосферы, гидросферы, образовании почвы.

Для живого вещества планеты неизбежна количественная стабильность: количество живого вещества биосферы для данного геологического периода есть константа.

Эволюция биосферы состоит в постепенном увеличении её общей биомассы и продуктивности; накоплении аккумулированной солнечной энергии в поверхностных оболочках Земли; увеличении информационной ёмкости биосферы; усилении биогеохимических функций живого вещества; расширении сферы действия биотического круговорота и др.

Наличие круговорота веществ является обязательным свойством биосферы любого этапа развития. Поскольку существуют ускорения и замедления эволюции, действует и принцип прерывности и непрерывности развития биосферы: процесс медленного эволюционного изменения организмов закономерно прерывается фазами бурного развития и вымирания без переходных (палеонтологических) форм.

Живое вещество – наиболее активный компонент в круговороте веществ в биосфере; происходит вовлечение организмами в круговорот огромной массы минеральных веществ и непрерывное перемещение веществ между почвой, растениями, животными, грибами, бактериями и др.

Число видов остаётся примерно одинаковым, что отражается в законе константности числа видов в ходе стационарной эволюции биосферы: число народившихся видов в среднем равно числу вымерших, и общее видовое разнообразие в биосфере есть константа. Отсюда следует правило обязательности заполнения экологических ниш.

Хронологию эволюции живого вещества на планете принято сопоставлять с темпами накопления кислорода в атмосфере. Наиболее известными моментами здесь являются уже упоминавшиеся выше точки Пастера: достижение наличия свободного кислорода в атмосфере на уровнях в 1 и 10 % от современного содержания. Именно с этими отсчётами принято сопоставлять переход от анаэробных к аэробным (кислородным) формам жизни, появление первых одноклеточных и многоклеточных эукариотов (ядерные клетки) в океане и, наконец, выход жизни на сушу.

По крайней мере, сопоставление состава атмосферы различных планет Солнечной системы, приведённое в табл. 1.2, подтверждает логичность появления утверждений и гипотез, свидетельствующих, что биота на протяжении всей эволюции исполняла роль удивительного регулятора. На протяжении миллиардов лет она удерживала параметры биосферы в узком диапазоне значений, в котором только и могла существовать и развиваться жизнь.

Таблица 1.2

Состав атмосферы и температура поверхности различных планет Солнечной системы

Содержание, %	Марс	Венера	Земля	Земля без жизни
CO ₂	95,3	96,5	0,039	98
N ₂	2,7	3,5	78	2,0
O ₂	0,13	Следы	21	Следы
T _{поверх} , °C	-40	+467	+15	290 ± 50

Обобщая, можно выделить следующие основные свойства эволюционного процесса:

- постоянное увеличение сложности организмов и системы жизни, которой является биосфера;
- растущая способность организмов эффективно поглощать энергию Солнца;
- стремление к сохранению гомеостазиса, что означает предельную адаптацию к условиям окружающей среды.

По современным научным представлениям существуют два механизма эволюции:

1. Адаптационный – стремление к сохранению гомеостазиса.
2. Бифуркационный – скачкообразный (катастрофический) переход в новое состояние.

Длительные периоды адаптации неоднократно сменялись в эволюции живого вещества относительно стремительными бифуркационными процессами.

Новое сильнейшее и определяющее воздействие на эволюцию биосферы оказало появление на Земле человека. Период эволюции человека как биологического вида называется антропогенезом. В антропогенезе можно выделить свои важные события, сыгравшие решающую роль в эволюции человеческого сообщества.

Кризис консументов, датируемый временем около 8–10 тыс. лет назад, привёл к 1-й величайшей культурной (сельскохозяйственной) революции человечества: переходу к оседлому, производящему образу жизни и построению социума (социосферы).

Кризис продуцентов породил 2-й антропогенный экологический кризис, приведший к промышленной революции, начавшейся с середины XVII в. и построению техносферы.

Современное экологическое перенапряжение в биосфере, с очевидностью вызванное антропогенными причинами, многими оценивается как возможная предтеча 3-й радикальной смены типа культуры человеческим сообществом и получило определение кризиса редуцентов.

В последнее время наиболее существенно проявляется тенденция сокращения биомассы под влиянием деятельности человека, исчезновение ряда видов растений и животных, обитающих на суше и океане, сокращение площади естественных экосистем за счёт строительства городов, дорог, уменьшение биомассы морей вследствие их чрезмерного химического и физического загрязнения.

Благожелательный путь выхода из кризиса через коэволюцию к ноосфере предложил В.И. Вернадский. Коэволюция – совместное развитие человека и биосферы, которое не выводит параметры биосферы из области сложившегося современного гомеостазиса.

Ноосфера (сфера разума) – высшая стадия эволюции биосферы, становление которой связано с развитием общества, оказывающего глубокое воздействие на природные процессы.

В современной научной картине мира преобладает тенденция системного подхода, рассматривающая биосферу именно как цело-

ственную систему жизни. Главная цель экологии как научной дисциплины заключается в ответе на вопрос, как устроена биосфера, как устроена система организации жизни на нашей планете.

При этом можно отметить два важнейших природных процесса, поддерживающих существование на Земле живых организмов:

- односторонний поток солнечной энергии через живые и неживые системы.
- круговорот в экосфере важнейших химических элементов, необходимых для живых организмов.

Человек не может существовать вне биосферы. Биосфера – единственная естественная среда обитания человека как биологического вида. Для того чтобы любой биологический вид мог устойчиво существовать на Земле, необходимо, чтобы он вписывался в естественные круговороты вещества и энергии в биосфере. И за весь XX век человек предельно нарушил это абсолютное экологическое правило.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Целенаправленно созданное человеком сообщество – это ...	а) биоценоз; б) агроценоз; в) геобиоценоз; г) биосфера
2	К биологической адаптации живых организмов к факторам окружающей среды не относится ...	а) изменение морфологических характеристик; б) процесс окультуривания сельскохозяйственных растений; в) изменение физиологических характеристик; г) изменение биохимических процессов
3	Главная особенность природной экосистемы состоит в том, что в ней ...	а) действует искусственный отбор; б) происходит круговорот веществ; в) отсутствуют консументы; г) отсутствуют редуценты
4	Состояние биосферы, когда её развитие управляется разумом человека, называется ...	а) ноосферой; б) «плёнкой жизни»; в) экосферой; г) техносферой

№	Вопросы	Ответы
5	Начавшийся в настоящее время глобальный экологический кризис, характеризующийся выделением в среду большого количества теплоты и наличием парникового эффекта, называется ...	а) термодинамическим кризисом; б) кризисом консументов; в) кризисом редуцентов; г) кризисом продуцентов
6	Снижение биосферных функций водоёмов и их экологического значения в результате поступления в них вредных веществ называется ...	а) диффузией; б) загрязнением; в) самоочищением; г) эвтрофикацией
7	Доминантными видами в биоценозе считаются самые ...	а) массовые виды; б) быстро размножающиеся виды; в) высокие растения и крупные животные; г) устойчивые к болезням виды
8	Примером системы биогеоценотического уровня организации живой материи является ...	а) митохондрия; б) озеро; в) жабра; г) окунь
9	Интенсивное поступление углекислого газа в атмосферу, наблюдаемое в последнее столетие, связано с ...	а) дыханием животных; б) дыханием растений; в) вулканической деятельностью; г) сжиганием человеком органического топлива
10	Животных относят к группе гетеротрофов, так как они ...	а) питаются минеральными веществами; б) питаются водой; в) питаются готовыми органическими веществами; г) создают органические вещества из неорганических
11	Необходимым условием существования и развития биосферы является ...	а) круговорот биогенных элементов; б) круговорот азота в биогеоценозах; в) формирование осадочных пород; г) геологический круговорот минеральных веществ

№	Вопросы	Ответы
12	Термин «экология» ввёл ...	а) Э. Зюсс; б) В.И. Вернадский; в) Э. Геккель; г) А. Тенсли
13	Каков биологический смысл круговорота элементов и веществ?	а) Существование жизни на Земле; б) обеспечение воспроизводства живого вещества; в) формирование облика биосферы; г) создание органического вещества, необходимого для жизни
14	Главная роль микроорганизмов в круговороте веществ состоит в ...	а) использовании солнечной энергии; б) образовании воды; в) образовании зольных органических веществ из неорганических; г) разрушении органических веществ до минеральных
15	Чем отличаются понятия экосистема и биогеоценоз?	а) Экосистема – синоним биогеоценоза; б) экосистема может быть безгранична, биогеоценоз всегда пространственно ограничен; в) биогеоценоз может охватывать объём любой протяжённости, а экосистема имеет определённый объём
16	В доиндустриальную эпоху основным парниковым газом был ...	а) диоксид углерода; б) диоксид серы; в) фреон; г) оксид азота
17	Вещества, вырабатываемые плесневыми грибами и вызывающие гибель микроорганизмов, это ...	а) антибиотики; б) антитела; в) антисептики; г) антигены
18	Вид, сохранившийся от ранее процветающей группы животных или растений, называется ...	а) эдификатором; б) реликтом; в) интродуцентом; г) эндемиком
19	Продукцию растений (продуцентов) называют ...	а) третичной; б) первичной; в) основной; г) вторичной

№	Вопросы	Ответы
20	Агроценозом не является...	а) теплица; б) картофельное поле; в) животноводческая ферма; г) лесополоса
21	Сообщество растений называется ...	а) биоценоз; б) фитоценоз; в) зооценоз; г) биогеоценоз
22	Проблему сокращения видового разнообразия можно приостановить ...	а) урбанизацией; б) созданием заповедников и других особо охраняемых территорий; в) уничтожением вредителей сельскохозяйственных растений; г) уничтожением синантропных видов животных
23	Процессы восстановления возобновляемых природных ресурсов протекают с разной скоростью, и для восстановления леса требуется ...	а) 5–10 лет; б) 60–80 лет; в) более 200 лет
24	Видовой состав растений в городе может быть увеличен за счёт ...	а) инверсии; б) репарации; в) рекультивации; г) интродукции
25	Экология возникла как часть ...	а) математики; б) химии; в) физики; г) биологии
26	Является экосистемой, но не является биогеоценозом ...	а) лес; б) аквариум; в) поле; г) роща
27	Скоррелированность синтеза и распада органического вещества в биосфере с высокой точностью (10^{-7}) свидетельствует о ... регуляции окружающей среды	а) химической; б) космической; в) геологической; г) биологической

№	Вопросы	Ответы
28	Пространство с более или менее однородными условиями, заселенное сообществом организмов (биоценозом), называется ...	а) почвогрунтом; б) площадью питания; в) акваторией; г) биотопом
29	Границы биогеоценоза определяет ...	а) зоогеоценоз; б) биоценоз; в) фитоценоз; г) человек
30	Под видовой структурой биоценоза понимают ...	а) соотношение численности особей разных возрастных групп; б) разнообразие видов, соотношение их численности или биомассы; в) распределение особей разных видов по ярусам; г) взаимосвязи между особями разных видов
31	Фундаментальная роль живого вещества состоит в ...	а) создании неорганического вещества; б) поддержании непрерывного круговорота; в) накоплении биогенного вещества; г) разложении органического вещества
32	Основой эволюции биосферы является ...	а) выветривание горных пород; б) круговорот органического вещества; в) почвообразовательный процесс; г) круговорот неорганического вещества
33	Движущей силой круговоротов веществ в биосфере является ...	а) выветривание горных пород; б) солнечная энергия; в) химическая энергия неорганических соединений; г) энергия приливов и отливов
34	Живое вещество биосферы устойчиво только ...	а) на уровне популяций; б) на уровне экосистемной организации; в) в молекулярной форме (ДНК, белки); г) в живых организмах

№	Вопросы	Ответы
35	Циклический процесс химических превращений, обусловленный живым веществом биосферы, называется ... круговоротом	а) энергетическим; б) геологическим; в) химическим; г) биогеохимическим
36	Вид, который является строителем биоценоза, оказывающий мощное средообразующее воздействие, называется ...	а) автохтоном; б) консортом; в) эдификатором; г) ассектатором
37	Биоценоз, основу которого составляет искусственно созданное, как правило, обедненное видами живых организмов биотическое сообщество, регулируемое человеком в целях достижения высокой биологической продукции, называется ...	а) агрокультура; б) урбоценоз; в) аквакультура; г) агроценоз
38	К объектам изучения экологии относится ... уровень организации биологических систем	а) молекулярный; б) тканевый; в) популяционно-биоценотический; г) клеточный
39	Период эволюции человека как биологического вида называется ...	а) эмбриогенезом; б) мутагенезом; в) антропогенезом; г) ноогенезом
40	Биотическая эволюция (возникновение жизни), как естественно исторический процесс, началась ...	а) около 3,5 млрд лет назад; б) 500 млн лет назад; в) 10–12 тыс. лет назад; г) с возникновением человека, около 3 млн лет назад
41	Исторически сложившаяся совокупность всех видов, подвидов и иных таксономических групп животных, обитающих на данной территории или акватории, называется ...	а) флорой; б) биотой; в) фауной; г) биотом

№	Вопросы	Ответы
42	Термин «биоценоз» предложил ...	а) К. Мебиус; б) К. Тимирязев; в) К. Линней; г) Ю. Одум
43	Наиболее распространенный химический элемент земной коры – ...	а) железо; б) алюминий; в) кислород; г) никель
44	Раздел экологии, исследующий общие закономерности взаимоотношений общества и природы, называется ...	а) глобальной экологией; б) социальной экологией; в) геоэкологией; г) популяционной экологией
45	Структура биоценоза включает ...	а) зооценоз и экотоп; б) микробиоценоз и биотоп; в) фитоценоз и микробиоценоз; г) фитоценоз, зооценоз и микробиоценоз
46	Биогеоценоз – это ...	а) часть экологии; б) совокупность особей одного вида, населяющая определённое пространство; в) группа животных и растений, обитающих на одной территории; г) взаимосвязь живого и неживого
47	Каких видов больше всего, больше, чем остальных вместе взятых?	а) Моллюсков; б) насекомых; в) муравьев; г) дождевых червей
48	Состав атмосферы Земли ...	а) CO_2 – 20 %, O_2 – 30 %, N_2 – 50 %; б) N_2 – 78 %, O_2 – 21 %, Ar – 1 %, остальные газовые компоненты – следы; в) CO_2 – 78 %, O_2 – 21 %, Ar – 1 %, остальные газовые компоненты – следы; г) O_2 – 78 %, CO_2 – 21 %, Ar – 1 %, остальные газовые компоненты – следы
49	Основной хранитель CO_2 в биосфере – ...	а) океан; б) литосфера; в) атмосфера; г) органическое вещество

1.3. Загрязнение биосферы

Загрязнение биосферы определяется комплексом разнообразных воздействий человеческого общества на биосферу, приводящих к увеличению уровня содержания вредных веществ в биосфере, появлению новых химических соединений, частиц и чужеродных предметов, чрезмерному повышению температуры, шума, радиации и т.д.

Загрязнение биосферы угрожает здоровью человека и состоянию окружающей среды, ограничивает возможности дальнейшего развития человеческого общества.

Современная история человечества показывает, что для гарантирования устойчивого развития биосферы, прежде всего, необходимо обеспечение равновесия между численностью населения Земли и природными ресурсами.

Факторы, наиболее губительно воздействующие на биосферу, можно расположить в следующем порядке:

- 1 – быстрый рост народонаселения;
- 2 – опустынивание земель, снижение плодородия почвы;
- 3 – уменьшение площади лесов и их продуктивности;
- 4 – рост загрязненности атмосферы от сжигания топлива;
- 5 – загрязнение вод и земель сбросами и отходами;
- 6 – уменьшение биомассы и генофонда.

Ежегодно из недр Земли извлекается более 100 млрд т различных пород, сжигается около 1 млрд т условного топлива, выбрасывается в атмосферу более 20 млрд т CO_2 , 300 млн т CO , 50 млн т NO_x , 150 млн т SO_2 , 4–5 млн т H_2S и других вредных газов, более 400 млн т частиц золы, сажи, пыли; сбрасывается в гидросферу около 600 млрд т бытовых стоков, 10 млн т нефти и нефтепродуктов; на разбавление сточных вод расходуется 40 % объёма мировых ресурсов речного стока; в почву вносится 100 млн т минеральных удобрений.

В биосферу поступает 50 % извлечённых из недр металлов, 30 % химического сырья, до 70 % тепла, вырабатываемого ТЭС. Ежегодно создаются сотни тысяч тонн, не встречавшихся ранее в биосфере, химических соединений (ксенобиотиков и др.), многие из которых не поддаются биологическому и физическому разрушению.

Масштабы загрязнения столь велики, что естественные процессы метаболизма и разбавляющая способность атмосферы и гидросферы в ряде районов мира не в состоянии нейтрализовать вредное влияние деятельности человека. Всё это подрывает способность природных комплексов к саморегуляции.

Экологические нарушения проявляются в сокращении численности и видового разнообразия растений и животных, в снижении продуктивности лесов и сельскохозяйственных угодий, деградации природных экосистем.

Загрязнение таких жизненно важных для человека природных ресурсов, как атмосферный воздух, пресная вода, плодородная почва, запас которых на планете ограничен, приобретает глобальный характер. Глобальный характер загрязнения атмосферы находит выражение в её общей запылённости, в увеличении концентрации СО в воздухе (ежегодный прирост на 0,2 %) и других загрязняющих веществ, что может привести к нарушению озонового экрана, изменению климата Земли.

Соединение окислов азота и серы с водой приводит к выпадению кислотных дождей, изменяющих рН среды и приводящих к гибели живые организмы.

Загрязнение континентальных и океанических вод углеводородами, возникающими в результате факторов, связанных с добычей и транспортировкой нефти и нефтепродуктов, является одним из основных видов загрязнения гидросферы. Поступление в водоёмы бытовых стоков стимулирует процессы эвтрофикации, приводящие к ухудшению качества воды, исчезновению рыб.

Серьёзную опасность для водных биоценозов представляет также тепловое загрязнение, возникающее вследствие сброса тёплых вод в реки и водоёмы. Весь Мировой океан стал объектом антропогенного воздействия.

Одна из крупных проблем – радиоактивное загрязнение окружающей среды в результате ядерных испытаний, накопления радиоактивных отходов, а также при авариях на атомных предприятиях. Наиболее загрязнены районы умеренных широт, особенно в Северном полушарии. Возрастающая роль ядерной энергетики ставит новые проблемы защиты от радиоактивного загрязнения.

Перед обществом стоит актуальная проблема по разработке методов и способов сознательного регулирования обмена веществом и

энергией между человечеством и биосферой. Человеческая деятельность должна включаться в биогеохимические циклы с учётом важнейших закономерностей развития биосферы. Одновременно необходимо экологическое сознание людей.

Безотходное производство – одно из направлений развития производства, предусматривающее комплексное использование сырья и энергетических ресурсов без ущерба для окружающей среды.

Основными принципами организации такого производства являются:

- разработка и внедрение новых технологических процессов, уменьшающих количество отходов;
- создание методов и оборудования для переработки отходов в товарную продукцию, включая утилизацию отходов одного производства и применение их в качестве сырья для других производств;
- полное использование потребляемых топливно-энергетических ресурсов;
- внедрение бессточных водооборотных систем с очисткой воды.

В малоотходных производствах часть исходного сырья переходит в отходы, по своим свойствам допускающие длительное хранение, захоронение или уничтожение.

Биологическая очистка сточных вод – способ очистки бытовых и промышленных сточных вод, заключающийся в биохимическом разрушении (минерализации) микроорганизмами органических веществ, растворённых в сточных водах.

Минерализацию производят бактерии, которые делятся на аэробы (использующие при дыхании растворённый в воде кислород) и анаэробы (развивающиеся без свободного кислорода). Аэробную очистку осуществляют на полях орошения и фильтрации, в биологических прудах, в аэротенках, аэрофильтрах, биофильтрах.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	В результате парникового эффекта разогревание нижних слоёв атмосферы происходит за счёт ...	а) метана; б) углекислого газа; в) окислов азота; г) сероводорода

№	Вопросы	Ответы
2	Значение биологического круговорота фосфора состоит в том, что фосфор ...	а) вызывает явление эвтрофикации водоёмов; б) входит в состав детергентов (моющих средств); в) преимущественно сосредоточен в горных породах; г) входит в состав нуклеиновых кислот и АТФ
3	Количественные уровни, регулирующие степень антропогенного воздействия на природу и среду обитания, называются ...	а) фоновыми концентрациями; б) санитарно-гигиеническими нормативами; в) экологическими нормативами; г) критическими уровнями воздействия
4	Для удаления нерастворимых механических примесей из сточных вод применяют ...	а) выжигание; б) нейтрализацию; в) фильтрование; г) окисление
5	В энергетическом комплексе основными источниками загрязнения природной среды являются ...	а) тепловые электростанции; б) гидроэлектростанции; в) АЭС; г) ветровые электростанции
6	Объектами регионального мониторинга являются ...	а) атмосфера; б) литосфера; в) гидросфера; г) исчезающие виды животных и растений
7	Озонирование – это ...	а) способ обработки земли в сельском хозяйстве; б) участие озона в фотохимическом смоге; в) процесс разрушения озонового слоя Земли; г) способ обеззараживания воды и воздуха
8	Человек регулирует численность популяции соболя ...	а) уничтожением естественных врагов; б) охраной деревьев в лесу; в) соблюдением правил охоты; г) нормативным документом

№	Вопросы	Ответы
9	Способность экосистемы к восстановлению после природного или антропогенного воздействия называется ...	а) климатом; б) круговоротом; в) саморегуляцией; г) эвтрофикацией
10	Способ очистки от загрязнений, основанный на прилипании одного вещества к поверхности другого, называется ...	а) механическим захватом; б) аккумуляцией; в) ионным обменом; г) адсорбцией
11	Самыми токсичными антропогенными веществами для человека являются ...	а) удобрения; б) диоксины; в) синтетические белки; г) нефтепродукты; д) ГМО
12	Среди населения Земли наблюдается тенденция увеличения числа наследственных онкологических заболеваний, причиной которых является ...	а) загрязнение природной среды мутагенами; б) употребление жирной пищи; в) недостаток в пище витаминов; г) употребление вегетарианской пищи
13	К химическим факторам повышенной опасности для человека относятся ...	а) пестициды, содержащиеся в растениеводческой продукции; б) болезнетворные бактерии в продуктах питания; в) наводнения, пожары; г) плохие условия труда и быта
14	Шумовое загрязнение окружающей среды может вызвать ...	а) увеличение частоты заболеваний сердечно-сосудистой системы человека; б) снижение умственной активности человека; в) перенапряжение нервной системы человека; г) нарушение иммунной системы человека
15	Истощение озонового слоя приводит к такому заболеванию человека, как ...	а) лучевая болезнь; б) остеохондроз; в) авитаминоз; г) астма; д) меланома

№	Вопросы	Ответы
16	Источником хлорфторуглеродов (ХФУ) является ...	а) производство хлоридов; б) хлорирование воды; в) производство удобрений; г) холодильное оборудование
17	Факторы окружающей среды, которые способны вызвать рост злокачественных опухолей, называются ...	а) токсикантами; б) стимуляторами; в) аллергенами; г) канцерогенами
18	Тетраэтилсвинец больше не используется в качестве присадки в бензине, так как ...	а) он дорогой и малоэффективный; б) свинец токсичен и накапливается в окружающей среде; в) он обладает сильными коррозионными свойствами и разрушает топливные патрубки; г) он очень летуч и эффективен при низких температурах
19	Сильнейшую угрозу для большинства диких видов в настоящее время представляет ...	а) создание ГМО (генетически модифицированных организмов); б) переселение в искусственные условия жизни; в) появление организмов внеземного происхождения; г) уничтожение, разделение и сужение ареалов их обитания
20	Основным источником загрязнения воздуха угарным газом (СО) является ...	а) пожары; б) работа АЭС; в) выбросы ТЭС; г) выхлопы автотранспорта
21	Химические препараты, уничтожающие определённые группы растений, называют ...	а) фитонцидами; б) гербицидами; в) фунгицидами; г) ооцидами
22	Основным веществом, вызывающим кислотные дожди, является ...	а) сернистый газ; б) углекислый газ; в) аммиак; г) сероводород
23	Для борьбы с сорными растениями используют ...	а) инсектициды; б) нематоциды; в) гербициды; г) бактерициды

№	Вопросы	Ответы
24	Физическое загрязнение, характерное для городов и измеряемое в децибелах, называется ... загрязнением	а) электромагнитным; б) шумовым; в) вибрационным; г) тепловым; д) радиоактивным
25	Какой из видов топлива наименее взрывоопасен?	а) Солярка; б) газ пропан; в) газ метан; г) газ водород
26	Канцерогены – это ...	а) химические вещества, вызывающие злокачественные новообразования; б) средства для химической защиты растений; в) лекарственные препараты для повышения иммунитета у человека; г) удобрения, применяемые в сельском хозяйстве
27	Какой из видов выбросов выделяется в меньшем количестве при сгорании нефтяного дизельного топлива, чем биодизельного топлива?	а) Двуокись серы; б) двуокись углерода; в) окись углерода; г) закись азота
28	Свинцовые аккумуляторы при неправильной утилизации могут вызвать загрязнение окружающей среды в виде ...	а) выделения закиси азота; б) загрязняющих частиц; в) тяжёлых металлов; г) адсорбции водорода
29	Вода имеет показатель pH=10. Что нужно добавить в неё, чтобы она стала нейтральной?	а) Щёлочь; б) кислоту; в) фосфат; г) каустическую соду
30	В программу мониторинга канцерогенов входит изучение миграции в окружающей среде ...	а) кальция; б) углекислого газа; в) вирусов гриппа; г) бенз(а)пирена
31	Наука, изучающая распределение химических элементов по поверхности планеты, это ...	а) геология; б) геохимия; в) биогеохимия; г) ресурсоведение

№	Вопросы	Ответы
32	Когда хладагент в системе кондиционирования воздуха конденсируется, это приводит к ...	а) выделению тепловой энергии в окружающую среду; б) поглощению тепловой энергии из окружающей среды; в) выделению ХФУ; г) усилению парникового эффекта
33	Метод мониторинга окружающей среды с использованием в качестве её индикаторов состояний живых организмов называется ...	а) управлением; б) биоиндикацией; в) аудитом; г) экспертизой

ГЛАВА 2

ЭКОСИСТЕМЫ

Экология – наука о надорганизменных уровнях организации живой материи; включает в себя соответственно изучение следующих последовательных уровней: организмы, популяции, сообщества, экосистемы и экосфера или биосфера в целом. Основным объектом научного исследования в экологии является экосистема. Основопологающим принципом существования экологической системы является функциональная взаимосвязь различных элементов её биотической структуры и целостность общей структуры обеспечения жизнедеятельности живыми и неживыми компонентами окружающей среды (системность жизни).

Экосистема – это информационно саморазвивающаяся, термодинамически открытая совокупность биотических компонентов (включая все биотическое сообщество) и абиотических источников вещества и энергии, единство и функциональная связь которых в пределах характерного для определенного участка биосферы времени и пространства (включая биосферу в целом) обеспечивает превышение на этом участке внутренних закономерных перемещений вещества, энергии и информации над внешним обменом (в том числе между соседними аналогичными совокупностями) и на основе этого неопределённо долгую саморегуляцию и развитие целого под управляющим воздействием биотических и биогенных составляющих.

По-другому определение указанного основного объекта исследования в экологии как естественнонаучной дисциплине можно сформулировать следующим образом: любая единица, любое единство, включающее все совместно функционирующие организмы (биотическое сообщество) на данном участке и взаимодействующее с физической средой таким образом, что поток энергии создаёт чётко определённые биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему или экосистему.

Таким образом, двумя основными физико-химическими процессами, обеспечивающими существование живого вещества, являются однопоточный поток солнечной энергии и круговорот важней-

ших химических элементов между живыми и неживыми компонентами окружающей среды.

Жизнь может существовать только в процессе движения через живое тело потока веществ, энергии и информации. Прекращение движения в этом потоке прекращает жизнь. Жизнь развивается в результате постоянного обмена веществом и информацией на базе потока энергии в совокупном единстве среды и населяющих её организмов. Постоянное существование организмов в любом ограниченном пространстве возможно только в экологических системах, внутри которых отходы жизнедеятельности одних видов организмов утилизируются другими видами.

2.1. Внутреннее развитие и иерархия

Концепция трофических цепей и трофических уровней

Отражением иерархических структур живых организмов в экосистеме, выстраиваемых потоками вещества и энергии, являются трофические цепи. Трофические или пищевые цепи – это путь одностороннего потока малой части высокоэффективной солнечной энергии (0,01–1,0 %), поглощаемой в процессе фотосинтеза, через живые организмы экосистемы в окружающую среду в виде низкоэффективной тепловой энергии, и движение питательных веществ от продуцентов к консументам и редуцентам с возвращением обратно к продуцентам.

К основным биотическим компонентам экосистемы относятся:

продуценты (автотрофы – «самостоятельно питающиеся») – организмы, способные самостоятельно из неорганических компонент окружающей среды с помощью потоков солнечной (фотосинтез) или других источников (хемосинтез) энергии синтезировать органические соединения. Основная функция продуцентов в биосфере – синтез живой органики. Поэтому продуценты занимают первый трофический уровень в трофической цепи экосистемы. Подавляющее большинство органики (> 99 %) генерируется в результате фотосинтеза зелёных растений. Следовательно, основной тип организмов-продуцентов – растения, представители зелёного пояса Земли (растительный мир биосферы);

консументы (гетеротрофы – «питающиеся другими») – организмы, питающиеся другими синтезированными организмами, орга-

ническими соединениями. Основной функцией консументов в экосистеме являются поглощение и преобразование органики. В зависимости от выполняемых функций они делятся на консументов различного порядка и занимают трофические уровни со второго и далее. Основной тип организмов-консументов – представители животного мира (животный мир биосферы);

консументы I-го порядка (травоядные, растительноядные, фитофаги и т.д.) – организмы животного мира, питающиеся растительной пищей, продуцентами. Занимают второй трофический уровень;

консументы II-го порядка и т.д. (плотоядные, зоофаги и т.д.) – организмы животного мира, питающиеся другими представителями животного мира. Консументы II-го порядка – хищники, они занимают третий трофический уровень; консументы III-го порядка – высшие хищники, они занимают следующий трофический уровень и т.д;

редуценты – организмы, совершающие процесс, обратный функциям продуцентов, они разлагают органические соединения до неорганических и возвращают эти неорганические соединения в окружающую среду. Основная функция редуцентов – разложение и утилизация органики. Основной тип организмов-редуцентов – микроорганизмы, бактерии и грибы, представители коричневого пояса планеты (мир микроорганизмов биосферы). С одной стороны, они являются последним, завершающим уровнем в цепи передачи и трансформации энергии и питательных веществ. С другой стороны, образуют свою собственную, детритную цепочку жизни.

Трофические цепи, в которых организмы питаются друг от друга живой органикой, называются пастбищными трофическими цепями. Трофические цепи, начинающиеся с поедания мёртвой органики или отходов жизнедеятельности других организмов, называются детритными или цепями разложения.

В результате наиболее правильно представлять трофические цепи в виде двухуровневой или двухканальной диаграммы: пастбищной трофической цепи и детритной трофической цепи. При этом эволюционно биосфера устроена таким образом, что основная доля чистой первичной продукции метаболизма растений идёт именно по детритной цепочке. В основных естественных экосистемах суши и океана до 90 % чистой первичной продукции продуцентов (в энергетических единицах) поглощается миром микроорганизмов.

Трофический уровень не является местообитанием одного вида. На одном и том же уровне могут находиться представители огромного количества видов. В свою очередь особи одной популяции могут принимать долевое участие в распределении потоков вещества и энергии на разном количестве уровней. Ярким примером последнего является человек, который по определению относится к эврифагам (широко питающимся) и располагается на нескольких уровнях (со второго и выше).

Сукцессия. Эволюция экосистем во времени называется сукцессией (преемственностью). Она происходит от начальных, менее устойчивых молодых стадий экосистем к заключительному, наиболее устойчивому равновесному состоянию, получившему название климакса (климаксное сообщество). На этой стадии сообщество приходит в равновесие со своей средой обитания. Первичная сукцессия – сукцессия на изначально лишённых жизни местах, и вторичная – развивается на месте сформировавшихся экосистем после их нарушения в результате эрозии, вулканических извержений, пожаров, засухи и т.п.

Типы экосистем

Первая классификация, градация встречающихся биотических систем производится на экосистемы суши и гидросферы. Общая структура трофических цепей и функции водных и наземных экосистем в принципе сходны, но видовой состав и размеры трофических компонент различны. И наиболее резкое различие наблюдается в размерах, видовом составе и интенсивности метаболизма продуцентов двух этих важнейших сфер жизни.

Вид растительности является определяющим и в градации наземных экосистем, определяя три их основных типа: пустынные, травянистые и лесные. Решающим фактором, определяющим классификацию экосистем гидросферы, является солёность воды. По степени солёности водные экосистемы подразделяются на два больших класса: морские или океанические и пресноводные.

Экосистемы суши

1. Тундра (выделяют арктическую тундру и альпийскую, горную).
2. Тайга – вечнозелёные хвойные леса.
3. Листопадный лес умеренной зоны.
4. Степь умеренной зоны.

5. Тропическая саванна.
6. Пустыня.
7. Вечнозелёный тропический дождевой лес.
8. Горы.

Водные экосистемы

Пресноводные:

1. Стоячие воды (озёра, пруды и т.д.).
2. Текучие воды (реки, ручьи и т.д.).
3. Заболоченные угодья (болота, болотистые леса и др.).

Морские:

1. Открытый океан.
2. Воды континентального шельфа (прибрежные воды).
3. Районы апвеллинга (наличие гидроклина в океане между верхними тёплыми слоями и нижними холодными).
4. Эстуарии (прибрежные бухты, проливы, устья рек, районы перемешивания морской, солёной и пресной воды).

Биомассой живого вещества называют совокупность живых организмов в момент наблюдения, а продуктивностью – количество биомассы, произведённой в единицу времени. Единицей усреднения по времени в экологии является, как правило, год. Подавляющая часть биомассы живого вещества (~99 %) сосредоточена в продуцентах экосистем суши, в растительном поясе наземных экосистем.

Пустыня – группа биомов, распространённых в областях с крайне засушливым климатом; характеризуется сильно разрежённым и обеднённым растительным покровом. Годовая сумма осадков не превышает 200 мм (в аридных районах менее 50 мм) при испаряемости, превышающей её в 7–10 раз. Пустыни покрывают одну треть часть поверхности суши Земли. Область широкого распространения ксерофильной и суккулентной растительности, которая покрывает площади в 10–20 %, до 75 % биомассы находится в почве.

Из-за возросшего воздействия человека на пустыни и применения несовершенных методов землепользования их хрупкие экосистемы быстро разрушаются. Их площади ежегодно расширяются на 50–70 тыс. км² и главным образом под влиянием антропогенных факторов (чрезмерной пастбищной нагрузки, разрушения почвы и др.), а также под воздействием ветровой и водной эрозии.

Для наглядности отражения распределения соответственно численности, биомассы и энергии по различным уровням трофической

цепи в экосистеме используют представление этих величин в виде экологических пирамид численности, биомассы и энергии. В отличие от пирамид численности и биомассы пирамида энергии всегда правильная, т.е. на каждый следующий трофический уровень энергии переходит меньше, чем её было на предыдущем уровне.

Типы взаимодействий между популяциями

Теоретически взаимодействие популяций двух видов можно выразить в виде следующих комбинаций символов: 00, --, ++, +0, -0, +-,

При этом (0) означает, что существенное взаимодействие между популяциями отсутствует; (+) – благоприятное действие на рост, выживание или другие характеристики популяции; (-) – ингибирующее действие на рост или другие характеристики популяции. Выделяют 9 типов наиболее важных взаимодействий между видами:

- **нейтрализм** (00) – ассоциация двух видов популяций не называется ни на одном из них;
- **взаимное конкурентное подавление** (--) – обе популяции взаимно подавляют друг друга;
- **конкуренция из-за ресурсов** (--) – каждая популяция неблагоприятно воздействует на другую при недостатке пищевых ресурсов;
- **аменсализм** (-0) – одна популяция подавляет другую, но сама при этом не испытывает отрицательного влияния;
- **паразитизм** (+-) – популяция паразита наносит вред популяции хозяина;
- **хищничество** (+-) – одна популяция неблагоприятно воздействует на другую в результате прямого нападения, но зависит от другой;
- **комменсализм** (+0) – одна популяция извлекает пользу от объединения с другой, а другой популяции это объединение безразлично;
- **протокооперация** (+ +) – обе популяции получают пользу от объединения;
- **мутуализм (симбиоз)** (+ +) – связь благоприятна для роста и выживания отдельных популяций, причём в естественных условиях ни одна из них не может существовать без другой.

Девять описанных видов взаимодействий можно свести к двум более обобщённым типам – отрицательным (антибиотическим) и положительным (симбиотическим). В зависимости от состояния экосистемы к ней может быть применим один из следующих принципов:

1. В ходе эволюции и развития экосистемы существует тенденция к уменьшению роли отрицательных взаимодействий за счёт положительных, увеличивающих выживание обоих видов.
2. В недавно сформировавшихся или новых ассоциациях вероятность возникновения сильных отрицательных взаимодействий больше, чем в старых.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Стадия заключительного равновесия при последовательной смене одних экосистем другими называется ...	а) климаксом; б) сукцессией; в) цикличностью; г) саморегуляцией
2	Обмен химических элементов между живыми организмами и неорганической средой, различные стадии которого происходят внутри экосистемы, называют круговоротом ...	а) воды; б) кислорода; в) веществ; г) энергии
3	Совокупность особей одного вида, которая обладает общим генофондом и занимает определённую территорию, называется ...	а) популяцией; б) экологическим видом; в) сообществом; г) экосистемой
4	Примером первичной сукцессии можно считать последовательность ...	а) «лишайники – семенные растения – мхи»; б) «лишайники – мхи – семенные растения»; в) «семенные растения – лишайники – мхи»; г) «семенные растения – мхи – лишайники»

№	Вопросы	Ответы
5	В пищевой цепи «растение – гусеница – дятел – ястреб» консументом 3-го порядка является ...	а) ястреб; б) растение; в) дятел; г) гусеница
6	Одному и тому же виду в разных биоценозах могут быть свойственны ... экологические ниши	а) многочисленные; б) неиспользованные; в) различные; г) неустойчивые
7	Животные, питающиеся насекомыми, называются ...	а) энтомофагами; б) миофагами; в) малакофагами; г) фитофагами
8	Соотношение численности живых организмов, занимающих разное положение в пищевой цепи, называется пирамидой ...	а) численности; б) биомассы; в) энергии; г) потребности
9	Явление поедания особей собственного вида называется ...	а) хищничеством; б) каннибализмом; в) зоофагией; г) мутуализмом
10	Структурно-функциональный уровень организации живой материи, на котором рассматриваются законы внутривидовых взаимоотношений, экология и эволюция вида, называется ...	а) популяционно-видовым; б) органным; в) биосферным; г) клеточным
11	Доминантами в экологических сообществах называются виды ...	а) сохраняющиеся при смене биоценоза; б) преобладающие по численности; в) редко встречающиеся в биоценозе; г) характерные для данного биоценоза
12	Конкуренция – это отношение между ...	а) видами со сходными потребностями; б) хищниками и жертвами; в) растениями и животными; г) паразитами и хозяевами

№	Вопросы	Ответы
13	В пищевой цепи «растение – полевая мышь – ястреб – бактерия» консументом 2-го порядка является ...	а) ястреб; б) полевая мышь; в) бактерия; г) растение
14	Сфагновые мхи на сфагновых болотах являются ...	а) кодоминантами; б) консортами; в) преобладающими; г) эдификаторами
15	К пойкилотермным животным не относятся ...	а) рыбы; б) земноводные; в) птицы; г) пресмыкающиеся
16	Головастки некоторых видов лягушек выделяют в воду вещества, замедляющие развитие головастиков другого вида. Такое явление называется ...	а) ацидификацией; б) аменсализмом; в) эвтрофикацией; г) комменсализмом
17	Организм, в теле которого происходит размножение паразита, называется ...	а) переносчиком; б) распространителем; в) основным хозяином; г) возбудителем
18	К консументам, питающимся детритом, относятся ...	а) комары; б) тли; в) личинки жуков и мух; г) стрекозы
19	Трофические цепи, начинающиеся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, называются цепями ...	а) выедания; б) пастбищными; в) разложения; г) потребления; д) детритными
20	Организмы, образующие органическое вещество из неорганических веществ посредством фотосинтеза или хемосинтеза, называются ...	а) фитофагами; б) автотрофами; в) детритофагами; г) гетеротрофами
21	Молодые экосистемы по сравнению с климаксовыми системами ...	а) более устойчивы; б) неустойчивы; в) стабильны; г) толерантны

№	Вопросы	Ответы
22	Разделение организмов на группы автотрофов и гетеротрофов основано на способе ...	а) защиты; б) размещения; в) размножения; г) питания
23	В водных экосистемах 1-й трофический уровень занимают ...	а) водоросли; б) хищные рыбы; в) ракообразные; г) мелкие рыбы
24	В основании пирамиды чисел Элтона, отражающей соотношение трофических уровней пищевой цепи дубового леса, располагается ...	а) гусеница дубового шелкопряда; б) дуб (листья дуба); в) хищная лесная птица; г) мелкая лесная птица
25	Какой раздел экологии занимается изучением популяций?	а) Демэкология; б) аутэкология; в) синэкология; г) социальная экология
26	В состав биотического компонента экосистемы входят ...	а) атмосферный воздух и растения; б) грибы, микроорганизмы, почва; в) вода, почва, растения, животные; г) растения, животные, микроорганизмы
27	В зависимости от первоначального состояния субстрата (биотопа) различают ... сукцессии	а) первичные и вторичные; б) гетеротрофные и автотрофные; в) прогрессивные и регрессивные; г) природные и антропогенные
28	Биотический компонент экосистемы – это ...	а) почвогрунт; б) экотоп; в) климатоп; г) биоценоз
29	Начальный биоценоз экологической сукцессии называется ...	а) стадией первопоселенцев; б) сукцессионной серией; в) стадией зарастания; г) стадией климакса
30	Природные экосистемы по сравнению с искусственными ...	а) менее устойчивы; б) не имеют механизмов защиты от внешних воздействий; в) более устойчивы; г) нуждаются в регуляции со стороны человека

№	Вопросы	Ответы
31	Примером агроэкосистемы является ...	а) степь; б) лес; в) лесостепь; г) поле
32	Организмы, питающиеся растениями и занимающие второй трофический уровень пищевой цепи, называются ...	а) зоофагами; б) продуцентами; в) фитофагами; г) автотрофами
33	Видовой состав растений и животных в процессе экологической сукцессии ...	а) устойчив; б) характеризуется монотонностью; в) непрерывно меняется; г) однообразен
34	Абиотический компонент экосистемы – это ...	а) биоценоз; б) экотоп (биотоп); в) фитоценоз; г) зооценоз
35	В состав природной и антропогенной экосистем, как правило, входят ...	а) микробиоценоз и почвогрунт; б) фитоценоз и почвогрунт; в) зооценоз и климатоп; г) биоценоз и экотоп
36	Пруд относится к ...	а) мезоэкосистеме; б) макроэкосистеме; в) глобальной экосистеме; г) агроэкосистеме
37	К надорганизменному уровню организации биологических систем относятся ...	а) клетки; б) ткани; в) органы; г) экосистемы
38	Процесс развития и смены экосистем на незаселённых ранее участках, начинающихся с их колонизации, называется ...	а) полисукцессией; б) третичной сукцессией; в) вторичной сукцессией; г) первичной сукцессией
39	Функция живого вещества, связанная с разложением и минерализацией органических веществ с последующим вовлечением продуктов разложения в биологический круговорот, называется ...	а) информационной; б) транспортной; в) деструктивной; г) газовой

№	Вопросы	Ответы
40	Органическое вещество, создаваемое в экосистемах в единицу времени, называют биологической ...	а) активностью; б) продукцией; в) энергией; г) численностью
41	Организмы, питающиеся фитофагами и занимающие третий трофический уровень пищевой цепи, называются ...	а) детритофагами; б) продуцентами; в) зоофагами; г) фитофагами
42	Гетеротрофы (консументы и редуценты) потребляют и преобразуют ...	а) чистую первичную продукцию; б) первичную продукцию; в) кормовую базу; г) детрит
43	К механизмам саморегуляции экосистем относится субсистема ...	а) «хищник – паразит»; б) «паразит – жертва»; в) «хищник – человек»; г) «хищник – жертва»
44	В пастбищных пищевых цепях 2-й трофический уровень занимают ...	а) редуценты; б) детритофаги; в) плотоядные; г) травоядные
45	Прирост растений, плоды, семена – это ...	а) общая продукция; б) чистая первичная продукция; в) валовая продукция; г) вторичная продукция
46	Изменение лесных экосистем после вырубki леса относится к ... сукцессиям	а) гетеротрофным; б) антропогенным; в) эндогенным; г) первичным
47	Искусственная экосистема – это ...	а) пойменный луг; б) дубрава; в) пашня; г) городской парк
48	Пищевая цепь, включающая звенья «собака – блоха – простейшие», называется ...	а) детритной цепью; б) пастбищной цепью; в) цепью разложения; г) цепью паразитов
49	Наиболее высокой продуктивностью характеризуются экосистемы – ...	а) тропические леса; б) саванны; в) лесостепи; г) леса умеренной зоны

№	Вопросы	Ответы
50	Эстуарии – это ...	а) антропоэкосистемы; б) пресноводные экосистемы; в) морские экосистемы; г) наземные экосистемы
51	Местом для начала вторичной сукцессии могут служить ...	а) голые скалы; б) сыпучие пески; в) заброшенные поля; г) вулканические поля
52	Типичным примером пищевой цепи в лесной экосистеме является последовательность ...	а) «заяц – осина – волк»; б) «осина – заяц – волк»; в) «осина – гусеница – заяц – волк»; г) «осина – гусеница – заяц»
53	Совокупность живых организмов и среды их обитания, функционирующая как единое целое, называется ...	а) экосистемой; б) фитоценозом; в) биоценозом; г) популяцией
54	Лес является ...	а) фитоценозом; б) агроэкосистемой; в) урбаэкосистемой; г) наземной экосистемой
55	Организмы, вовлекающие углерод в круговорот веществ в форме углекислого газа, называются ...	а) детритофагами; б) хищниками; в) продуцентами; г) консументами
56	Организмы, использующие для питания преимущественно органические вещества, произведённые другими видами, называются ...	а) автотрофами; б) гетеротрофами; в) продуцентами; г) хемотрофами
57	Раздел экологии, исследующий взаимоотношения сообществ со средой обитания, называется ...	а) аутэкологией; б) демэкологией; в) биологией; г) синэкологией
58	Климатическое сообщество – это ...	а) пионерное сообщество; б) наиболее устойчивое сообщество сукцессинного ряда; в) сообщество определённой климатической зоны; г) сообщество взаимосвязанных организмов

№	Вопросы	Ответы
59	Организмы, потребляющие готовые органические вещества, но не доводящие их до минеральных веществ, называются ...	а) разрушителями; б) консументами; в) продуцентами; г) редуцентами
60	Консументом первого порядка в цепях питания является ...	а) синица; б) суслик; в) щука; г) гадюка
61	Взаимоотношения организмов одного вида между собой проявляются в форме ...	а) паразитизма; б) симбиоза; в) конкуренции; г) хищничества
62	В желудке и кишечнике жвачных млекопитающих постоянно обитают бактерии, вызывающие брожение, что является примером ...	а) паразитизма; б) квартиранства; в) комменсализма; г) симбиоза
63	Процесс развития экосистем от неустойчивого состояния к устойчивому называется ...	а) интеграцией; б) флуктуацией; в) сукцессией; г) адаптацией
64	К чему приводит экосистему антропогенное изъятие части биогенных элементов из круговорота?	а) К стабилизации; б) к эндогенной сукцессии; в) к экзогенной сукцессии; г) к климаксу
65	Продукция экосистемы – это ...	а) её биомасса; б) количество образованного вещества; в) прирост биомассы; г) масса потреблённого вещества
66	Редуцентами являются ...	а) бактерии и грибы; б) водоросли; в) животные; г) человек
67	Крупнейшей рекой мира является ...	а) Амазонка; б) Лена; в) Миссисипи; г) Хуанхэ

№	Вопросы	Ответы
68	Два вида не могут устойчиво существовать в ограниченном пространстве, если рост численности обоих лимитирован одним жизненно важным ресурсом, количество и доступность которого ограничены, это ...	а) закон Либиха; б) правило Гаузе; в) закон минимума; г) закон Шелфорда; д) закон толерантности
69	Значение болот заключается в том, что они способны ...	а) давать урожай клюквы и брусники; б) регулировать температурный режим экотопов; в) регулировать водный режим территории; г) давать урожай грибов

2.2. Термодинамика

Термодинамика биологических систем – раздел биофизики, рассматривающий общие закономерности превращений энергии, их связь с обменом и транспортом веществ, а также проблемы устойчивости и эволюции биологических систем.

Экспериментальное подтверждение применимости 1-го закона термодинамики (закона сохранения энергии) к живым организмам послужило основой для разработки представлений об источниках энергии процессов жизнедеятельности (биологическое окисление, фотосинтез), о взаимосвязи теплообмена с обменом веществ.

Использование 2-го закона термодинамики и вытекающих из него следствий, которые определяют возможность протекания и направления процессов (в сторону уменьшения свободной энергии и возрастания энтропии системы), оказались весьма плодотворными для анализа физико-химических сторон жизнедеятельности.

Первое начало термодинамики – закон сохранения энергии выполняется для любого уровня трофической цепи: энергия, поступающая с предыдущего уровня, частично передается на следующий уровень (экологическая эффективность передачи энергии), частично рассеивается в окружающую среду в виде теплового излучения, а оставшаяся часть утилизируется редуцентами.

Правило Линдемана. Экологическая эффективность передачи энергии с одного уровня трофической цепи на другой подчиняется правилу Линдемана или правилу 10 %. Процентное содержание энергии высокого качества, переходящей с одного трофического уровня на другой, колеблется от 2 до 30 %. В основных экосистемах суши дикой природы эта величина в среднем равна 10 %.

Подобная природная закономерность оказывала определённое влияние и на исторический процесс развития человеческого сообщества. Прямое изъятие травоядными животными или человеком более 30–50 % годового прироста наземной растительности уменьшает способность экосистемы сопротивляться стрессу; ухудшается структура почвы (гумус), например за счёт перевыпаса скота. В естественных водных экосистемах экологическая эффективность передачи энергии может возрасти до 20–25 % из-за преобладания в животном мире хладнокровных организмов.

Сложившаяся эффективность передачи энергии определяется следующими обстоятельствами и формирует в свою очередь фундаментальные последствия.

Правило основного обмена. Любая большая динамическая система в стационарном состоянии использует приход энергии, вещества и информации главным образом для своего самоподдержания и саморазвития. Большая часть ассимилированной энергии расходует-ся на обеспечение жизнедеятельности самих организмов предыдущего уровня.

Во-вторых, как было указано выше для распределения чистой первичной продукции, более значительная часть оставшейся энергии идёт в дальнейшем по детритной трофической цепи.

Принцип энергетической проводимости. Сквозной поток энергии, проходя через трофические уровни биоценоза, постепенно ослабевает. В результате количество уровней консументов в трофической цепи ограничивается 5–6.

Отражением второго начала термодинамики в биоценозе являются процессы дыхания. Потери энергии в виде недоступного для дальнейшего использования тепла, всегда, на каждом уровне рассеиваемого в окружающую среду в процессе обеспечения собственной жизнедеятельности, приводят к невозможности 100 % переноса энергии в биотическом сообществе.

С точки зрения термодинамики любые экосистемы являются открытыми неравновесными термодинамическими системами, которые в обязательном порядке обмениваются с окружающей средой потоками вещества и энергии. В результате этого обмена термодинамическая функция состояния, которая служит мерой беспорядка (неупорядоченности) системы – энтропия – как бы выплёскивается организованными формами жизни в окружающую среду, порождая энтропийный капкан существования цивилизаций в виде отходов, потоков тепловой энергии и загрязняющих веществ в биосфере.

Продукция – суммарное количество биомассы, образованной за конкретный период времени, или скорость её образования. Её величину относят обычно к единице площади или объёма. Различают первичную и вторичную продуктивности.

Первичная продукция – продукция автотрофных организмов, в основном зелёных растений, а также хемосинтезирующих бактерий. *Вторичная продуктивность* определяет скорость накопления биомассы на других уровнях трофической цепи.

В свою очередь первичная продуктивность подразделяется на *валовую*, равную общему количеству продуктов фотосинтеза за определённый отрезок времени. *Чистая* первичная продуктивность равна разности между валовой и той частью, которая была затрачена в процессе дыхания за данный период времени. Например, у травянистых растений на дыхание расходуется 40–50 % валовой, у деревьев эта величина достигает 70–80 %. Считается, что на дыхание растений расходуется не менее 20 % накопленной энергии.

Первичная продукция характеризует исходный уровень биологической продуктивности природных сообществ. На рис. 2.1 представлено распределение чистой первичной продукции в биосфере по различным экосистемам и площади, занимаемой каждой экосистемой.

Валовая удельная продуктивность (с единицы площади) различных экосистем биосферы колеблется в очень широких пределах от 200 до 20000 ккал/(м²·год).

На суше максимальные величины удельной продуктивности наблюдаются в тропических лесах, где чистая первичная продукция составляет 25–35 т/га в год сухого вещества. По мере удаления от тропиков она снижается, и в тундре составляет только 2–2,5 т/га в год сухого вещества.

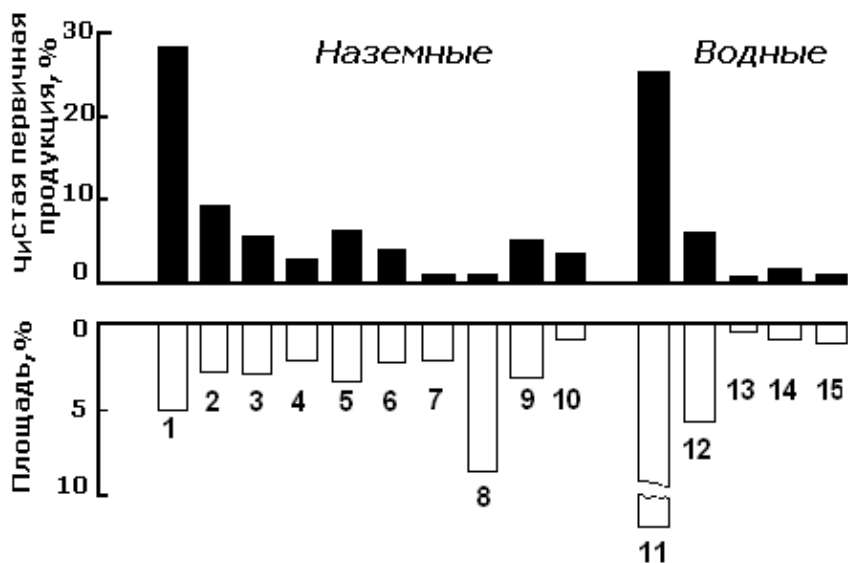


Рис. 2.1. Первичная продукция различных экосистем: 1 – тропический лес; 2 – лес умеренной зоны; 3 – северный лес; 4 – кустарники; 5 – саванна; 6 – степи умеренной зоны; 7 – тундра и альпийская зона; 8 – пустыня; 9 – возделываемые земли; 10 – болота; 11 – открытый океан; 12 – континентальный шельф; 13 – заросли водорослей и кораллы; 14 – эстуарии; 15 – озёра и реки

Продуктивность экосистем суши и гидросферы, в отличие от распределения биомассы, соизмерима.

Первичную продукцию водных экосистем создаёт фитопланктон. В высокопродуктивных водах она может достигать столь же высоких величин, что и в наземных экосистемах. Однако эти воды составляют небольшую долю от общей площади мирового океана, и поэтому первичная продукция его в целом меньше суши.

Оценки продуктивности особенно важны для сельского хозяйства, а, следовательно, с точки зрения глобальной экологии для прогнозов обеспечения человеческого сообщества основным ресурсом, продуктами питания.

На примере возделывания современной высокопродуктивной агрокультуры сои можно посмотреть, каким образом распределяется первичная валовая продукция в биосфере. Около 25 % суммарной

ассимилированной энергии расходуется на дыхание растений, 5 % потребляются симбиотическими микроорганизмами (биофиксация азота), 5 % потребляют насекомые вредители (потери урожая с учетом использования пестицидов), 32 % выносятся из экосистемы человеком (собственно урожай бобов сои), 33 % в стеблях, листьях и корнях разлагаются в почве и подстилке.

В современном сельском хозяйстве используется практическое правило, что урожай зерновых не превышает 1/3 валовой продукции агроэкосистемы. Столь высокое отношение чистого урожая к валовому продукту достигается только за счёт использования энергетических субсидий. Без энергетических субсидий в производство пищи человеческая цивилизация существовать уже не в состоянии. По отношению к экосистеме урожай, собранный человеком, является утечкой энергии, обедняющей естественную среду.

Ограниченность числа уровней в трофической цепи определяется, с одной стороны, планомерным ослаблением потока ассимилированной солнечной энергии, с другой стороны, минимальным количеством энергии, необходимым для поддержания жизнедеятельности особей любой популяции на удалённом уровне.

Ограничимся здесь в качестве примера только численными значениями рациона питания человека. По данным ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), норма питания человека принимается равной 2400 ккал/сут., хотя многие специалисты считают её заниженной и поднимают уровень до 2800–3000 ккал/сут.

Основой получения первичной продукции биосферы является реакция (1.1) фотосинтеза, протекающая с накоплением части высокоэффективной солнечной энергии в виде потенциальной химической энергии органической молекулы глюкозы.

Величина этой энергии составляет $\Delta Q = 2820$ кДж на моль образующейся глюкозы. Коэффициент полезного действия реакции фотосинтеза, как отношение величины ΔQ к величине солнечной энергии, затраченной на синтез 1 моля глюкозы, составляет значение 30–35 %.

Однако суммарная доля солнечной энергии, ежегодно поглощаемой Землёй и идущей на образование живой органики, весьма мала (< 0,1 %). При этом 46 % солнечной энергии непосредственно пре-

вращается в тепло, 30 % (альбедо планеты) отражается назад в космическое пространство, а 23 % расходуется на испарение влаги.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Кислород, который выделяется при фотосинтезе, ранее входил в состав молекулы ...	а) рибулезы; б) глюкозы; в) углекислоты; г) воды
2	Функция живого вещества, связанная с поглощением солнечной энергии в процессе фотосинтеза и последующей передачей её по пищевым цепям, называется ...	а) деструктивной; б) энергетической; в) концентрационной; г) средообразующей
3	Для образования органического вещества бактерии-хемосинтетики используют ...	а) сероводород; б) углекислый газ; в) глюкозу; г) воду
4	Наибольшее биоразнообразие наблюдается в экосистемах ...	а) хвойных лесов; б) болот; в) тропических лесов; г) степей
5	Аккумуляция и трансформация солнечной энергии в энергию земных процессов – это проявление ... функции живого вещества	а) концентрационной; б) энергетической; в) деструкционной; г) информационной
6	Появление пойкилотермных и гомойотермных животных – это результат адаптации к ... окружающей среды	а) температуре; б) насыщению кислородом; в) плотности; г) влажности
7	Растения, запасая энергию в процессе фотосинтеза, сами используют её на процессы дыхания в количестве ...	а) 90–100 %; б) около 10 %; в) 40–70 %; г) менее 1 %
8	Группа организмов, представители которой в биогеоценозе начинают преобразование солнечной энергии, называется ...	а) консументами I порядка; б) редуцентами; в) продуцентами; г) консументами II порядка

№	Вопросы	Ответы
9	Удержание значительной части солнечной энергии у земной поверхности называется ...	а) стихийным бедствием; б) радиоактивным загрязнением; в) «парниковым эффектом»; г) разрушением озонового слоя
10	Согласно правилу пирамиды энергии с предшествующего трофического уровня экологической пирамиды на последующий передаётся в среднем ... энергии	а) 2 %; б) 10 %; в) 50 %; г) 90 %; д) 98 %
11	Поток энергии в экосистемах идёт в направлении ...	а) «растение-хищники-фитофаги»; б) «растение-фитофаги-хищники»; в) «бактерии-растение-хищники»; г) «фитофаги-хищники-растение»
12	Значительная часть энергии в экосистемах ...	а) расходуется на механическую работу; б) рассеивается в виде теплоты; в) используется многократно; г) используется на транспирацию
13	В основании экологической пирамиды энергии располагаются ...	а) фитофаги; б) продуценты; в) консументы; г) редуценты
14	Та часть валовой продукции, которая остаётся в фитоценозе после расходов на дыхание, называется ...	а) продукцией гетеротрофов; б) чистой первичной продукцией; в) продукцией фитофагов; г) вторичной продукцией
15	Цепи питания имеют не более 4–5 звеньев, что объясняется ...	а) недостатком энергии; б) недостатком кормов; в) питанием строго определёнными видами; г) малым разнообразием видов
16	Фиксированная в углеводах в процессе фотосинтеза солнечная энергия представляет собой ... биогеоценоза	а) продукцию гетеротрофов; б) чистую первичную продукцию; в) продукцию фитофагов; г) валовую первичную продукцию

№	Вопросы	Ответы
17	Энергетические затраты на поддержание метаболических процессов в организме – это ...	а) потери с фекалиями; б) траты на дыхание; в) энергия запаса; г) потребление гетеротрофами
18	Закон пирамиды энергий открыл учёный ...	а) Л. Пастер; б) Б. Линдеман; в) В. Горшков; г) А. Тэнсли
19	Энтропия – это ...	а) мера энергетического равновесия, упорядоченности; б) мера необратимого рассеивания энергии; в) оба ответа правильные
20	Какая экологическая пирамида всегда является геометрически правильной?	а) Численности; б) биомассы; в) энергии; г) распределения видов
21	Какое количество солнечной энергии, падающей на Землю, улавливается в процессе фотосинтеза, отражается, превращается в тепло?	а) Отражается 46 %, в тепло превращается 30 % и около 0,1 % участвует в процессе фотосинтеза; б) на фотосинтез тратится 46 % энергии, в тепло превращается 30 % и около 1 % отражается; в) 46 % превращается в тепло, 30 % отражается и около 0,1 % участвует в процессе фотосинтеза
22	Изменение жизнедеятельности в ответ на изменение длины светового дня называется ...	а) фототропизм; б) фотопериодизм; в) фототаксисом; г) фотонастий
23	Кого принято называть отцом естествознания?	а) Клода Бернара; б) Аристотеля; в) Гиппократ; г) Ньютона
24	На дыхание растений расходуются не менее ... энергии	а) 1 %; б) 10 %; в) 20 %; г) 50 %

№	Вопросы	Ответы
25	Какие системы характеризуются высокой энтропией и какие – низкой?	а) Высокой – открытые системы, низкой – замкнутые; б) все экологические системы – открытые и обладают высокой энтропией; в) оба ответа правильные

2.3. Экологические факторы

Распространение как целых видов, так и организмов одного вида от одной экосистемы к другой и внутри экосистемы зависит от различных экологических факторов окружающей среды. Причиной ограниченного распространения тех или иных организмов в биосфере является наличие у видов в целом и отдельных организмов определённых диапазонов толерантности по отношению к колебанию различных физических, химических и биотических факторов окружающей среды. Любой фактор, приближающийся к границам толерантности или превышающий их, называется лимитирующим фактором.

Положение о том, что развитие видов определяется не теми элементами питания, которые хоть и нужны в наибольших количествах, но имеются в достатке, а теми, которые требуются в очень малых количествах, но присутствуют в минимуме от необходимых потребностей, стало известно как закон минимума Либиха.

Представление о наличии у организмов экологических минимумов на случай переизбытка того или иного элемента окружающей среды расширил В. Шелфорд. Закон Шелфорда или закон диапазона толерантности о существовании экологических минимумов и экологических максимумов, т.е. диапазонов восприимчивости видов по отношению к факторам окружающей среды, звучит в результате следующим образом. Существование, распространённость и распределение видов живых организмов в экосистеме определяется тем, может ли уровень одного или нескольких физических и химических факторов быть выше или ниже уровней толерантности этих видов.

Отметим нелинейный характер отклика состояния популяции от колебаний факторов окружающей среды. При одних условиях раз-

вития экосистемы значительные отклонения параметров в обе стороны не приводят к угрожающим последствиям, как для данного вида, так и экосистемы в целом. При других обстоятельствах малейшего возмущения системы достаточно вплоть до её разрушения или деградации данного вида. Экология как наука предупреждает, что от границ диапазонов толерантности целесообразно находиться на почтительном расстоянии.

Обобщённая концепция лимитирующих факторов. Объединяя законы Либиха и Шелфорда, можно определить обобщённую концепцию лимитирующих факторов.

В природе существование, распространённость и развитие организмов зависит:

1. От содержания необходимых веществ и состояния критических физических факторов окружающей среды.
2. От диапазона толерантности самих организмов к этим и другим компонентам биосферы.

Избыток или недостаток любого абиотического фактора может повлечь за собой ограничение или остановку роста популяции видов в экосистеме, даже если все другие факторы близки к оптимальным значениям для этих видов живых организмов. Любой фактор, тормозящий рост популяции видов в экосистеме, является лимитирующим фактором.

Для отражения всего комплекса необходимых условий существования и развития вида в окружающей среде введено понятие экологической ниши.

Экологическая ниша – это комплекс всех физических, химических и биологических факторов среды, необходимых биологическому виду для жизни, роста и размножения в экосистеме и обеспечивающих выполнение им своих функциональных обязанностей в биосфере. Таким образом, экологическая ниша – это функциональное место вида в окружающей среде, учитывающее и принимающее во внимание роль и деятельность самих организмов в экосистеме, в общей системе жизни.

Укажем ряд положений, связанных с использованием понятия экологической ниши в экологии.

1. **Правило обязательности заполнения экологических ниш.** Пустующих экологических ниш в биосфере не бывает, они всегда бывают естественно заполнены. Экологическая ниша именно

как функциональное место вида в экосистеме позволяет любой другой форме за счёт соответствующей адаптации заполнить освободившуюся нишу и возложить на себя выполнение необходимых всему сообществу функциональных обязанностей.

2. **Принцип Гаузе или принцип конкурентного исключения.** Две популяции в одной и той же экологической нише сосуществовать не могут. Если популяции неустойчивы по отношению к межвидовой конкуренции, то одна из них неизбежно вытесняет другую.
3. **Принцип стабилизации экологических ниш.** Эволюция популяций внутри сообщества и эволюция самого сообщества скоррелированы так, что каждый вид устойчиво сохраняет в этой природной системе своё функциональное место (экологическую нишу) до тех пор, пока внешние силы не изменят существующего баланса. Рост численности популяции превентивно ограничен необходимостью остаться в составе материнского сообщества, не разрушая его как среду обитания в любых интервалах времени. Экосистема вырабатывает внутри сообщества необходимые типы взаимодействия популяций с отрицательной или положительной обратной связью для стабилизации возмущенной системы.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Любой элемент среды, прямо или опосредованно воздействующий на жизнедеятельность, поведение и пространственное распределение организмов в течение всей жизни, называется ... фактором	а) психическим; б) экологическим; в) витальным; г) социальным
2	К абиотическим экологическим факторам относится ...	а) температура; б) хищничество; в) вырубка лесных массивов; г) конкуренция
3	Как называются организмы, взвешенные в толще воды?	а) Плейстон; б) бентос; в) нектон; г) планктон

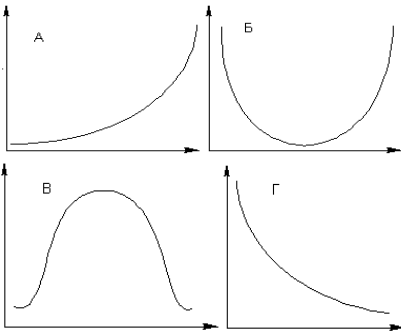
№	Вопросы	Ответы
4	Из двух видов со сходными требованиями к среде, вступающих в конкурентные отношения, один должен погибнуть либо занять новую экологическую нишу – гласит ...	а) правило Гаузе; б) закон Коммонера; в) закон Вернадского; г) правило 10 %; д) закон Либиха
5	К биотическим экологическим факторам относится ...	а) освещённость; б) нейтрализм; в) влажность; г) температура
6	По отношению к фактору освещённости для животных не характерна экологическая группа ...	а) сумеречных; б) дневных; в) тенелюбивых; г) ночных
7	Одним из основных негативных факторов, ведущим к сокращению продолжительности жизни человека, является ...	а) шумовое воздействие; б) гиподинамия; в) физический труд; г) курение
8	Виды, имеющие узкие пределы выносливости к изменению экологических факторов, называются ...	а) эврибионтными; б) кодоминантными; в) стенобионтными; г) доминантными
9	Плотность сложения, механический состав, влагоёмкость, аэрируемость почвы называются ... экологическими факторами	а) антропоическими; б) биотическими; в) эдафическими; г) химическими
10	Экологически пластичные, более выносливые к значительным колебаниям факторов среды виды называются ...	а) эврибионтными; б) стенобионтными; в) специализированными; г) доминантными
11	В водной среде жизни при увеличении глубины давление ...	а) уменьшается; б) подвержено резким колебаниям; в) изменяется незначительно; г) увеличивается
12	Совокупность абиотических и биотических условий, определяющих положение и роль популяций в сообществе, называется ... нишей	а) биологической; б) экологической; в) трофической; г) пространственной

№	Вопросы	Ответы
13	В основе деления растений на экологические группы: светолюбивые, тенелюбивые и теневыносливые – лежит их отношение к ...	а) смене времен года; б) интенсивности освещения; в) рельефу местности; г) смене дня и ночи
14	Выражение ««Место обитания» - это «адрес» организма, а экологическая ниша – его «профессия»», принадлежит ...	а) Ч. Дарвину; б) К.А. Тимирязеву; в) Ю. Одуму; г) А.А. Уранову
15	Ярусное расположение растений в лесных биоценозах служит приспособлением к ...	а) фотопериоду; б) режиму освещённости; в) режиму влажности; г) режиму температуры
16	Главной мишенью ультрафиолетовых лучей в живой клетке являются молекулы ДНК, что может привести к ...	а) мутациям; б) повышению иммунитета; в) катаракте; г) язве желудка
17	Понятие о лимитирующих факторах разработал ...	а) Н. Реймерс; б) Б. Коммонер; в) В. Шелфорд; г) Ю. Одум
18	В результате дифференциации экологических ниш видов происходит ...	а) повышение конкуренции; б) снижение конкуренции; в) появление паразитизма; г) появление мутуализма
19	Проявление птичьего гриппа в Юго-Восточной Азии – это проявление ... экологического фактора	а) химического; б) микробогенного; в) зоогенного; г) фитогенного
20	Разнообразные типы взаимоотношений организмов между собой относятся к ... экологическим факторам	а) антропогенным; б) абиотическим; в) биотическим; г) почвенным
21	Влияние плодородия почвы на продуктивность растений относится к ... факторам среды	а) абиотическим; б) биотическим; в) климатическим; г) физическим
22	Ветер, свет, влажность, температура – это ... экологические факторы	а) антропоические; б) химические; в) климатические; г) биотические

№	Вопросы	Ответы
23	Два вида не могут длительное время совместно жить в одном местообитании, если их экологические потребности идентичны, т.е. если они занимают одну и ту же экологическую нишу. Этот принцип сформулировал и экспериментально подтвердил ...	а) Г. Гаузе; б) А. Тенсли; в) Ч. Элтон; г) Р. Макартур
24	Содержание растворённого в воде кислорода – это ... экологический фактор	а) химический; б) биотический; в) климатический; г) эдафический
25	Совокупность многообразных воздействий леса на организмы и среду – это ... экологические факторы	а) абиотические; б) орографические; в) биотические; г) климатические
26	К орографическим факторам относится ...	а) рельеф местности; б) влажность; в) перепад температур; г) красивый ландшафт
27	Участок территории, занятый популяцией вида и характеризующийся определёнными экологическими условиями, отвечающими экологической нише данного вида, называется ...	а) стадией; б) пищевой базой; в) зоной жизни; г) зоной оптимума
28	Рост природных популяций сдерживается сопротивлением среды и саморегуляцией, а численность популяции человека регулируется ... факторами	а) социально-экономическими; б) космическими; в) информационными; г) социально-психологическими
29	Последовательная смена во времени одних биоценозов другими на определённом участке земной поверхности – это ...	а) климакс; б) гомеостаз; в) сукцессия; г) реверсия
30	К какой группе экологических факторов относится химический состав воздуха?	а) Эдафических; б) климатических; в) химических; г) абиотических

№	Вопросы	Ответы
31	Интенсивность экологического фактора, при которой жизнедеятельность организма угнетается, но он ещё может существовать, называется зоной ...	а) оптимума; б) минимума; в) максимума; г) пессимума
32	рН среды (водной, почвенной) влияет на распространение и жизнедеятельность организмов и является одним из важнейших ... экологических факторов	а) физических; б) климатических; в) абиотических; г) биотических
33	Способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять реальное относительное постоянство свойств называется ...	а) сукцессией; б) апоптозом; в) адаптацией; г) адгезией; д) гомеостазом
34	Ультрафиолетовая радиация оказывает ингибирующее воздействие на фито- и зоопланктон, что может привести к ...	а) снижению первичной продуктивности Мирового океана; б) увеличению испарения с поверхности океана; в) исчезновению вредных и опасных видов из океана; г) разогреву вод Мирового океана
35	В какой среде обитания чаще всего встречаются stenothermic организмы?	а) Водной; б) наземно-воздушной; в) почвенной; г) на поверхности других организмов
36	Кардинальные экологические точки и экологические зоны – это ...	а) максимум, минимум, оптимум, толерантность; б) нижний и верхний пессимумы; в) зоны оптимума, с недостатком и с избытком фактора
37	Виды с широкой и узкой экологической амплитудой по отношению ко всей совокупности факторов – это ...	а) эврибионтные и стенобионтные; б) эвритопные и стенотопные; в) стенобионтные и эвритопные

№	Вопросы	Ответы
38	Какой из факторов в большей степени отражает устойчивость экосистемы?	а) Большое количество видов с коротким циклом развития; б) большое разнообразие видов со сложными цепями питания; в) наличие монокультуры; г) короткие пищевые цепи
39	Какой из факторов считается лимитирующим?	а) Фактор, не выходящий за пределы оптимума; б) фактор, наиболее приближённый к оптимальному; в) фактор, больше всего отклоняющийся от оптимального; г) фактор, угнетающий жизнедеятельность организма
40	Какой фактор для бурых водорослей является ограничивающим на больших океанических глубинах?	а) Содержание кислорода; б) температура; в) освещённость; г) давление
41	К какой группе экологических факторов относится химический состав почвы?	а) Гидрологических; б) климатических; в) орографических; г) эдафических
42	У какой экологической группы растений в ходе эволюции выработались следующие приспособления: поверхностная корневая система, наличие водозапасающих тканей, редукция листьев?	а) Гидрофитов; б) суккулентов; в) склерофитов; г) мезофитов
43	К какой группе экологических факторов у живых организмов относятся наиболее совершенные адаптации?	а) К непериодическим факторам; б) к вторичным периодическим факторам, зависящим от первичных; в) к первичным периодическим факторам, как наиболее старым

№	Вопросы	Ответы
44	Среди обитателей какой среды жизни наиболее распространены эврибатные виды?	а) Водной; б) наземно-воздушной; в) почвенной; г) другие организмы как среда обитания
45	Какое из приспособлений не характерно для эдафобионтов?	а) Роющие конечности; б) высокий уровень развития слуха и обоняния; в) хорошо развитое зрение; г) волосяной покров без направления роста
46	Совокупность физиологических, популяционных и других характеристик живых организмов, обеспечивающих возможность устойчивого выживания в природных условиях среды, называется ...	а) акклиматизацией; б) адаптацией; в) ритмичностью; г) динамичностью
47	Организмы, населяющие водную, почвенную и наземно-воздушную среду обитания, живут в соответствии с ...	а) законами биометрии; б) ритмичностью природных процессов; в) уровнем солёности растворов среды; г) законами Коммонера
48	Кривая Шелфорда, отражающая степень толерантности организма к интенсивности какого-либо фактора среды, имеет вид: 	Правильный ответ: а) А; б) Б; в) В; г) Г

№	Вопросы	Ответы
49	Какую экологическую зону Мирового океана занимают организмы с высоким внутренним давлением?	а) Эпипелагеаль; б) литораль; в) сублитораль; г) ультраабиссаль
50	Какова роль бактерий и грибов в круговороте веществ?	а) Производители органики; б) потребители органики; в) разрушители органики; г) разрушители неорганических веществ

Г Л А В А 3

ОРГАНИЗМ И СРЕДА

Из 90 с лишним химических элементов, встречающихся в природе, практически 40 требуются живым организмам. Состав живого вещества в определённой степени наследует химический состав литосферы, но процентное распределение различных элементов существенно различаются. В табл. 3.1 приведены первые по весовому вкладу 15 химических элементов, составляющие основу живого организма.

Таблица 3.1

Состав живого вещества, %

Элемент	Доля в %	Элемент	Доля в %	Элемент	Доля в %
O	70	N	0,3	Na	0,02
C	18	Si	0,2	Cl	0,02
H	10,5	P	0,07	Fe	0,01
Ca	0,5	S	0,05	Al	0,005
K	0,3	Mg	0,04	Ba	0,003

С точки зрения суточной потребности для человеческого организма химические элементы можно разделить на четыре группы:

1. C, O, H, N, S, P – суточное потребление с водой и едой (в кг).
2. Ca, Mg, Na, K, Cl – (в г) (для построения скелета).
3. Cu, Zn, Co, Cr, Sn, Fe, Si (в мг).
4. As, Se, Br, I, F (в мкг или в нг).

Химические элементы первых двух групп относятся к макроэлементам, последние две группы элементов называются микроэлементами.

Микроэлементы – химические элементы, содержащиеся в организмах в низких концентрациях (обычно тысячные доли процента и ниже) и необходимые для их нормальной жизнедеятельности. Насчитывается свыше 30 микроэлементов – металлов (Al, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Ni, Sr и др.) и неметаллов (Se, Br, F, As, B и др.). В растения и микроорганизмы микроэлементы поступают из почвы и во-

ды, в организм животных и человека с водой и пищей. Их роль и функции в различных организмах весьма разнообразны.

Первым важнейшим отличием микроэлементов от макроэлементов является их непостоянное содержание в организме даже в течение одного года (весенний авитаминоз). При стабильном весе содержание макроэлементов в организме постоянно. Тем не менее, живой организм также нуждается в поступлении микроэлементов, как и в поступлении макроэлементов.

Для растений особенно важны следующие 10 микроэлементов:

Fe, Mn, Cu, Zn, B, Si, Mo, Cl, V, Co.

Все перечисленные выше, за исключением бора, требуются также и животным, а ещё:

Se, Cr, Ni, F, I, Sn, As.

Микроэлементы принимают участие в таких важнейших процессах, как фотосинтез; дыхание; синтез белков; образование крови; белковый, углеводный и жировой обмен. Недостаток или избыток микроэлементов в живом организме, связанный обычно с недостатком или избытком их в почве, приводит к нарушению обмена веществ, эндемическим заболеваниям.

Микроэлементы, как и все элементы земной коры, вовлекаются в водную, воздушную и биологическую миграции и образуют круговороты. Для характеристики вовлечения химического элемента в биологический круговорот вводится понятие коэффициента биологического поглощения (КБП) – отношение концентрации данного химического элемента в золе растений к его концентрации в породе, на которой растёт данное растение.

Для различных растений КБП элементов неодинаковы, но на основании многочисленных данных можно вывести и некоторые усреднённые значения. В частности, одним из наиболее высоких КБП обладает йод, что свидетельствует о его повышенной химической и биологической активности. Подобная активность передается и на радиоизотопы йода, что делает этот элемент важнейшим компонентом радиационных аварий, как показала практика и Чернобыльская трагедии, и печальных событий на Фукусиме в Японии.

Состав золы разных растений имеет существенное различие. В экосистемах различные компоненты живой среды персонифицировано накапливают отдельные химические элементы. Кстати, на этом факторе работает вся народная медицина. Концентрация от-

дельных элементов в некоторых растениях в сотни и тысячи раз превосходит их средние значения по биосфере.

Особенности круговорота микроэлементов

Отметим следующие основные особенности, которые необходимо учитывать при анализе круговорота микроэлементов:

1. Взаимозаменяемость химических элементов. При недостатке в окружающей среде необходимого элемента он может быть заменён имеющимся в избытке и сходным по своим химическим свойствам другим элементом. Этот факт имеет как свои положительные, так и отрицательные стороны. Известно, что у жителей северных стран, проживавших вблизи полигонов по наземным испытаниям ядерного оружия, было отмечено накопление в костях радиоизотопа ^{90}Sr , замещавшего там Ca.
2. Наличие диапазонов толерантности организмов по разным факторам окружающей среды, в том числе по концентрации в организме различных химических элементов. Как недостаток, так и избыток любого элемента может привести к нарушениям жизнедеятельности организмов. Высокое содержание фтора в организме ведёт к флюорозу (разрушению зубов и десен), низкое – к кариесу. Нехватка азота в организме нарушает синтез белка, его переизбыток приводит к азотным отравлениям и т.д.
3. Правило биологического накопления или биологического усиления. В отличие от планомерно ослабевающего потока энергии по трофическим цепям, концентрация отдельных химических элементов при переходе с одного трофического уровня на другой может возрастать. Это приводит к возможности проявления негативных последствий любого воздействия на последующих уровнях трофической цепи при, казалось бы, находящихся в разрешённых допустимых пределах воздействия на первичных уровнях.

Микроэлементы широко используются в медицине, в сельском хозяйстве для повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Генетически модифицированный организм (ГМО). Федеральный закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» определяет организм или несколько организмов, любое неклеточное, одноклеточное или многоклеточное

образование, способные к воспроизводству или передаче наследственного генетического материала. Эти организмы отличаются от природных организмов. Они получены с применением методов генной инженерии и содержат генно-инженерный материал, в том числе гены, их комбинации и фрагменты.

Генная инженерия используется для создания новых сортов растений, устойчивых к неблагоприятным условиям среды и вредителям, обладающих лучшими пищевыми качествами. Создаваемые новые породы животных отличаются ускоренным ростом и продуктивностью.

В дискуссии о безопасности использования трансгенных растений и животных в сельском хозяйстве участвуют правительственные комиссии и различные организации. В настоящее время преобладает мнение об отсутствии повышенной опасности продуктов из ГМО в сравнении с продуктами, полученными из организмов, выведенных традиционными методами.

3.1. Система организм – среда

Взаимоотношения живых систем различного уровня организации со средой и между собой изучает общая экология.

Каждый отдельный организм постоянно находится в прямых или косвенных отношениях с разнообразными компонентами окружающей среды. Разнообразные условия жизнедеятельности организмов на Земле можно классифицировать на четыре основные среды обитания: водная, наземно-воздушная, почвенная и организменная.

Отдельные компоненты внешней среды, влияющие на организмы, называют экологическими факторами. Экологические факторы подразделяются на группы:

- 1) абиотические факторы (неживая природа);
- 2) биотические факторы (живые организмы);
- 3) антропогенные факторы (деятельность человека).

К абиотическим факторам относятся температура, вода, солнечное излучение, газовый состав атмосферы, почва, рельеф.

По большинству определяющих факторов существуют диапазоны толерантности, т.е. нижние и верхние пределы оптимального существования живых организмов. Диапазон толерантности описывает оптимальную амплитуду колебания факторов, которая обуславлива-

ет наиболее полноценное существование и процветание популяции. Он включает значения абиотических факторов, позволяющих выжить меньшей по численности популяции. Когда предел толерантности превышает – выживают лишь несколько организмов или гибнет вся популяция.

Например, несмотря на то, что температурные пределы существования жизни довольно значительны, большинство видов организмов и большая часть их активности приурочены к существенно более узкому диапазону температур.

Ещё более парадоксальная ситуация связана с солнечным излучением. В отношении солнечного света организмы стоят перед дилеммой: с одной стороны, прямое воздействие УФ участка солнечного спектра на протоплазму смертельно для организма, с другой – свет служит первичным источником энергии, без которого жизнь невозможна. Многие морфологические и поведенческие особенности организмов связаны с решением этой проблемы: как спрятаться от губительной солнечной радиации, но получить необходимую солнечную энергию.

Таким образом, солнечный свет – это не только жизненно важный фактор, но и лимитирующий, причём и с точки зрения максимального воздействия, и с точки зрения минимальной недостаточности. При световой энергии 20–40 кал/(см²·ч) происходит максимальный фотосинтез для морского фитопланктона, наземных деревьев и других продуцентов. При высокой интенсивности света ослабляется синтез белка, поэтому в тропиках трудно получить высокие урожаи, богатые белком. А максимум продукции фотосинтеза в океане приходится не на поверхностный слой, а на слой, лежащий несколько ниже.

Организмы в биосфере Земли не являются только рабами физических условий окружающей среды: они приспосабливаются сами и изменяют условия среды так, чтобы ослабить влияние лимитирующих факторов. Биологическая регуляция геохимической среды и общая роль живых организмов в поддержании гомеостаза на планете прослеживаются на всём протяжении эволюции жизни на Земле.

Компенсация лимитирующего воздействия особенно эффективна на уровне сообщества, но возможна и на уровне вида.

Вид – совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических, биохимических особен-

ностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определённым условиям жизни и занимающих в природе определённый ареал.

Популяция – это группа организмов одного вида, проживающих на определённой территории. В общей сложности научно описано около двух млн видов живых организмов, а предполагается существование от 3 до 30 млн видов.

Виды с широким географическим распространением почти всегда образуют экотипы. Экотипы – это адаптированные к местным условиям физиологические, а иногда и морфологические особенности организмов одного вида, живущих в разных экологических системах.

Многие типы организмов способны менять толерантность к физическим факторам, если условия будут меняться постепенно. Такая адаптация или акклиматизация является чрезвычайно полезным защитным средством, но может подвести к опасной черте. С каждым следующим изменением организм приближается к предельному уровню толерантности, а далее наступает так называемый пороговый эффект. Система переходит в новое состояние, вплоть до исчезновения, а обратной дороги уже нет. Пороговый эффект частично объясняет, почему многие проблемы окружающей среды возникают, казалось бы, неожиданно, хотя на самом деле они копились без должной ответной реакции долгое время.

Обычно концепцию диапазона толерантности применяют к популяциям. Как правило, уровни толерантности для большинства видов живых организмов намного ниже в юном возрасте. Период размножения является критическим: пределы толерантности для размножающихся особей, семян, яиц, эмбрионов и личинок уже, чем для взрослых растений и животных.

Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора окружающей среды и узкий – в отношении другого. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее распространены в природе.

Некоторые виды проживают в постоянно меняющихся условиях окружающей среды, обусловленных сменой времен года. Они, как правило, лучше других и приспосабливаются к широкому диапазону физических и химических условий. Другие виды, проживающие при достаточно постоянных условиях (влажный тропический лес; в глу-

бине моря), существовать могут только в узких диапазонах значений физических и химических факторов.

Действительные пределы толерантности в природе обычно уже, чем потенциальный диапазон активности вида. Для отражения относительной степени толерантности в экологии используются приставки: **стено** – узкий и **эври** – широкий.

В частности, человек является эврифагом – широко питающимся.

Все абиотические условия существования могут быть не только лимитирующими факторами, но и регулируемыми, влияющими на жизнедеятельность благотворно. Адаптированные организмы так реагируют на эти факторы, что их сообщество как бы ослабляет вредные эффекты и достигает максимальной эффективности и наиболее устойчивого в данных условиях гомеостаза.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Представление о пределах толерантности организмов ввёл ...	а) В.И. Вернадский; б) А. Тенсли; в) Г. Зюсс; г) В. Шелфорд
2	Основным возбудителем клещевого энцефалита является ... клещ	а) собачий; б) паутинный; в) таежный; г) чесоточный
3	Выберите правильное определение. Анабиоз – это ...	а) состояние покоя; б) обезвоженность организма; в) крепкий сон; г) практически полная остановка метаболизма
4	Употребление наркотиков опасно не только для здоровья человека, но и для его потомства, так как они ...	а) усиливают спазмы желудка; б) вызывают кашель; в) усиливают потоотделение; г) вызывают изменение генов и хромосом
5	Патогенные микроорганизмы проникают в организм человека посредством ... системы	а) кровеносной; б) нервной; в) дыхательной; г) гормональной

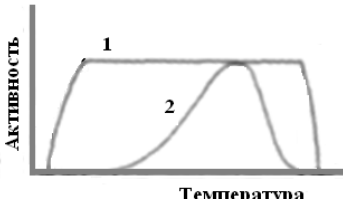
№	Вопросы	Ответы
6	Почвообразовательная деятельность бактерий – это ... фактор среды	а) физический; б) абиотический; в) климатический; г) биотический
7	Впадение сурков в спячку на зимний период – это проявление ... адаптации	а) искусственной; б) поведенческой; в) морфологической; г) физиологической
8	Типичным представителем геобионтов – организмов, весь жизненный цикл которых протекает в почвенной среде, является ...	а) дождевой червь; б) полевая мышь; в) колорадский жук; г) сурок
9	Создание водными организмами условий для растворения или осаждения ряда металлов (марганец, железо) и неметаллов (сера) – это проявление ... функции живого вещества	а) энергетической; б) деструкционной; в) окислительно-восстановительной; г) газовой
10	Совокупность абиотических и биотических условий жизни организма – это ...	а) среда обитания; б) физическая среда; в) пространство, занимаемое организмом; г) микроклимат
11	Превращение листьев в колючки и утолщение стебля у кактусов – это возникшая в процессе эволюции адаптация к ...	а) бедным почвам; б) высокой интенсивности света; в) недостатку влаги; г) высокой температуре
12	Растения, обитающие во влажных местах, не переносящие водного дефицита и обладающие невысокой засухоустойчивостью, называются ...	а) гигрофитами; б) суккулентами; в) гелиофитами; г) доминантами
13	Наличие плавательных пузырей у рыб, обитающих в толще воды, – это адаптация, направленная на ...	а) увеличение плавучести; б) возможность жить в солёных водах; в) увеличение способности к удержанию на дне; г) уменьшение плавучести

№	Вопросы	Ответы
14	Способность верблюдов к регуляции водного обмена и удержанию воды в теле – это адаптации к ...	а) недостатку корма и физической нагрузке; б) сухости воздуха в сочетании с высокой температурой среды; в) высокой интенсивности освещения; г) длительными переходами через пустыню в составе караванов
15	Процесс приспособления организмов к изменениям факторов среды жизни называется ...	а) фотосинтезом; б) толерантностью; в) адаптацией; г) сукцессией
16	Корюшка (мелкая рыба) может жить как в пресных, так и солёных водах, поскольку ей свойственна ... экологическая пластичность по отношению к солёности воды	а) большая; б) постоянная; в) небольшая; г) нормальная
17	Стабильные условия и неограниченная доступность питательных веществ характерны для ... среды жизни	а) наземно-воздушной; б) почвенной; в) водной; г) организменной
18	Живые организмы в процессе дыхания, питания и размножения осуществляют в биосфере ...	а) формирование смерчей и тайфунов; б) вулканическую деятельность; в) биогенный ток атомов; г) образование пустынь
19	В дубраве дуб определяет облик и функцию биоценоза, в видовой структуре он занимает положение ...	а) кодоминанта; б) интродуцента; в) доминанта; г) преобладающего
20	Споры, пыльца, семена растений, микроорганизмы и мелкие животные составляют ... воздушной среды	а) фитопланктон; б) аэропланктон; в) бентос; г) нектон
21	Лимитирующим фактором, препятствующим расселению лося на север Сибири, является ...	а) деятельность человека; б) недостаток влаги; в) низкая зимняя температура; г) высокая летняя температура

№	Вопросы	Ответы
22	Ультрафиолетовые лучи, проникая сквозь атмосферу, поглощаются тканями живых организмов и ...	а) повышают устойчивость клеток; б) разрушают молекулы белков и ДНК; в) активируют синтез белков; г) повышают стабильность белков
23	Уплощение тела в дорзовентральном (спинно-брюшном) направлении у камбалы, ската и других глубоководных обитателей – это адаптация к ...	а) высокому давлению; б) защите от врагов; в) недостатку света; г) недостатку кислорода
24	Хроническое отравление кадмием, сопровождающееся атрофией костей всего скелета и ведущее к гибели человека, вошло в историю эндемических отравлений тяжёлыми металлами под названием ...	а) «итаи-итаи»; б) «птичий грипп»; в) флюороз; г) болезнь легионеров
25	Комнатная муха может быстрее, чем человек, приспособиться к изменяющимся условиям внешней среды, потому что ...	а) имеет быструю смену поколений; б) хорошо летает; в) имеет меньшие размеры; г) имеет личиночную стадию
26	Какие запасные вещества откладываются у животных на зиму?	а) Белки; б) углеводы; в) крахмал; г) липиды
27	В биосфере обитают немногим более ... живых существ, которые обнаружены и описаны	а) 1 млн; б) 2 млн; в) 5 млн; г) 10 млн
28	Совокупность реакций ассимиляции и диссимиляции называется ...	а) метаболизмом; б) адаптацией; в) энтропией; г) сукцессией
29	Раздел экологии – ..., задачей которой является установление пределов существования особи (организма)	а) аутэкология; б) дэмэкология; в) синэкология; г) эйдэкология

№	Вопросы	Ответы
30	Чем отличается обмен веществ у живых организмов от обмена косных тел природы?	а) У неживых тел природы обмен связан с физико-химическими превращениями, а у живых – с биохимическими; б) у живых организмов постоянно происходит синтез и распад органических веществ с выделением продуктов распада в окружающую среду, у неживых – нет; в) живые организмы растут, развиваются, дышат, потребляют пищу и воду, неживые – нет; г) все ответы правильные
31	Процесс адаптации организма к меняющимся условиям среды обеспечивается ...	а) регулярным питанием; б) строгим распорядком жизненного цикла; в) биохимическими изменениями; г) ограниченным диапазоном меняющихся условий среды
32	Воздействие микроорганизмов, вызывающее заболевания у человека и животных, называется ... экологическим фактором	а) антропогенным; б) биотическим; в) климатическим; г) абиотическим
33	Азот вовлекается в биологический круговорот растениями при ассимиляции его корнями растений в ...	а) форме нитратов; б) составе аминокислот; в) форме мочевины; г) свободной форме (N_2)
34	Аутэкология изучает ...	а) группы живых организмов, составляющих определённые единства; б) индивидуальные организмы или отдельные виды; в) группы организмов на уровне популяции; г) группы организмов, входящих в состав экосистемы

№	Вопросы	Ответы
35	Причиной удивительного многообразия насекомых в сообществах влажных тропических лесов является ...	а) отсутствие влияния человека; б) благоприятное сочетание температуры и влажности; в) наличие большого числа разнообразных экологических ниш; г) благоприятный световой режим
36	Представители вида <i>Homo Sapiens</i> являются ...	а) полифагами; б) монофагами; в) детритофагами; г) олигофагами; д) автотрофами
37	Основная структурная единица в системе живых организмов – ...	а) геном; б) ген; в) особь; г) вид; д) популяция
38	Пищевые добавки, замедляющие процесс разложения, улучшающие вкус, запах, цвет и текстуру пищевых продуктов, могут вызвать у человека ...	а) гиповитаминозы; б) вирусные эпидемии; в) инфекционные заболевания; г) мутации и рак
39	Признаки, формирующиеся у особей в процессе естественного отбора, полезны ...	а) человеку; б) виду; в) биоценозу; г) окружающей среде
40	Видом называется группа особей, ...	а) обитающих на общей территории; б) появившаяся в результате эволюции; в) скрещивающихся и дающих плодовитое потомство; г) созданных человеком на основе отбора
41	Общее название для одноклеточных грибов – ...	а) плесени; б) дрожжи; в) спорынья; г) лишайники

№	Вопросы	Ответы
42	Укажите кривую интенсивности жизнедеятельности организма от температуры для пойкилотермного животного 	а) Кривая 1; б) кривая 2

3.2. Закономерности функционирования

Существуют общие закономерности воздействия экологических факторов на организмы: закон минимума Либиха с введением понятия лимитирующих факторов; закон толерантности Шелфорда; закон взаимозаменяемости факторов; закон незаменимости фундаментальных факторов; закон соответствия условий среды возможностям организма и др.

Кривая выживания — график, показывающий, как по мере старения снижается численность особей одного возраста в популяции. Различают три основных типа кривой выживаемости.

Кривая I соответствует популяции, большинство членов которой доживает до возраста, близкого к максимально возможному для данного вида, и характерна для крупных млекопитающих. Кривая II отражает равную вероятность гибели особей в любом возрасте.

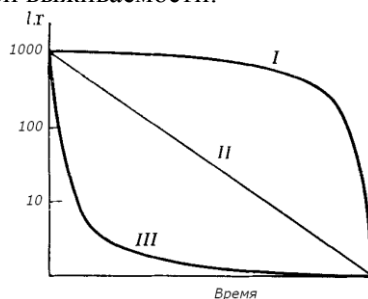


Рис. 3.1. Типы кривых выживания

Кривая III соответствует очень высокой смертности в раннем возрасте, а для особей, переживших этот период, вероятность смерти низка. Такая кривая характерна для растений, беспозвоночных и рыб, гибель у которых приходится на ранние стадии развития. Дан-

ные, служащие для построения кривой выживания, используются также в демографических таблицах.

Рождаемость, смертность и кривые выживания для большинства видов зависят от плотности популяции, т.е. от значения её численности, отнесенной к некоторой единице пространства (например, чел./км²). Каждому виду присуща определённая оптимальная плотность популяции, отклонения от которой в обе стороны отрицательно сказываются на темпах воспроизводства и жизнедеятельности особей.

Для каждого вида характерно наличие максимальной удельной рождаемости — теоретически максимальной скорости образования новых особей в идеальных условиях. Эта величина определяется физиологическими характеристиками организмов и является для данного вида величиной постоянной. Аналогично устанавливается физиологически постоянное значение минимальной удельной смертности, обусловленное смертностью живых организмов, т.е. существованием максимальной продолжительности жизни для особей данного вида.

При неограниченных ресурсах и идеальных природных условиях виды реализуют свой биотический или репродуктивный потенциал. Реализация биотического потенциала приводит к неограниченному размножению популяции. Лимитирующие факторы, сдерживающие реализацию биотического потенциала, называются сопротивлением окружающей среды. При дальнейшем увеличении сдерживающего воздействия окружающей среды популяция достигает так называемой предельной плотности насыщения, после которой численность популяции не растёт.

С понятием предельной плотности насыщения перекликается термин потенциальной ёмкости системы. Максимальный размер популяции одного вида, который природная экосистема способна поддерживать в определённых экологических условиях неопределённо долго, называется потенциальной ёмкостью экосистемы для данного вида.

Изменение численности популяции существенно зависит от её половозрастной структуры, т.е. от распределения особей разного пола по возрастам. Возрастная структура популяции зависит от продолжительности жизни и продолжительности репродуктивного периода. Упрощённо в популяции можно выделить три экологические

возрастные группы: предрепродуктивная, репродуктивная и пострепродуктивная.

Среди различных типов взаимодействия между популяциями существуют нейтральные, благоприятные и ингибирующие. Влияние в сообществе на динамику изменения численности конкретной популяции может происходить как с положительной, так и с отрицательной обратной связью.

Например, учёт петли с отрицательной обратной связью, внутривидовой конкуренции, приводит для изолированной популяции к появлению устойчивого ненулевого положения равновесия во времени – логистической кривой. Это представляет особое значение для человеческой популяции, ибо как единственные представители существ разумных на Земле люди не имеют конкурентов в биологической среде.

Конкуренция между особями разных видов называется межвидовой. Жёсткая межвидовая конкуренция приводит к сокращению ареала местообитания конкурирующих видов. В пределе, если обе популяции неустойчивы по отношению к межвидовой конкуренции, реализуется принцип Гаузе, одна из них неизбежно вытесняет другую. В замкнутых системах происходит более жёсткая конкуренция и более вероятно конкурентное исключение.

Кроме тенденции к экологическому разделению конкуренция способствует возникновению в процессе отбора многих адаптаций, что приводит к увеличению разнообразия видов. Вероятно, эволюция на протяжении длительного времени направлена на предотвращение продолжительной конкуренции видов со сходным образом жизни. Отрицательные взаимодействия со временем ослабевают, если стабильность и пространственное разнообразие экосистемы достаточны для установления взаимных адаптаций.

На смену отрицательной обратной связи эволюционно приходят положительные типы взаимодействия. Мутуализм приходит на смену паразитизму и хищничеству по ходу эволюции экосистемы в сторону зрелости, и особенно существенную роль для динамики численности популяции положительные типы взаимодействия начинают играть при лимитирующем воздействии любых параметров окружающей среды.

В конечном итоге отрицательные и положительные взаимодействия между видами в природе уравнивают друг друга и оба типа

взаимодействия в равной степени важны для эволюции видов и стабилизации экосистемы.

Одновидовые системы, как и монокультуры в сельском хозяйстве, ограниченные возможностью варьирования стабилизирующих экосистему типов взаимодействия, неустойчивы в биосфере.

Принцип минимального размера популяции. Популяция не может состоять из меньшего числа индивидов, чем необходимо для обеспечения стабильной реализации своей структуры (например, половозрастной) и устойчивости популяции к факторам внешней среды. Минимальный размер популяции не является постоянным значением для всех видов, он строго специфичен для каждой популяции отдельно. Выход за пределы минимума чреват для популяции гибелью.

Правило популяционного максимума. Абсолютная численность популяции ограничена произведением максимальной плотности насыщения (потенциальной ёмкостью отдельной экосистемы или биосферы в целом) на жизнеспособную для данного вида площадь обитания (ареал обитания).

Эволюцию вида в экосистеме можно представить следующим образом. Если условия окружающей среды оказались благоприятными для существования вида, его популяция прижилась на данной территории, и её численность превысила минимальный размер, начинается стадия свободного быстрого роста – «*R*-тип».

С увеличением сопротивления окружающей среды, со вступлением отрицательной обратной связи фаза неограниченного быстрого роста сменяется стадией насыщения – «*K*-тип». Появляются стабильные устойчивые положения равновесия во времени. Со старением системы и, особенно с ухудшением лимитирующих условий существования на смену конкуренции приходят положительные типы взаимодействия, стабилизирующие динамику численности популяции ещё на значительный исторический срок.

В природе встречаются три основных вида кривых роста численности популяций: относительно стабильного, на уровне потенциальной ёмкости окружающей среды; скачкообразного и циклического.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Сигналом для перелёта птиц в теплые края служит ...	а) изменение продолжительности дня; б) понижение температуры; в) отсутствие корма; г) продолжительные дожди
2	Состояние физиологического покоя организма, наблюдающееся при внезапном наступлении неблагоприятных условий среды, сопровождающееся снижением до минимума скорости обмена веществ, называется ...	а) аккомодацией; б) акклимацией; в) адаптацией; г) анабиозом; д) метаболизмом
3	К морфологическому типу адаптации не относится ...	а) перьевой покров; б) сезонная миграция; в) густой меховой покров; г) уменьшение площади выступающих частей тела
4	Для зоны «пессимума» не характерна ... организмов	а) низкая численность; б) низкая продуктивность; в) интенсивная жизнедеятельность; г) низкая активность
5	В пищевой рацион человека должно входить сбалансированное содержание ...	а) белков и жиров; б) белков, жиров и углеводов; в) белков и углеводов; г) липидов и углеводов
6	За нижним и верхним пределами экологической выносливости организм попадает в зону ...	а) гибели; б) стресса; в) оптимума; г) пессимума
7	Среда жизни, обитая в которой организмы осуществляют связь с внешней средой через хозяина, называется ...	а) водной; б) организменной; в) наземно-воздушной; г) почвенной
8	У всех организмов физиологические процессы наиболее интенсивно протекают при ... температуре среды	а) изменчивой; б) оптимальной; в) минимальной; г) максимальной

№	Вопросы	Ответы
9	Целостность популяции как биосистемы реализуется через ...	а) возрастной состав; б) пространственную структуру; в) групповые свойства; г) изоляцию в пространстве и времени
10	Заболевания человека, вызываемые живыми организмами и передающиеся от одного лица к другому через воздух, воду и продукты, называются ...	а) инфекционными; б) сердечно-сосудистыми; в) психическими; г) эндемическими
11	Организмы, обитающие в ... среде жизни, как правило, лишены зрения	а) искусственной; б) почвенной; в) наземно-воздушной; г) водной
12	Взаимодействие растений путём выделения во внешнюю среду биологически активных веществ (фитонцидов, антибиотиков и др.), называется ...	а) анабиозом; б) аллелопатией; в) фагоцитозом; г) аллергией
13	Этологическая структура возможна только в популяциях ...	а) грибов; б) растений; в) бактерий; г) животных
14	Расселение животных в прежние места обитания, где они ранее существовали, но были истреблены, называется ...	а) реакклиматизацией; б) биотехнологией; в) экоидом; г) интродукцией
15	Большая продолжительность жизни, высокая выживаемость молодняка и высокая смертность от старости характерна для ...	а) млекопитающих; б) земноводных; в) черепах; г) рыб
16	Тип взаимодействия, при котором ни одна популяция не оказывает влияния на другую, называется ...	а) паразитизмом; б) хищничеством; в) нейтрализмом; г) конкуренцией
17	Общие закономерности взаимоотношений организмов (включая человека) и среды и функционирования экологических систем изучает ...	а) социальная экология; б) общая экология; в) популяционная экология; г) прикладная экология

№	Вопросы	Ответы
18	Устойчивое динамическое равновесие между биотическими потенциалами популяций сообщества и сопротивлением среды характерно для ...	а) сообщества растительных популяций; б) климаксного сообщества; в) микробоценоза почвы; г) сообщества популяций животных
19	Постоянное или временное сожительство особей разных видов, при котором один из партнёров питается остатками пищи или продуктами выделения другого, не причиняя ему вреда, называется ...	а) комменсализмом; б) нейтрализмом; в) аменсализмом; г) мутуализмом
20	С глубиной воды зелёные водоросли сменяются бурыми и красными, что является отражением адаптации к ...	а) снижению температуры; б) изменению солёности; в) изменению светового режима; г) повышению давления
21	Раздел экологии, изучающий взаимоотношения популяций с окружающей средой, называется ...	а) демэкологией; б) глобальной экологией; в) факториальной экологией; г) социальной экологией
22	Совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических, биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определённым условиям жизни и занимающих в природе определённый ареал, называется ...	а) биоценозом; б) биоморфой; в) биогеоценозом; г) видом
23	Если два вида не взаимодействуют друг с другом и не зависят друг от друга, то такой тип взаимодействия называется ...	а) аменсализмом; б) протокооперацией; в) нейтрализмом; г) комменсализмом
24	Паразитизм характерен для ...	а) царства животных; б) царства грибов; в) царства растений; г) представителей всех царств организмов

№	Вопросы	Ответы
25	Примером паразитизма является следующее взаимодействие:	а) дерево и гриб-трутовик; б) лишайник как единство гриба и водоросли; в) микориза шляпочного гриба и дерево; г) акула и рыба губан-чистильщик
26	Основы учения о популяции заложил ...	а) Э. Геккель; б) А. Тенсли; в) К. Линней; г) Ч. Элтон
27	Характерной особенностью водной среды жизни является ...	а) течение и волнение; б) низкая плотность; в) незначительное давление; г) незначительная опорность
28	Пастбищные иксодовые клещи, прикрепившись к телу теплокровного животного, вступают во взаимоотношения ...	а) комменсализма; б) аменсализма; в) паразитизма; г) хищничества
29	Совокупность особей одного вида является популяцией, если ...	а) они совместно населяют общую территорию; б) у них происходит свободное скрещивание и образуется жизнеспособное потомство; в) их численность несущественно изменяется во времени; г) они потребляют одинаковую пищу
30	Раздел научных знаний, рассматривающий воздействие промышленности на природу и, наоборот, влияние условий природной среды на функционирование предприятий, называется ... экологией	а) инженерной; б) медицинской; в) промысловой; г) социальной
31	При усилении межвидовой конкуренции у видов-конкурентов происходит ... экологических ареалов	а) сокращение; б) прерывистость; в) стабилизация; г) увеличение

№	Вопросы	Ответы
32	Раздел экологии, изучающий взаимоотношение особей (организмов) с окружающей средой, называется ...	а) аутэкологией; б) глобальной экологией; в) демэкологией; г) геоэкологией
33	Взаимоотношения близкородственных видов, выращиваемых в одной культуре, называются ...	а) нейтрализмом; б) аменсализмом; в) мутуализмом; г) конкуренцией
34	Вид, который обитает только в данном регионе, называется ...	а) реликтом; б) эндемиком; в) охраняемым видом; г) убиквистом
35	Амплитуда колебаний численности зависит от ...	а) возрастной структуры популяции; б) половой и возрастной структуры популяции; в) биологических особенностей видов и изменчивости среды
36	Оптимальная плотность популяции определяется ...	а) верхним и нижним пределом плотности, при которых популяция не может существовать; б) эффективным отпавлением всех жизненных функций, результатом чего являются высокая продуктивность и выживаемость; в) абиотическими факторами среды
37	Какие существуют типы кривых выживания?	а) Параболическая, гиперболическая, экспоненциальная, линейная; б) выпуклая, вогнутая, диагональная, ступенчатая; в) линейная, нелинейная, логистическая
38	Разложение гумуса протекает под влиянием ...	а) микроорганизмов; б) аллохтонной биоты; в) температуры; г) влажности; д) сезонных изменений климата

№	Вопросы	Ответы
39	Возрастная структура популяции зависит от ...	а) размеров организмов, продолжительности жизни; б) продолжительности жизни и продолжительности репродуктивного периода; в) размеров организмов, продолжительности жизни и продолжительности репродуктивного периода
40	Какие организмы способны усваивать молекулярный азот воздуха?	а) Растения; б) животные; в) бактерии; г) водоросли
41	Какая из предложенных пар организмов находится в мутуалистических взаимоотношениях?	а) Лев – шакал; б) росянка – муха; в) акула – губан-чистильщик; г) сосна – клест
42	Какая форма взаимоотношений характерна для льва и шакала?	а) Комменсализм; б) мутуализм; в) квартиранство; г) хищничество
43	Одним из важнейших результатов взаимоотношений между организмами является ...	а) регуляция численности; б) генетическое разнообразие; в) эволюционный прогресс вида; г) повышение гетерозиготности
44	Какая из форм взаимоотношений относится к фабрическим?	а) Перенос пыльцы растений насекомыми; б) поедание насекомыми экскрементов животных; в) сооружение птицами гнёзд из травы и веток; г) выкапывание нор
45	По принципу экологической пирамиды за счёт 1 т растительной массы может образоваться тело хищника массой ...	а) 10 кг; б) 50 кг; в) 100 кг; г) 1000 кг

№	Вопросы	Ответы
46	Степень несводимости свойств системы к свойствам образующих её элементов называется ...	а) устойчивостью динамической экосистемы; б) принципом неравновесности; в) принципом эволюции; г) эмерджентностью
47	Растения сухих местообитаний, запасющие влагу, – это ...	а) суккуленты; б) склерофиты; в) мезофиты; г) гигрофиты; д) ксерофиты
48	Каким фактором для рыб является содержание кислорода?	а) Буферным; б) лимитирующим; в) регулирующим; г) безразличным; д) опасным
49	Способность среды к самосохранению и саморегулированию называется ...	а) инерцией среды; б) эластичностью среды; в) устойчивостью среды; г) постоянством среды
50	Обязательная положительная зависимость популяций друг от друга – это ...	а) комменсализм; б) хищничество; в) паразитизм; г) мутуализм
51	Тип кривой выживания, характеризующийся массовой гибелью особей в начальный период жизни, а затем низкой смертностью выживших особей (растения, беспозвоночные), отражается ...	а) вогнутой кривой; б) выпуклой кривой; в) диагональю; г) прерывистой линией

ГЛАВА 4

ГЛОБАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Объективные причины экологического бума, взрыва интереса к экологическим аспектам существования человечества были обусловлены тем обстоятельством, что во второй половине XX в. специалистам пришлось столкнуться, сформулировать и вынести на общественный суд глобальные проблемы окружающей среды. Дальнейший переход человечества в эпоху глобализма только усиливал наметившиеся тенденции. Даже катастрофические последствия воздействия человека на окружающую среду в предыдущие периоды истории носили в планетарном масштабе локальный характер, сколь тяжёлыми не были бы последствия для данного региона или цивилизации. Современное человечество впервые в своей истории стало единым глобальным целым, и любое региональное экологическое перенапряжение эхом отзывается по всей планете.

Причины современных глобальных проблем. Среди основных причин возникновения глобальных экологических проблем к окончанию индустриальной эпохи развития человечества выделяются следующие:

1. Стремительный демографический рост народонаселения нашей планеты.
2. Стремление к неуклонному повышению жизненного уровня населения.
3. Научно-технический прогресс, берущий начало со времён промышленной революции.

Глобальные экологические проблемы. Совокупное воздействие этих причин привело к угрожающему масштабному усилению влияния человеческого сообщества на окружающую среду. Современный экологический кризис редуцентов обусловлен в первую очередь проявлением трёх основных глобальных проблем, решение которых определит выживаемость человечества в будущем:

1. Быстрое истощение природных ресурсов. Эту проблему иногда называют ещё законом Мальтуса. Если последнего двести лет назад беспокоило только несоответствие между ростом населения и производства продуктов питания, то теперь встаёт проблема несоответствия между растущими потребностями всё увеличивающегося

человечества и сокращающимися запасами любых ресурсов оскудевающей планеты. Среди них – стремительное опустошение кладовых углеводородного топлива и некоторых металлов (а как следствие – «металлизации биосферы»), потеря сельскохозяйственных земель («опустынивание планеты») и плодородия почв, резкое уменьшение продуктивности биоты.

По имеющимся прогнозам подтверждённых запасов органических источников энергии: нефти, природного газа и угля – хватит человечеству примерно на 100 лет, а наиболее дефицитной нефти – всего на 40 лет. Но всё равно по-прежнему основными факторами, влияющими на демографическую ситуацию в мире, являются пищевые ресурсы.

2. Загрязнение окружающей среды: тепловое, физическое, химическое, радиоактивное. При этом человек интенсивно загрязняет все важнейшие природные среды своего существования: атмосферу, океан и литосферу. В частности, загрязнение океана, покрытие его поверхности нефтяными плёнками приводит к уменьшению процессов испарения воды и нарушению гидроцикла планеты. Человечество производит отбросы органического происхождения в 2000 раз интенсивнее, чем вся остальная биосфера, а ни один биологический вид, как известно, не может существовать в среде, состоящей из отходов его жизнедеятельности. К тому же человечество в процессе своего научного и технического развития изобретает химические соединения и материалы, которые ранее в природе не существовали и которые она утилизировать не в состоянии.

3. Деградация окружающей среды, проявляющаяся по двум направлениям: 1) разрушение естественных (природных) экологических систем и замена их антропогенными (урбанизация и сельскохозяйственная деятельность); 2) нарушение эволюционно сложившихся природных равновесий, в том числе биогеохимических природных круговоротов. В совокупности деградация окружающей среды ведёт к упрощению систем жизнеобеспечения земли, к замене сложных природных экосистем простыми монокультурными агросистемами или урбанистическими поселениями, а в перспективе – к возможной потере устойчивости, стабильности биосферы как целостной системы. Происходит резкое сокращение разнообразия форм растительной и животной жизни, что влечёт за собой весьма опасную угрозу стабильности биосферы в целом.

Уже на нынешнем этапе развития человечество сталкивается с множеством угрожающих факторов либо формирования, либо проявления перечисленных проблем.

Опустынивание планеты. За период своего развития человечество потеряло из-за водной, ветровой эрозии и других разрушительных процессов 2 млрд га продуктивных земель (площадь современных пахотных и пастбищных земель). За последние 50 лет почти 50 % площади земель превращено в пустыню. Темпы современного опустынивания, составляют около 6 млн га в год. По климатическим данным пустыни и полупустыни занимали около 1/3 поверхности суши Земли, а теперь в результате антропогенного влияния занимают уже около 40 % суши. Кроме того, ещё 3 млрд га (~1/5 суши) находятся под угрозой опустынивания.

Сокращение площади лесов. Почти половина первоначально покрытых лесом территорий в мире уже расчищена. Существующие сегодня системы управления лесным хозяйством ведут к неизбежной деградации лесного покрова планеты, поскольку базируются на рассмотрении его исключительно только как одного из видов природных ресурсов. В биосфере Земли леса не могут считаться и рассматриваться только как природные ресурсы, значительный фонд лесных территорий необходимо объявить и сделать мировым экологическим резервом существования живого вещества на планете.

Из 1,35 млрд га земли, покрытых пока ещё неосвоенным лесом, 0,7 млрд га принадлежат Канаде и России, а 0,65 млрд га покрыты массивами влажного тропического леса. Экологической трагедией современности является беспощадная вырубка влажного тропического леса. В конце XX в. темпы его вырубки составляют 20 га/мин. Ежегодно уничтожается площадь тропического леса равная примерно половине площади Великобритании.

Исчезновение видов животных и растений. Несколько тысяч видов растений и животных вымирают ежегодно в результате антропогенной деятельности. Вырубка леса приводит не только к пыльным бурям и загрязнению атмосферы, но и к быстрому вымиранию растений и животных. Чтобы стереть с лица земли целые виды животных и растений, не обязательно уничтожать их непосредственно. Достаточно лишить их среды обитания.

На Земле с экологической точки зрения необходимо защищать не столько сами виды и их популяции в отдельных экосистемах, сколько

ко среду обитания живых организмов. Интенсивная вырубка лесов, и в первую очередь влажного тропического леса, – наиболее яркий пример косвенного уничтожения различных видов живых организмов. В настоящее время этот фактор вымирания видов считается наиболее угрожающим.

Массовое вымирание видов – явление не новое: на протяжении более 3,5 млрд лет истории жизни на Земле было, по крайней мере, пять таких катастроф. Наиболее опустошительная из них была в конце Пермского периода, 245 млн лет назад, когда вымерло, вероятно, 96 % всех живших в то время видов.

По оценкам специалистов, в настоящее время во всём мире исчезает 3 вида в час или 27000 в год. Если исходить из того, что до появления человека исчезал примерно один вид в год, то это означает увеличение в десятки тысяч раз скорости вымирания живых организмов.

Если обезлесение, опустынивание и разрушение переувлажнённых местообитаний будут продолжаться прежними темпами, то потеря устойчивости биосферой за счёт её упрощения и нарушения естественных природных циклов может оказаться реально-стью.

Питьевая пресная вода. Пресная вода – ещё один фундаментальный ресурс, на ограниченность которого наталкивается стремительный рост населения. Запасы пресной воды сосредоточены главным образом в виде снега и льдов Антарктики и Гренландии (~70 %) и подземных вод (~30 %), и практически недоступны для человека. Только 0,12 % всей пресной воды составляют поверхностные воды рек и озёр. Сейчас в мире людьми используется примерно 50 % наличного годового запаса пресной воды, при этом 40 % человечества живет в регионах, испытывающих высокий уровень водного стресса. Более 1,5 млрд человек на Земле не имеют доступа к безопасной питьевой воде. Среднемировой годовой забор воды из рек и подземных источников составляет 600 м³/чел., из которых только 50 м³/чел. являются питьевой водой или 137 л на человека в день.

Основная часть пресной воды расходуется человечеством на нужды сельского хозяйства, на орошение земель тратится до 70 % её общего потребления. Только за время зелёной революции человечества (вторая половина XX в.) расход пресной воды на эти нужды возрос в 2,5 раза. Насущными экологическими проблемами для че-

ловческого сообщества являются чрезмерное загрязнение пресноводных ресурсов и безвозвратные потери ежегодного потребления пресной воды.

Изменение климата и парниковый эффект. В настоящее время господствующим мнением является влияние антропогенного фактора на потепление климата на Земле. Сам факт происходящего потепления климата на Земле может кроме геофизических последствий привести и к сопутствующему снижению продуктивности основных житниц планеты.

Серьёзность и разноречивость попыток объяснения изменения климата на Земле вызывает у людей справедливое беспокойство, а происходящие в атмосфере процессы пока не поддаются полноценному описанию. Хотя все труднее отрицать значимость антропогенного влияния на сам факт загрязнения атмосферы, проявляющееся в увеличении концентрации в ней основных парниковых газов. Этот процесс с неуклонной тенденцией увеличения идёт уже более 200 лет.

Пространственно-энергетическая экспансия человечества в окружающем мире. Человечеству не удалось избежать допустимых пределов отчуждения территорий земельного фонда планеты и потребления первичной биологической энергии, синтезируемой биосферой. Равновесие и устойчивость биосферы обеспечиваются сохранением роли каждого отдельного вида в общей системе поддержания и условий существования организмов на планете. Также необходимо и соответствующее распределение жизненного пространства для существования отдельных видов и накапливаемой биосферой первичной энергии.

Если в начале XX в. естественные экосистемы были разрушены человеком на 20 % земельного фонда суши, то к концу столетия это значение возросла до 63 % территории суши.

Теперь человечество в поисках жизненного пространства хищнически вторгается и в другие естественные экосистемы Земли, в частности океана и прибрежных зон. За это время увеличилось потребление чистой первичной продукции экосистем суши с экологически допустимого уровня в 1 % практически на порядок. А за счёт разрушительных потерь урожая, сжигания и сведения лесов, опустынивания и урбанизации общая доля энергетической экспансии достигла уровня 40 %.

4.1. Демографический рост, истощение ресурсов

Демографический рост населения Земли в XX в. явился уникальным периодом в истории развития человеческого сообщества. За этот срок численность населения Земли увеличилась почти в 4 раза, от 1,6 до 6 млрд человек, а период времени после 1950 г. называют временем демографического взрыва. Максимальный абсолютный прирост численности населения за год (~90 млн человек в 1990 г.) и максимальный ежегодный темп прироста населения приходятся на вторую половину XX столетия.

Для описания и прогнозирования численности населения Земли используется ряд математических моделей: экспоненциальная зависимость, гиперболический закон и логистическая кривая. Несмотря на то, что быстрым лавинообразным принято считать экспоненциальный рост, наиболее корректно за предыдущий огромный этап развития человеческого общества рост населения Земли $N(t)$ отражался гиперболической моделью, в которой абсолютные темпы роста населения пропорциональны квадрату его численности.

Реальная картина динамики численности населения мира в линейной шкале за последние 250 лет показана на рис. 4.1. Её принято называть «J-образной» кривой роста численности человеческой популяции.

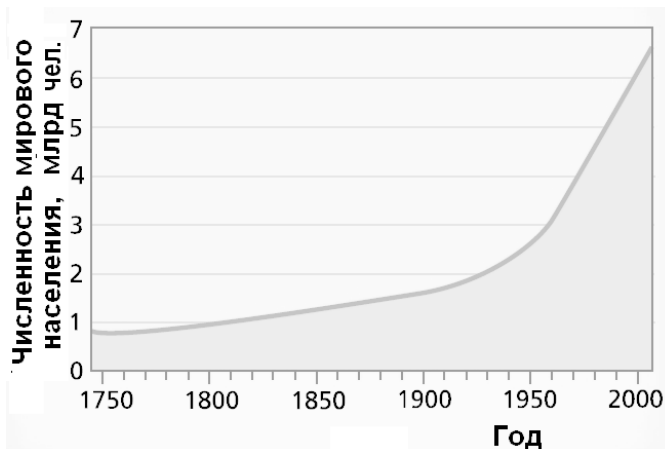


Рис. 4.1. Динамика численности населения мира

В 2012 г. общая численность людей на Земле должна достигнуть 7 млрд человек. На рубеже веков средняя плотность населения Земли составляла 40 чел./км², однако её распределение по различным континентам крайне неравномерно: в Австралии – 4 чел./км²; в Северной и Южной Америке – 20 чел./км²; в Европе и Азии – более 100 чел./км². 70 % всего населения Земли живёт на 7 % территории суши. Только 15 % территории суши вообще не освоены людьми.

Начиная с 1970-х гг. относительные темпы роста населения мира стали все больше замедляться, и на смену мировому гиперболическому демографическому росту приходит кардинально другой тип роста, логистический – плавный переход от стадии быстрого экспоненциального роста к выходу на насыщение, что обусловлено существованием величины потенциальной ёмкости биосферы для любой популяции.

С 1990 г. стали снижаться и абсолютные темпы прироста численности населения мира, что можно считать вполне логичным результатом глобального демографического перехода. Концепция демографического перехода заключается в историческом процессе перехода от высоких уровней удельной рождаемости и удельной смертности населения к соответствующим низким уровням при примерно одинаковых темпах прироста числа людей в начале и в конце процесса.

До XX в. рост народонаселения преимущественно сдерживался высокой дорепродуктивной (детской) смертностью. В дальнейшем стабилизация численности населения мира предположительно будет происходить по сценарию демографического перехода, который уже осуществился во многих развитых странах.

Демографический переход представляет собой системный процесс перехода в фазовом пространстве, что наглядно отражается на диаграмме изменения половозрастной структуры общества, представляющей собой диаграмму возрастного распределения численности населения. Возрастное распределение населения до и после демографического перехода различается кардинально.

После демографического перехода коренным образом меняется соотношение между количеством молодых и пожилых людей, население стремительно стареет и рост населения практически прекращается. Ожидается, что подобный структурный переход для всего человечества завершится сразу после 2050 г.

Возрастная крутая пирамида характерна в наши дни для развивающихся стран. Поскольку удельная рождаемость в развивающихся странах оставалась высокой вплоть до конца прошлого столетия, высокие темпы прироста населения в странах третьего мира и определили демографический бум населения Земли во второй половине XX в., а также резкое изменение соотношения численности населения между развитыми и развивающимися странами.

Очевидно, что тенденции изменения численности развивающихся стран определяют на современном этапе все общемировые демографические процессы. Численность населения Земли предположительно будет возрастать вплоть до 2050 г. и достигнет значения порядка 9,1–9,2 млрд человек. Плавный демографический переход в дальнейшем на насыщение связывают во многом с тем обстоятельством, что практически весь прирост населения в обозримом будущем составит городское население развивающихся стран.

Развитие в сфере демографии и смежных дисциплин нельзя представить без классического труда Т. Мальтуса «Опыт о законе народонаселения», впервые изданного в 1798 г. в разгар промышленной революции и связанного с ней демографического бума в Европе. В этой работе впервые сформулировано одно из глубинных противоречий развития любого общества: явление компенсации абсолютно-го экономического роста опережающим ростом народонаселения, в результате чего среднечеловеческое потребление стабилизируется со временем на уровне близком к физиологическому минимуму.

К сожалению, реальная практика показывает, что развитие государств с сохранением стабильной численности населения является не простой задачей. Отмеченный дальнейший рост населения Земли будет носить крайне неравномерный характер. Он может сопровождаться стремительным ростом численности населения одних государств и депопуляцией населения других стран и регионов мира.

Депопуляция как социально-демографический процесс характеризуется устойчивой убылью населения, сокращением рождаемости, которое не компенсирует имеющийся уровень смертности. Смертность может не расти, а даже уменьшаться, но если падение рождаемости опережает по темпам снижение смертности, тогда всё равно наступает депопуляция.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Рост популяции, численность которой вначале увеличивается, а затем из-за увеличения плотности популяции и действия факторов среды остается на одном уровне, называется ...	а) прерывистым; б) логистическим; в) изменчивым; г) гиперболическим
2	По прогнозам учёных, при современных темпах добычи нефти и газа, их хватит не более чем на ...	а) 10 лет; б) 50 лет; в) 100 лет; г) 300 лет
3	Урбанизация влияет на демографическое поведение городского населения, вызывая тенденцию к ...	а) отсутствию рождаемости; б) увеличению дорепродуктивной возрастной группы; в) снижению рождаемости; г) увеличению рождаемости
4	Устойчивое сокращение численности населения в результате резкого спада рождаемости, вызванное социально-экономическими причинами, называется ...	а) депопуляцией; б) популяционным взрывом; в) волной жизни; г) жизненным циклом
5	К техническим минеральным ресурсам относится ...	а) асбест; б) торф; в) песок; г) глина
6	Наиболее жёсткая программа регулирования рождаемости принята в ...	а) Мексике; б) Индии; в) Китае; г) Бангладеш
7	Рост популяции, численность которой увеличивается лавинообразно, называется ...	а) экспоненциальным; б) логистическим; в) изменчивым; г) линейным
8	Возрастная крутая пирамида характерна для ...	а) стран Африки; б) Европы и США; в) Южной Америки; г) Китая и Индии

№	Вопросы	Ответы
9	Население, проживающее в прибрежных зонах морей и океанов, получает белковую пищу в основном за счёт ...	а) новых технологий; б) рыбы и морепродуктов; в) домашних животных; г) соевых продуктов
10	Основными факторами, влияющими на демографическую ситуацию в мире, являются ...	а) пищевые ресурсы; б) географическое положение страны; в) климат и состояние погоды; г) низкий уровень образования населения
11	Запасы пресной воды сосредоточены главным образом в ...	а) озёрах; б) реках; в) ледниках; г) атмосферной влаге
12	Процесс вселения особей в популяцию извне называется ...	а) иммиграцией; б) интродукцией; в) комменсализмом; г) эмиграцией
13	Объектом изучения демэкологии как науки является ...	а) экосистема; б) биосфера; в) сообщество популяций; г) популяция и её среда; д) ноосфера
14	Впервые озабоченность тенденциями роста населения планеты в XVIII в. высказал ...	а) Т. Мальтус; б) Ч. Дарвин; в) Ф. Энгельс; г) К. Линней
15	За последние 50 лет численность населения нашей планеты ...	а) увеличилась незначительно; б) сократилась в 1,5 раза; в) увеличилась более чем в 2 раза; г) не изменилась
16	Структуру населения государства и информацию о численности каждой возрастной категории людей отражает ...	а) пирамида Маслоу; б) пирамида энергии; в) половозрастная пирамида; г) пирамида Элтона
17	Государственное регулирование рождаемости, направленное на сдерживание роста населения, последовательно осуществляется в ...	а) Норвегии; б) России; в) Китае; г) США

№	Вопросы	Ответы
18	Между темпами роста населения и уровнем экономического развития страны ...	а) отсутствует какая-либо связь; б) существует прямая зависимость; в) прямая зависимость отсутствует; г) существует связь, не поддающаяся анализу
19	Смертность в экологии – это количество погибших за единицу времени ...	а) особей разного возраста в одной популяции; б) всех потомков одной особи (при бесполом размножении); в) потомков одной пары; г) новорождённых
20	Наибольший «вклад» в преждевременную смертность людей современного общества вносят ...	а) загрязнение окружающей среды; б) сердечно-сосудистые заболевания и новообразования; в) желудочно-кишечные заболевания; г) природные условия
21	Главной причиной снижения численности крупных млекопитающих (слоны, носороги) в странах Африки и Азии является ...	а) изменение климата; б) чрезмерная охота; в) опустынивание; г) миграция
22	Число особей популяции, погибших на данной территории за единицу времени, называется ...	а) депопуляцией; б) смертностью; в) эмиграцией; г) иммиграцией
23	До XX в. рост народонаселения преимущественно сдерживался ...	а) низким культурным уровнем; б) отсутствием миграции населения; в) высокой дорепродуктивной (детской) смертностью; г) низким уровнем образования
24	Наибольший вклад в так называемый «демографический взрыв» внесли ...	а) повышение рождаемости и уменьшение смертности; б) рост промышленного и сельскохозяйственного производства; в) миграция и освоение новых территорий; г) создание Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ); д) успехи медицины

№	Вопросы	Ответы
25	Резкое, многократное, как правило, относительно внезапное увеличение численности особей какого-либо вида, связанное с выключением обычных механизмов её регуляции, наблюдающееся, например, при интродукции видов (кролики в Австралии), называется ...	а) демографическим коллапсом; б) агрегацией; в) репродуктивным усилием; г) популяционным взрывом; д) миграцией
26	Для предотвращения перенаселения планеты наиболее действенной и гуманной государственной мерой является ...	а) сдерживание цен на продукты питания; б) эмиграция населения; в) регулярная продовольственная помощь; г) программа планирования семьи; д) государственный контроль рождаемости
27	Демографическая ситуация в России характеризуется ...	а) низкой смертностью; б) высокой рождаемостью; в) депопуляцией населения; г) высокой продолжительностью жизни
28	Около 67 % видов позвоночных животных находится под угрозой исчезновения по причине ...	а) разрушения или деградации местообитания; б) уничтожения для защиты сельскохозяйственных растений; в) случайной добычи; г) интродукции чужих видов

4.2. Стресс атмосферы Земли

Наиболее негативное воздействие на атмосферу может оказывать увеличение концентрации парниковых газов (парниковый эффект) в результате человеческой деятельности и выбросы химических соединений, разрушающих озоновый слой Земли.

Скоропалительное объяснение атмосферных процессов (образование озоновых дыр), являющееся лишь одной из возможных научных гипотез, нанесло серьёзный ущерб экологической научной об-

щественности и вызвало недоверие населения к любым попыткам освещения других глобальных процессов.

Напомним, что эволюционный выход жизни на сушу стал возможен только после образования озонового слоя Земли, который формируется при достижении концентрации кислорода в атмосфере на уровне примерно 10 % от современной концентрации (вторая «точка Пастера»). Озоновый слой представляет собой часть стратосферы на высотах 20–40 км, которые определяются оптимумом между механизмами образования и расходования озона (механизм Чэпмана). Этот оптимум в свою очередь зависит от распределения жёсткого ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца, наличия молекулярного и атомарного кислорода: на больших высотах преобладает реакция слияния молекулы кислорода с атомом кислорода; ниже – реакция превращения озона в атомарный и молекулярный кислород.

Таким образом, чем больше УФ-излучение достигает поверхности Земли, тем более интенсивно кислород превращается в озон, а чем больше озона в атмосфере, тем больше УФ-излучения он поглощает.

Если бы не озоновый слой, то жизнь не смогла бы вообще выбраться из океанов, и высокоразвитые формы жизни, включая человека, не возникли бы. Высокая концентрация озона поглощает опасные УФ-лучи и защищает всё живущее на суше от губительного излучения. Последствием истощения озонового слоя является увеличение потока УФ-излучения, вызывающее среди населения рост числа заболеваний раком кожи и катарактой глаз.

Обнаружены несколько механизмов разрушения озона. Один из них хлорный цикл, при котором отщепляемые под воздействием жёсткого УФ-излучения от некоторых химических соединений атомы хлора по типу цепной реакции начинают интенсивно истощать озоновый слой. Например, один атом хлора может разрушить до 10^5 молекул озона. На этом механизме и построили свою гипотезу специалисты, связавшие процесс образования озоновых дыр с антропогенными выбросами хлорфторуглерода (ХФУ) в атмосферу.

ХФУ – одни из самых полезных соединений, придуманных человеком. Они нашли широкое применение в производстве хладагентов (фреонов) для холодильных установок, в производстве огнетушителей, растворителей, аэрозолей и др.

После обнаружения и опубликования в конце прошлого столетия данных о появлении в атмосфере озоновых дыр предложенная гипотеза разрушения озонового слоя хлор- и бромсодержащими фреонами стала основой для последующих политических решений. С 80-х годов мировое сообщество начало принимать меры по сокращению производства фреонов. После Монреальского (1987 г.) протокола и последующих международных соглашений производство отдельных фреонов с середины 1990-х гг. было полностью запрещено.

Однако имеются серьёзные опасения, что на принятие подобных международных мер оказали влияние не только попытки научного объяснения рассматриваемых явлений, но и конкурентная борьба фирм-гигантов (в частности, *Du Pont*) по производству хладагентов. К настоящему времени нет единой общепринятой научной точки зрения, объясняющей явление озоновых дыр и их проявление в атмосфере, в основном, над полюсами Земли. По мнению многих учёных, истощение стратосферного озона, наблюдавшееся в последние два десятилетия XX в., вызвано не антропогенным фактором, а естественными циклическими процессами в атмосфере. По данным последних измерений, общее содержание озона в атмосфере начало расти и к 2040–2050 гг. снова достигнет своего максимума, а озоновая дыра над Антарктидой сократится до минимума.

Аналогичный характер в последние десятилетия носит научная дискуссия о причинах потепления климата на нашей планете. Одна группа специалистов полагает, что потепление климата на Земле обусловлено естественными причинами, другие – убеждены в антропогенном воздействии, проявившемся в увеличении концентрации парниковых газов в атмосфере.

Анализ данных о реконструкции глобальной температуры Северного полушария (глобальное потепление здесь проявляется ярче, чем в Южном полушарии) последнего тысячелетия показывает, что после Средневекового климатического оптимума (1000–1300 гг.) началось понижение температуры (Гренландия была свободной ото льдов, а потом покрылась материковыми ледниками). Самым холодным был период с XV по XVII вв. (в Голландии катались на коньках по каналам, сейчас вообще не замерзающим).

За последнее столетие температура с 1900–1910 гг. начинает расти, происходит быстрое потепление глобального климата с малоза-

метным похолоданием в 1940 г. Промежуток времени с 1950 по 1977 гг. принято называть периодом климатической нормы, и он явился точкой отсчёта шкалы отклонений температур.

С 1979 г. начался драматический рост глобальной температуры: уменьшение толщины льдов Северного Ледовитого океана и быстрое истощение огромных ледников в Антарктиде. К концу XX в. температура выросла за столетие примерно на $0,75^{\circ}\text{C}$, выйдя на значения, превышающие наблюдавшиеся за предыдущие 2000 лет.

Ситуацию не спасает приостановившийся рост температуры за последние десять лет, несмотря на то, что 2010 г. стал на Северном полушарии Земли самым тёплым за 120 лет регулярных метеорологических наблюдений.

Такие резкие колебания температуры с неопределённым дальнейшим трендом за последние 20 лет могут быть связаны с эффектами: разогревающим – Эль-Ниньо, и охлаждающим – Ла-Нинья. Итогом является эмпирическое наблюдение, что антропогенное воздействие в локальном периоде времени вполне может быть компенсировано естественными причинами. Это подливает огонь в непрекращающуюся дискуссию о первопричинах изменения климата на Земле.

Кроме того, предлагается рассматривать и учитывать процессы с огромными периодами воздействия (галактические причины, планетарные процессы, циклы Миланковича, периоды Солнечной активности) и с локальными периодами (11-летние циклы Солнечной активности, вулканическая деятельность, эффекты Эль-Ниньо – Ла-Нинья и др.).

Усиление антропогенного воздействия связывают с единственной причиной – увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере. Следовые парниковые газы, присутствующие в атмосфере, удовлетворительно пропускают к поверхности Земли жёсткое солнечное излучение, но интенсивно поглощают тепловое излучение планеты, возвращая назад к поверхности значительную часть поглощённой энергии и дополнительно её нагревая. Это естественный природный процесс, позволяющий поднять температуру поверхности Земли с её эквивалентного значения -18°C до реальных $+15^{\circ}\text{C}$.

Основным естественным парниковым газом является вода и водяные пары в атмосфере, далее следуют концентрации CO_2 и CH_4 . Основным антропогенным парниковым газом является двуокись уг-

лерода CO_2 , предполагается, что ее вклад в антропогенное изменение климата превышает 60 %. Следующим по значению является изменение содержания в атмосфере метана CH_4 , его доля в парниковом эффекте приближается к 20 %.

В соответствии с Киотским протоколом мировым сообществом контролируется также содержание в атмосфере закиси азота N_2O и ХФУ. При этом потенциалы глобального потепления метана в 21 раз превышают принятый за единицу потенциал диоксида углерода, а закись азота превышает его в 310 раз.

За последние 200 лет концентрация CO_2 возросла более чем на 35 % (с 280 до 390 ед./млн), а концентрация в атмосфере метана увеличилась в 2,5 раза. Наблюдается также явление самоусиления парникового эффекта: потепление климата способствует дополнительному выделению углекислого газа из воды, почвенной влаги и тающих льдов.

Отмечается корреляция на эволюционно длительных исторических промежутках времени между колебаниями температурного режима Земли и изменением концентрации CO_2 в атмосфере. Однако выводы из наблюдаемой корреляции о первичном факторе происходящих глобальных изменений делаются совершенно противоположные.

Вплоть до последней четверти XX столетия наибольший вклад в увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере вносили промышленно развитые страны, и в первую очередь США. Особенностью современного этапа развития является резкий рост выбросов углерода как основного парникового элемента в некоторых развивающихся странах: Индии, Китае, Бразилии, Индонезии. К концу прошлого столетия суммарные мировые выбросы углерода только от сжигания ископаемых видов топлива практически сравнялись для промышленно развитых и развивающихся стран.

Рассмотренная особенность современного процесса, попытка построить аналогичную индустриальную цивилизацию в оставшемся мире делают весьма проблематичными намерения мировой общест-венности обуздать темпы выбросов парниковых газов в атмосферу. Считается, что дальнейшее потепление на планете продолжится в течение XXI в. с темпами 1–2 °C до конца столетия.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Последствием истощения озонового слоя является увеличение потока ультрафиолетового излучения, вызывающее у людей...	а) рост заболеваний раком кожи и катарактой глаз; б) повышение иммунитета, выработку витамина Д; в) рост числа заболеваний туберкулезом; г) повышение кровяного давления
2	Парниковый эффект и разрушение озонового слоя затрагивают ...	а) экономически развитые страны; б) страны Европы и Америки; в) все страны и носят глобальный характер; г) Россию и СНГ
3	К положительному последствию парникового эффекта можно отнести ...	а) усиление абразии берегов; б) повышение уровня Мирового океана; в) активацию процесса фотосинтеза; г) затопление приморских равнин
4	Парниковый эффект способствует дополнительному выделению CO_2 из воды, почвенной влаги, тающих льдов, отступающей «вечной мерзлоты», что вызывает явление ...	а) кислотных дождей; б) самоусиления парникового эффекта; в) похолодания климата; г) фотохимического смога; д) рост заболеваний меланомой
5	Из углеводородного топлива более низкий коэффициент выброса CO_2 имеет ...	а) природный газ; б) каменный уголь; в) нефть; г) бурый уголь
6	Поставщиками хлора в стратосферу, где он оказывает разрушающее действие на молекулы озона, являются ...	а) хлориды; б) растворимые в воде соединения хлора; в) пары соляной кислоты; г) ХФУ
7	Распад озона в стратосфере катализируют ...	а) молекулы азота; б) атомы водорода; в) пары воды; г) свободные атомы хлора

№	Вопросы	Ответы
8	Метан по сравнению с углекислым газом обладает ... парниковым эффектом	а) существенно меньшим; б) одинаковым; в) незначительно превышающим; г) в 20 раз большим
9	Способность Земли отражать солнечные лучи называется ...	а) адгезией; б) рефлексией; в) альбедо; г) аэротенком
10	По прогнозам, к 2100 г. среднегодовая планетарная температура воздуха ...	а) останется на прежнем уровне; б) увеличится на 2,5 °С; в) уменьшится на 5,5 °С; г) увеличится на 12 °С
11	При глобальном потеплении произойдет продвижение тропических зон от экватора к полюсам и расширение ареалов обитания болезнетворных паразитов, микробов и вирусов, что будет способствовать ...	а) увеличению биоразнообразия; б) развитию фармакологии; в) возникновению в средних широтах тяжёлых заболеваний; г) расширению пищевых взаимодействий в биоценозах
12	Затопление приморских равнин и островов, деградация «вечной мерзлоты», заболачивание обширных территорий – это моделируемые экологические последствия ...	а) повышения уровня Мирового океана при потеплении климата; б) усиления вулканической деятельности планеты; в) падения большого метеорита в океан; г) всемирной ядерной войны
13	Наибольший вклад в парниковый эффект в последнее время вносит ...	а) Япония; б) Китай; в) Россия; г) США
14	К какому нежелательному эффекту в биосфере привел выпуск холодильников?	а) К изменению климата; б) к разрушению озонового слоя; в) к накоплению азота; г) к накоплению CO ₂
15	Благодаря процессу ... молекулярный азот возвращается в атмосферу	а) азотфиксации; б) денитрификации; в) аммонификации; г) ассимиляции

№	Вопросы	Ответы
16	Эксперты Всемирной метеорологической службы прогнозируют, что средняя глобальная температура в XXI в. будет ...	а) снижаться на 1 °С каждые 5 лет; б) увеличиваться на 0,25 °С каждые 10 лет; в) подвержена резким колебаниям; г) стабилизироваться
17	Парниковый эффект – ...	а) увеличение СО в атмосфере; б) уменьшение концентрации кислорода в воздухе; в) увеличение содержания углекислоты в атмосфере; г) нарушение углеродно-кислородного баланса атмосферы
18	Часть спектра солнечного излучения – ... оказывает разнообразнейшие влияния на живые организмы	а) рентгеновское излучение; б) УФ-излучение; в) видимый свет; г) ИК-излучение
19	Максимальная плотность озона в атмосфере наблюдается на высоте ...	а) 0–5 км; б) 20–25 км; в) 30–50 км; г) 50–100 км
20	Максимальная концентрация озона отмечается в ...	а) мезосфере; б) гидросфере; в) ионосфере; г) стратосфере
21	Озон в стратосфере образуется из кислорода под воздействием ...	а) УФ-излучения; б) инертных газов; в) космического излучения; г) температуры
22	Озоносфера – область с наибольшей концентрацией озона, располагается в ...	а) стратосфере; б) педосфере; в) ионосфере; г) гидросфере
23	Озон в стратосфере образуется из ...	а) водяного пара; б) углекислого газа; в) кислорода; г) метана
24	Разрушение озона в стратосфере происходит с участием ...	а) кислорода; б) хлора; в) гелия; г) водорода

№	Вопросы	Ответы
25	За XX в. температура Земли выросла примерно на ...	а) 0,75 °С; б) 1,5 °С; в) 3,0 °С; г) 4,5 °С
26	За последние 200 лет концентрация CO ₂ в атмосфере Земли увеличилась более чем на ...	а) 10 %; б) 35 %; в) 70 %; г) 100 %
27	Основной антропогенный парниковый газ в атмосфере Земли – это ...	а) метан; б) азот; в) углекислый газ; г) кислород
28	Разогревающий атмосферу Земли процесс потепления приэкваториальных вод Мирового океана получил название ...	а) эффект Эль-Ниньо; б) Южное колебание; в) эффект Ла-Нинья; г) тихоокеанский гидроклим

Г Л А В А 5

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Современные масштабы и темпы развития производительных сил требуют изменения отношения к вопросам, связанным с охраной окружающей среды и рациональным использованием природных ресурсов. Эти вопросы приобрели в настоящее время большую экономическую и социальную значимость, так как речь идёт о безопасном развитии человечества.

Рациональное природопользование – это различная деятельность человека, соответствующая объективным законам природы и сохраняющая существующую ситуацию в биосфере.

Рациональное природопользование направлено на обеспечение условий существования человечества и получение материальных благ, на максимальное использование каждого природного комплекса, на предотвращение или снижение вредных последствий процессов производства, на поддержание и повышение продуктивности и привлекательности природы.

Охрана окружающей среды, рациональное природопользование, обеспечение экологической безопасности жизнедеятельности человека – неотъемлемое условие устойчивого экономического и социального развития любого государства.

Следует выделить следующие приоритетные направления деятельности:

- создание условий для комплексной оценки и прогноза состояния различных видов природных ресурсов страны в целом в системе национального богатства и на этой основе обеспечение сбалансированного и неистощительного использования ресурсов территорий;
- создание механизма учёта и оценки всех видов природных ресурсов как основы для установления платы за природные ресурсы, расчёт экономического ущерба (компенсационные выплаты), оценка рисков ответственности предприятий при страховании объектов природопользования.

5.1. Законы природопользования

Человечество должно обеспечить принцип устойчивого освоения природных ресурсов. Необходимо уменьшить использование невозобновляемых ресурсов и рачительное пользование возобновляемыми ресурсами, экологически обоснованно размещать производительные силы, а также расширить применение вторичных ресурсов, утилизацию и обезвреживание отходов.

Рациональное и комплексное использование сырьевых ресурсов имеет решающее значение, так как в настоящее время в конечный продукт включается в среднем лишь около 10 % массы используемых природных ресурсов, а остальные 90 % теряются.

Конституция Российской Федерации провозгласила, что земля и другие природные ресурсы в стране используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на её территории.

Основное направление закона «Об охране окружающей среды» определено как научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов с приоритетом охраны здоровья и прав человека на здоровую, чистую окружающую среду.

В систему природного законодательства включены законы о лесопользовании, водопользовании, землепользовании и другие законодательные и нормативные акты.

Лесной кодекс Российской Федерации (2010 г.) – один из самых важных документов, регулирующий лесные отношения и основывающийся на таких принципах, как:

- устойчивое управление лесами, сохранение биологического разнообразия лесов, повышение их потенциала;
- сохранение полезных функций лесов в интересах обеспечения права каждого на благоприятную окружающую среду;
- использование лесов с учётом их глобального экологического значения;
- воспроизводство лесов, улучшение их качества, а также повышение продуктивности лесов;
- платность использования лесов.

Водный кодекс (2007 г.) предусматривает использование водных объектов на принципах приоритета охраны водных объектов перед их использованием.

Принципы Земельного кодекса (2011 г.) основываются на учёте значения земли как основы жизни и деятельности человека, на приоритете охраны земли как важнейшего компонента окружающей среды и средства производства в сельском и лесном хозяйстве.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Разные породы лошадей – это ...	а) естественные популяции одного вида»; б) искусственные популяции разных видов; в) естественные популяции разных видов; г) искусственные популяции одного вида
2	Вермикюльтура – это обобщённое название биотехнологии, основанной на массовом разведении ...	а) шелковистых червей; б) медоносных пчёл; в) дождевых червей; г) дрожжевых грибов
3	Агроценозом не является ...	а) теплица; б) картофельное поле; в) животноводческая ферма; г) лесополоса
4	Эксплуатация морских зверей (тюленей, моржей, морских котиков) ...	а) разрешена при высокой численности популяции; б) не контролируется; в) регламентируется лимитами; г) не ограничивается
5	Природная среда, преднамеренно или непреднамеренно изменяемая человеком, называется ...	а) культурной; б) социальной; в) урбанизированной; г) антропогенной
6	Аэротенки – сооружения биологической очистки сточных вод, – это ...	а) биогеоценозы; б) искусственные экосистемы; в) естественные экосистемы; г) агроэкосистемы

№	Вопросы	Ответы
7	Значительная по площади особо охраняемая территория, где охрана природы сочетается с отдыхом и туризмом, называется ...	а) национальным парком; б) заповедником; в) памятником природы; г) заказником
8	Искусственное (случайное или целенаправленное) переселение вида в новую экосистему называется ...	а) реакклиматизацией; б) интродукцией; в) инвазией; г) интервенцией; д) эмиграцией
9	Предельно допустимая концентрация (%) углекислого газа в жилом помещении составляет ...	а) 0,1; б) 0,2; в) 0,3; г) 0,4; д) 0,5
10	Размеры санитарно-защитных зон промышленных предприятий устанавливаются, исходя из ...	а) состояния земельных насаждений; б) температуры окружающей среды; в) состава почвы; г) класса санитарной классификации предприятий
11	При организации охраны и эксплуатации охотничьих животных в России главным образом доминирует ...	а) традиция национальной охоты; б) экономический интерес; в) популяционно-видовой подход; г) индивидуальный подход; д) все ответы правильны
12	Более половины видов позвоночных животных находятся под угрозой исчезновения по причине ...	а) разрушения или деградации местобитания; б) уничтожения для защиты сельскохозяйственных растений; в) случайной добычи; г) интродукции чужих видов
13	Создавая агроэкосистемы, человек стремится ...	а) повысить чистую первичную продукцию растений; б) создавать рабочие места для сельских жителей; в) снизить расходы на заготовку и переработку природной растительной продукции; г) уменьшить использование продукции природных экосистем

№	Вопросы	Ответы
14	Мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах называется ...	а) базовым; б) авиационным; в) национальным; г) импактным
15	Предельно допустимая концентрация (ПДК) пестицидов в почве и продуктах питания измеряется в ...	а) мг/л; б) мг/дм ³ ; в) мг/г; г) мг/кг
16	Наиболее эффективной, экологической и современной технологией очистки почвы от загрязнения нефтью сейчас является ...	а) бактериальный препарат; «Путидойл» б) механический сбор нефти; в) удаление и захоронение почвы; г) термическое разрушение
17	Торговля экзотическими животными и растениями ...	а) ведёт к их массовой гибели при транспортировке; б) стимулирует рост численности популяций; в) способствует увеличению биоразнообразия; г) способствует расширению естественных мест обитания
18	Физико-химический метод удаления мелкодисперсных и коллоидных частиц из сточных вод, основанный на их соединении в крупные хлопья, называется ...	а) дистилляцией; б) коагуляцией; в) флотацией; г) фильтрацией
19	Территории, пригодные для организации лечения, профилактики заболеваний, отдыха населения и обладающие природными лечебными ресурсами, называются ...	а) рекреационными зонами; б) национальными парками; в) лечебно-оздоровительными местностями и курортами; г) заказниками
20	Размеры особо охраняемых природных территорий устанавливаются в зависимости от ...	а) ареала охраняемых видов; б) финансирования; в) экономических возможностей эксплуатации; г) земельного кадастра

№	Вопросы	Ответы
21	Удаление нерастворимых примесей из сточных вод путём процеживания, отстаивания и фильтрации относится к ... методам очистки воды	а) биологическим; б) механическим; в) термическим; г) химическим
22	Особо охраняемая природная территория, на которой постоянно или временно запрещается использование отдельных видов природных ресурсов, называется ...	а) заказником; б) ботаническим садом; в) памятником природы; г) национальным парком
23	Комплекс мер, направленный на восстановление ранее нарушенного природного ландшафта и продуктивности нарушенных земель, называется ...	а) рекуперацией; б) облесением; в) рекультивацией; г) детоксикацией
24	Для установления допустимых выбросов газообразных веществ применяется экологический норматив ...	а) предельно допустимый сброс; б) предельно допустимый выброс; в) предельно допустимая нагрузка; г) предельно допустимый уровень
25	Наблюдения за воздушной средой отдельных предприятий относятся к ... мониторингу	а) глобальному; б) региональному; в) локальному; г) континентальному
26	Нейтрализация и окисление вредных веществ в сточных водах путём введения в них специальных реагентов относятся к ... методам	а) физическим; б) биологическим; в) механическим; г) химическим
27	Обнаружение и определение антропогенных воздействий по реакциям на них живых организмов и их сообществ называется ...	а) биоиндикацией; б) экспертизой; в) биоразнообразием; г) нормированием
28	Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воде устанавливается в...	а) мг/кг; б) т/год; в) мг/л; г) мг/м ³

№	Вопросы	Ответы
29	Слежение за мировыми процессами и явлениями в биосфере с помощью космической, авиационной техники и ЭВМ, составление прогноза возможных изменений на Земле – это задачи ... мониторинга	а) глобального; б) национального; в) биологического; г) регионального
30	Территории, представляющие экологическую и эстетическую ценность, используемые преимущественно для организованного отдыха людей и имеющие мягкий охранный режим, называются ...	а) дендрологическими парками; б) природными парками; в) парками культуры и отдыха; г) зоологическими парками
31	Мониторинг, осуществляемый в пределах крупных регионов, геосистем, территориально-производственных комплексов, относится к ...	а) экосистемному; б) региональному; в) социальному; г) локальному
32	Для грубой механической очистки газопылевых выбросов от крупной и тяжёлой пыли применяют ...	а) тканевые фильтры; б) мокрые пылеуловители; в) сухие пылеуловители; г) электрофильтры
33	Сохранение природных комплексов и охрана редких и исчезающих видов – это основные задачи ...	а) заказника; б) ботанического сада; в) памятника природы; г) заповедника
34	При оценке концентрации (С) вредного вещества в окружающей среде безопасным для человека будет уровень, соответствующий условию ...	а) $C = 10 \text{ ПДК}$; б) $C \leq \text{ПДК}$; в) $C > 10 \text{ ПДК}$; г) $C = 2 \text{ ПДК}$
35	Для регламентирования сбросов жидких загрязняющих веществ в окружающую среду используют норматив ...	а) предельно допустимого уровня; б) остаточной допустимой концентрации; в) предельно допустимой нагрузки; г) предельно допустимого сброса

№	Вопросы	Ответы
36	Определение устойчивости природных экосистем к внешним воздействиям является целью ...	а) экологического аудита; б) экологической экспертизы; в) биологического мониторинга; г) импактного мониторинга
37	Способ очищения почвы от тяжёлых металлов выращиванием растений-поглоателей (горчица, редис, кукуруза и др.) называется ...	а) фитоочищением; б) фильтрацией; в) транспирацией; г) экстракцией
38	Агроэкосистема характеризуется ...	а) понижением конкурентоспособности вида; б) усилением естественных регуляторных связей; в) усилением конкурентоспособности вида; г) полным подобием естественным экосистемам
39	Технологические мероприятия, направленные на защиту атмосферного воздуха от загрязнения, называются ...	а) созданием санитарно-защитных зон; б) архитектурно-планировочными мероприятиями в) газопылеулавливанием в специальных сооружениях г) зонированием территории города
40	Природоохранные учреждения, в задачи которых входит создание специальных коллекций растений в целях сохранения разнообразия и обогащения растительного мира, называются ...	а) ботаническими садами; б) государственными природными заказниками; в) национальными парками; г) памятниками природы
41	Участок территории, на котором не ведутся различные виды хозяйственной деятельности, называется ...	а) заповедником; б) заказником; в) памятником природы; г) национальным парком
42	Метод борьбы с вредителями, при котором для подавления их численности используют живые организмы, называется ...	а) физическим; б) химическим; в) биологическим; г) механическим

№	Вопросы	Ответы
43	Уникальные, невоспроизводимые природные объекты, имеющие научную, культурную, эстетическую и экологическую ценность, называются ...	а) археологическими объектами; б) историческими памятниками; в) памятниками природы; г) архитектурными объектами
44	К агроэкосистемам относятся ...	а) нарушенные человеком в своей деятельности природные территории; б) любые антропогенные ландшафты; в) сельскохозяйственные ландшафты, созданные человеком; г) все искусственные экосистемы, созданные на месте природного ландшафта
45	Использование водных ресурсов, извлекаемых из водных объектов, называется ...	а) водопотреблением; б) водоснабжением; в) водопользованием; г) водопоглощением
46	Агроценозом называют ...	а) геологическую оболочку Земли, заселённую живыми организмами; б) территорию, временно изъятую из хозяйственного пользования; в) территорию, отведённую для сбора грибов, орехов, ягод и лекарственных растений; г) искусственную экосистему, возникающую в результате деятельности человека
47	Люди не могут питаться травой, так как ...	а) трава не содержит питательных веществ); б) траву не может переварить ни одно животное; в) у человека нет ферментов, которые расщепляют целлюлозу; г) траву трудно жевать

5.2. Экологическое законодательство и международное сотрудничество

Глобальный характер загрязнения биосферы усиливает роль международных соглашений и конвенций по защите окружающей среды.

Для предотвращения угрозы экологического коллапса необходимы:

- объективная оценка факторов, наиболее опасных для биосферы;
- разработка и претворение в жизнь международных, не рекомендательных, а директивных, т.е. строго обязательных решений, обеспечивающих рациональное природопользование;
- разработка и осуществление территориальных комплексов безотходного производства и жизнеобеспечения человека и живого мира.

В экологической политике необходимо руководствоваться следующими принципами:

- каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях;
- экологическое благополучие одного государства не может обеспечиваться за счёт государств или без учёта их интересов;
- недопустимы любые виды хозяйственной деятельности, экологические последствия которых непредсказуемы;
- должен быть установлен контроль на глобальном, национальном и региональном уровне за состоянием и изменением окружающей природной среды и природных ресурсов на основе признанных во всём мире критериев и параметров;
- необходим международный обмен научно-технической информацией в области окружающей природной среды;
- государства должны оказывать друг другу помощь в чрезвычайных экологических ситуациях.

Среди объектов международного сотрудничества находятся: воздушный бассейн, ближайшее космическое пространство, Мировой океан, Антарктида, мигрирующие виды животных.

Законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды» предусмотрены плата за пользование природными ресурсами (земля, недра, вода, лес и иная растительность, животный мир и другие природные ресурсы) и плата за загрязнение окружающей среды (выбросы, сбросы, размещение отходов).

В качестве мер экономического стимулирования охраны окружающей природной среды устанавливаются налоговые и иные льготы предприятиям при внедрении малоотходных технологий и производств, использовании вторичных ресурсов и иной деятельности, обеспечивающей природоохранительный эффект.

Внедрение различных экологических программ основывается на системе сертификации по экологическим требованиям. В России стандарты по экологической сертификации соответствуют международным стандартам серии ISO 14000 по системам управления природопользованием и носят название ГОСТ Р ИСО 14000-98.

В качестве мер по экологическому контролю внедрена система экологического аудита, целью которого является проверка соответствия деятельности предприятия существующим законам и нормативам. Он позволяет сформировать правильное представление о воздействии предприятия на окружающую среду.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	К основным элементам экономического механизма охраны окружающей среды относятся ...	а) возмещение экологического ущерба; б) лимиты на использование природных ресурсов; в) компенсационные выплаты; г) экологические платежи
2	Экономическая оценка природных ресурсов – это ...	а) совокупность оценок всех природных объектов и явлений; б) определение полезности природных ресурсов в денежном выражении; в) свод данных о количестве и качестве природных ресурсов; г) реальный доход от использования природных ресурсов

№	Вопросы	Ответы
3	Экологический паспорт предприятия является планированием природоохранной деятельности на ... уровне	а) локальном; б) глобальном; в) федеральном; г) региональном
4	Природные ресурсы общего назначения (вода, воздух, свет, тепло и др.) ...	а) являются объектом частной собственности; б) даны человеку по праву рождения; в) являются объектом личной собственности; г) являются объектом государственной собственности
5	Наблюдение за ростом врождённых дефектов в популяциях человека и динамикой генетических последствий загрязнения биосферы мутагенами является задачей ... мониторинга	а) генетического; б) биосферного; в) промышленного; г) социального
6	Деятельность по обращению с опасными отходами ...	а) подлежит лицензированию; б) разрешена без ограничений на территории России; в) запрещена на территории России; г) подлежит общественной экспертизе
7	Государственный экологический контроль ...	а) подчиняется местным органам самоуправления; б) имеет надведомственный характер; в) имеет общественный характер; г) подотчётен руководству предприятия
8	Критерием для установления предельно допустимого выброса в атмосферу или предельно допустимого сброса в водный объект является ...	а) ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ); б) показатель опасности вредного вещества; в) временно согласованный сброс; г) предельно допустимая концентрация

№	Вопросы	Ответы
9	Явление, проявляющееся в диспропорции производства и потребления топливного сырья, называется ...	а) экологическим страхованием; б) экологическим правонарушением; в) энергетическим кризисом; г) экологическим риском
10	Недостаточный уровень здравоохранения и образования, относящийся к факторам экологической опасности, называется ...	а) юридическим; б) социально-экономическим; в) гуманитарным; г) естественнонаучным
11	Главный документ, принятый конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г., называется ...	а) «Пределы роста»; б) «Повестка дня на XXI век»; в) «Экологический манифест»; г) «Киотский протокол»
12	Нарушение правил транспортировки, хранения, чрезмерное применение химических средств в сельском хозяйстве влекут за собой ... форму ответственности	а) материальную; б) уголовную; в) административную; г) гражданскую
13	Всемирная система мониторинга за состоянием и изменением биосферы в рамках специальной структуры ООН ведёт ...	а) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ); б) Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП); в) Международный союз охраны природы; г) Международный зелёный крест
14	Применение мер государственного принуждения к физическим, должностным и юридическим лицам, нарушающим природоохранное законодательство, является ... формой контроля	а) стимулирующей природоохранную деятельность; б) карательной; в) информационной; г) воспитательной
15	Промышленные аварии, приводящие к значительному материальному ущербу и даже человеческим жертвам, рассматриваются в России в...	а) Водном кодексе; б) Земельном кодексе; в) Лесном кодексе; г) Декларации безопасности промышленного объекта

№	Вопросы	Ответы
16	Надзор за соблюдением экологических нормативов предельно допустимых выбросов осуществляет ...	а) производственный контроль; б) инженер по технике безопасности; в) общественный контроль; г) государственный инспекционный контроль
17	Плата за все природные ресурсы и за загрязнение окружающей природной среды называется ...	а) экологической культурой; б) экологическим менеджментом; в) экологическим страхованием; г) платностью природопользования
18	При нормировании качество окружающей среды (почвы, воздуха, воды) должно устанавливаться ...	а) по самочувствию человека; б) по реакции самого чувствительного вида организмов; в) исходя из климатических условий; г) исходя из экономической целесообразности
19	В России с 1993 г. начала формироваться Единая государственная система экологического мониторинга, которая является ...	а) источником объективной, комплексной информации о состоянии окружающей природной среды; б) научным направлением в охране окружающей среды; в) источником информации о состоянии атмосферы; г) прикладным направлением природоохранной деятельности
20	Охраняемый лес, растущий по берегам водоёмов и содействующий равномерному поступлению в них вод, и предохраняющий водоёмы от заиления, а берега от разрушения, называется ...	а) рекреационным; б) водоохраным; в) водопотребительным; г) рыбоохраным
21	Территория, устанавливаемая для охраны источников подземных вод или для обеспечения сохранности водных объектов, используемых для питьевого водоснабжения, получила название ...	а) водоохраной зоны; б) зоной водопользования; в) водохранилища; г) водозабора

№	Вопросы	Ответы
22	За несвоевременную или искажённую информацию, за отказ от предоставления своевременной и полной информации о состоянии окружающей среды и радиационной обстановки предусмотрена ... ответственность	а) материальная; б) административная; в) трудовая; г) дисциплинарная
23	Установление нормативов предельно допустимых вредных воздействий и платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ – это прерогатива закона Российской Федерации ...	а) «Об отходах производства и потребления»; б) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; в) «Об охране атмосферного воздуха»; г) «Об охране окружающей среды»
24	Совокупность государственных мероприятий, направленных на сохранение, восстановление и улучшение благоприятных условий, необходимых для жизни людей и развития материального производства – это ...	а) охрана окружающей природной среды; б) экологическая экспертиза; в) государственный экологический контроль; г) правовая охрана природы
25	Мониторинг окружающей среды на уровне отдельной страны называется ...	а) локальным; б) глобальным; в) импактным; г) национальным
26	Природоресурсную правовую основу составляют ... в области охраны окружающей среды	а) законы и кодексы; б) концепции и программы; в) уставы и правила; г) договоры и конвенции
27	Правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды и отношения в сфере «общество-природа» определяет ...	а) Закон Российской Федерации «Об особо охраняемых природных территориях»; б) Конституция Российской Федерации; в) Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды»; г) Декларации прав и свобод человека и гражданина

№	Вопросы	Ответы
28	Впервые в мире предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны включены в санитарное законодательство в середине 20-х гг. в ...	а) Франции; б) Китае; в) СССР; г) Германии
29	Решения органов государственного экологического контроля для всех министерств, ведомств, предприятий, организаций, должностных лиц и граждан носят ... характер	а) общественный; б) рекомендательный; в) запретительный; г) обязательный
30	Международная организация, которая ведёт список уникальных природных территорий, называется ...	а) ВМО; б) ЮНЕСКО; в) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ); г) Всемирный фонд дикой природы
31	Международная общественная организация, субсидирующая мероприятия по сохранению исчезающих видов животных и растений, – это ...	а) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ); б) Международный банк реконструкции и развития; в) Всемирный Фонд дикой природы; г) Европейский банк реконструкции и развития
32	Правовые отношения в области рационального использования и охраны водных объектов регулирует ...	а) Водный кодекс Российской Федерации; б) Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья; в) Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; г) Закон Российской Федерации «О недрах»
33	Нормативной базой для проведения экологической экспертизы являются ...	а) страховые свидетельства; б) статистические документы; в) стандарты, нормативы, правила, регламенты; г) свод ПДВ и ПДС

№	Вопросы	Ответы
34	Заключение общественной или научной экологической экспертизы носит ... характер	а) запретительный; б) исследовательский; в) рекомендательный; г) обязательный
35	К международным межправительственным организациям относится ...	а) Международный совет по охране птиц; б) Международный зелёный крест; в) Международная организация «Гринпис»; г) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)
36	Установление показателей качества природной среды и предельно допустимых воздействий на неё – это ...	а) экологическое страхование; б) экологическая экспертиза; в) экологический мониторинг; г) экологическое нормирование
37	Земля, недра, леса, животный мир, атмосферный воздух, окружающая среда в целом являются объектами ...	а) производственного экологического контроля; б) экологической экспертизы; в) биологического мониторинга; г) государственного экологического контроля
38	Обеспечение системы управления природоохранной деятельности и экологической безопасности современной и достоверной информацией является целью ...	а) экологического аудита; б) экологической экспертизы; в) экологического мониторинга; г) экологического нормирования
39	Государственный экологический контроль имеет ... характер	а) общественный; б) надведомственный; в) ведомственный; г) отраслевой
40	Основополагающим законом в системе экологического законодательства России является ...	а) Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды»; б) Закон Российской Федерации «Об охране атмосферного воздуха»; в) Закон Российской Федерации «Об экологической экспертизе»; г) Земельный кодекс Российской Федерации

№	Вопросы	Ответы
41	Государственная экологическая экспертиза проводится в соответствии с ...	а) Международной Конвенцией «Об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте»; б) Законом российской Федерации «Об охране атмосферного воздуха»; в) Законом российской Федерации «Об экологической экспертизе»; г) Конституцией Российской Федерации
42	Экологические нормативы качества окружающей среды устанавливаются в соответствии с ...	а) Законом Российской Федерации «Об охране здоровья граждан»; б) Законом Российской Федерации «Об охране атмосферного воздуха»; в) Законом Российской Федерации «Об охране окружающей среды»; г) Конституцией Российской Федерации
43	Правовая защита людей, работающих в сфере использования ядерных и радиационных установок и радиоактивных веществ, гарантируется ...	а) московским Договором о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космосе и под водой; б) Законом Российской Федерации «Об экологической экспертизе»; в) Законом Российской Федерации «О радиационной безопасности населения»; г) Декларацией прав и свобод человека и гражданина
44	Обращение с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду регулирует ...	а) программа «Отходы»; б) Закон Российской Федерации «Об отходах производства и потребления»; в) основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья; г) Закон Российской Федерации «О недрах»

№	Вопросы	Ответы
45	Статус и деятельность особо охраняемых природных территорий регулируется ...	а) Законом Российской Федерации «Об особо охраняемых природных территориях»; б) Земельным кодексом Российской Федерации; в) Законом Российской Федерации «О животном мире»; г) Лесным кодексом Российской Федерации
46	Принимать решения об ограничении, приостановлении и прекращении деятельности экологически вредных объектов согласно Закону РФ «Об охране окружающей среды» имеют право ...	а) инспекторы производственного экологического контроля; б) эксперты общественной экологической экспертизы; в) эксперты общественного экологического контроля; г) должностные лица органов государственного экологического контроля
47	Постоянное наблюдение и определение фоновых параметров современного состояния биосферы и сопоставление их с изменениями, вызванными антропогенным воздействием, являются задачами ...	а) стационарных пунктов экологических наблюдений в крупных городах; б) биосферных заповедников; в) передвижных экологических постов; г) санитарно-промышленных лабораторий
48	Монреальское соглашение (Канада, 1986 г.) о защите озонового слоя от разрушения направлено на ...	а) стимуляцию образования озона в озоносфере; б) сокращение производства хлорфторуглеродов; в) поставки озона в озоносферу с Земли на стратостатах; г) создание искусственного экрана для защиты Земли от ультрафиолетового излучения
49	Одним из ключевых документов Международного Союза охраны природы является ...	а) «Красная книга»; б) «Повестка на XXI в.»; в) «Концепция устойчивого развития»; г) «Зелёный список»

№	Вопросы	Ответы
50	Совокупность правовых норм и правоотношений, направленных на выполнение мероприятий по сохранению природной среды, рациональному использованию природных ресурсов, оздоровлению среды жизни человека – это ...	а) экологическая безопасность; б) право человека на экологически благоприятную среду; в) правовая охрана природы; г) правовая оценка хозяйственной деятельности человека
51	Животные, которые охранялись законом ещё при Петре I, – это ...	а) бобры; б) лоси; в) зубры; г) сайгаки; д) соболи
52	Документ, содержащий описание современного состояния редких видов, причин их бедственного положения и основные меры по спасению, – ...	а) Закон «Об особо охраняемых природных территориях»; б) Конвенция о сохранении биоразнообразия; в) «Красная книга»; г) Закон «Об охране окружающей среды»
53	Специальное изучение хозяйственных проектов, объектов и процессов с целью подготовки мотивированного заключения об их соответствии экологическим требованиям, нормам и регламентам называется экологической (им) ...	а) паспортизацией; б) диагностикой; в) экспертизой; г) аудитом
54	Принцип «Каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях» является одним из основных в ...	а) Международном совете по охране птиц; б) Всемирной хартии природы; в) деятельности Всемирного фонда дикой природы; г) Международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды
55	Закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» был принят в ...	а) 1991 г.; б) 1993 г.; в) 2002 г.; г) 2005 г.

№	Вопросы	Ответы
56	Конференция ООН по окружающей среде и развитию проходила в 1992 г. в ...	а) Вене; б) Рио-де-Жанейро; в) Киото; г) Йоханнесбурге

Г Л А В А 6

РАДИОЭКОЛОГИЯ

Радиационная экология (радиоэкология) – раздел экологии, изучающий действие ионизирующих излучений на особи, популяции, сообщества и экосистемы, а также миграцию радионуклидов в среде обитания.

Под *радиацией* понимаются различные виды излучений, как природные, так и искусственные. Любое излучение, при взаимодействии со средой приводящее к образованию электрических зарядов разных знаков, называют *ионизирующим*.

Одним из источников ионизирующих излучений является *радионуклид* – атомное ядро, способное к радиоактивному распаду.

Виды ионизирующего излучения:

- α -излучение представляет собой ядра гелия, которые испускаются при радиоактивном распаде или образуются в ядерных реакциях;
- β -излучение – электроны или позитроны, образующиеся при β -распаде;
- космическое излучение, приходящее на Землю из космоса;
- нейтроны, образующиеся в ядерных реакциях;
- продукты деления, содержащиеся в радиоактивных отходах топлива ядерных реакторов;
- протоны и ионы, в основном получающиеся на ускорителях;
- электромагнитное излучение (γ -излучение атомных ядер, тормозное излучение, радиоволны).

Явление радиоактивности было открыто французским учёным А. Беккерелем в 1896 г.

Радиоактивностью называется способность ядер самопроизвольно распадаться, испуская частицы. Радиоактивный распад – статистический процесс, и его закономерность наблюдается в случае распада достаточно большого количества ядер.

Закон радиоактивного распада выражает убывание числа радиоактивных ядер N за время t :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (6.1)$$

где N_0 – количество радиоактивных ядер в момент времени $t = 0$;
 λ – постоянная радиоактивного распада, характеризующая вероятность распада на один атом за единицу времени.

Период полураспада $T_{1/2}$ – время, за которое первоначальное количество радиоактивных ядер уменьшается ровно в два раза.

Под активностью радионуклида понимается отношение ожидаемого числа dN спонтанных ядерных превращений, происходящих за интервал времени dt , к величине этого интервала:

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N. \quad (6.2)$$

Знак минус указывает на убыль числа радиоактивных ядер со временем. Единицей активности источника является беккерель (Бк): 1 Бк = 1 распад/с, внесистемной единицей активности – кюри (Ки): 1 Ки = $3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.

Мерой радиационного воздействия служит поглощённая доза – отношение средней энергии, переданной веществу ионизирующим излучением в элементарном объёме, к массе вещества в этом объёме. Единицей поглощённой дозы является грей (Гр), внесистемной единицей – рад (1 Гр = 100 рад).

Для оценки биологического эффекта воздействия излучения вводится эквивалентная доза. Единица измерения эквивалентной дозы – зиверт (Зв), внесистемная единица – бэр (1 Зв = 100 бэр).

В качестве меры риска возникновения отдалённых последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учётом их радиочувствительности введена эффективная доза, измеряемая в зивертах.

Для оценки эффекта при облучении больших групп людей или целых популяций используется понятие коллективной дозы. Её единицей измерения служит человеко-зиверт (чел.-Зв).

При облучении наблюдается следующая закономерность: чем сложнее биологическая организация, тем ниже летальное значение дозы (исключение – хвойные деревья).

В соответствии с действующими нормами эффективная доза персонала не должна превышать за период трудовой деятельности 50 лет 1000 мЗв, а для населения за 70 лет жизни – 70 мЗв.

Для обеспечения безопасности человека при воздействии ионизирующего излучения в России введены нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. Нормы распространяются в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников излучения и радиационной аварии, для природных источников излучения, при медицинском облучении.

6.1. Миграция радионуклидов в биосфере и радиоактивность окружающей среды

Жизнь на Земле возникла и продолжает развиваться в условиях постоянного облучения. Радиационный фон Земли складывается из трёх компонентов.

1) Космическое излучение.

Первичное космическое излучение (протоны, α -частицы, ядра лёгких элементов), взаимодействуя с атмосферой Земли, порождает вторичное излучение (электроны, нейтроны), создающее от электронов на уровне моря в воздухе приблизительно 2,1 пары ионов/(см³·с), а также плотность потока нейтронов в среднем 130 нейтр./(м²·с).

Величина мощности дозы космического излучения сильно зависит от солнечной активности, широты местности и высоты над земной поверхностью (авиаперелёты, пребывание на высоких горах).

Под влиянием космических лучей в результате ядерных реакций, идущих в атмосфере, образуются радиоактивные ядра – космогенные радионуклиды. Среди них наибольшую радиоэкологическую значимость имеют тритий ³H и радиоуглерод ¹⁴C, поступающие с пищей в организм человека. Эти радионуклиды, накапливаясь в органах и тканях, становятся источником длительного внутреннего облучения.

Суммарный вклад всех космогенных радионуклидов в индивидуальную дозу в среднем составляет 10 мкЗв/год.

2) Облучение земного происхождения.

На Земле сохранились долгоживущие радиоактивные элементы (⁴⁰K, ⁸⁷Rb, ²³⁸U, ²³²Th и др.) с периодами полураспада от 10⁷ лет и выше, а также имеется три радиоактивных семейства: урана-радия (²³⁸U), тория (²³²Th) и актиния (²³⁵U), в которых в результате распада постоянно образуются радионуклиды.

Подвижность многих дочерних радионуклидов в земной коре достаточно высока, и они присутствуют практически всюду. Особенно велика роль в радиационном воздействии на человека входящего в этот ряд радиоактивного газа – радона ^{222}Rn .

Люди, находящиеся в помещении, подвергаются облучению естественными радионуклидами, присутствующими в строительных материалах. В кирпичных, каменных и бетонных зданиях мощность дозы в 2–3 раза выше, чем в деревянных.

В организме человека постоянно присутствуют радионуклиды земного происхождения, поступающие через органы дыхания и пищеварения. Наибольший вклад в формирование дозы внутреннего облучения вносят ^{40}K , ^{87}Rb и радионуклиды семейств ^{238}U и ^{232}Th , среди которых газ радон и продукты его распада вносят до 75 % в годовую дозу.

Средняя эффективная доза внешнего облучения составляет около 0,48 мЗв в год, а величина внутреннего облучения составляет 1,35 мЗв/год.

3) Излучения от искусственных (техногенных) радионуклидов.

В результате деятельности человека в окружающей среде появились искусственные радионуклиды и источники излучения. Кроме того, в природную среду стали поступать в больших количествах естественные радионуклиды, извлекаемые из недр земли вместе с углем, газом, нефтью, минеральными удобрениями.

В настоящее время основной вклад в дозу от искусственных источников вносят медицинская диагностика и лечение. При этом средняя годовая индивидуальная доза составляет 0,4 мЗв.

Необходимо также отметить проводившиеся ранее испытания ядерного оружия в атмосфере, которые стали одной из причин повышения радиационного фона Земли, что приводит к росту доз внешнего и внутреннего облучений населения.

В целом, за счёт всех источников облучения население планеты в год получает эффективную дозу, равную примерно 4 мЗв.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Радиоактивные вещества не являются природными	а) Да, их не было на Земле, пока их не создали учёные; б) нет, они всегда были на Земле; в) только в условиях крупных городов
2	Основной вклад в радиационный фон от антропогенных источников вносят ...	а) медицинские процедуры; б) испытания ядерного оружия; в) воздействия ядерной энергетики; г) РАО
3	РАО не только радиоактивны, но и имеют высокую температуру	а) Только α -излучатели; б) только β -излучатели; в) да; г) нет
4	Основной вклад в радиационный фон от природных источников вносит ...	а) космическое излучение; б) внешнее земное излучение; в) внутреннее облучение; г) солнечная радиация
5	Внешнее ионизирующее излучение можно использовать ...	а) для улучшения породы животных; б) для создания морозостойких культур растений; в) для прекращения роста раковых опухолей
6	Мощность поглощённой дозы выражается в единицах ...	а) Зв/кг; б) Ки/км ² ; в) Гр/с; г) Зв/ч
7	В теле человека находятся радиоактивные изотопы	а) Только техногенные, созданные самим человеком; б) у всех людей; в) только в результате нахождения на загрязнённой местности; г) как результат профессиональной работы с источниками излучения
8	Радиоактивные и нерадиоактивные формы элементов ...	а) в химических реакциях ведут себя одинаковым образом; б) абсолютно разные во всех отношениях; в) они одинаковы, если имеют малый период полураспада

№	Вопросы	Ответы
9	Большая часть РАО к настоящему времени возникла в результате ...	а) природных факторов; б) деятельности АЭС; в) работы всех ТЭС на угле; г) проводимых ядерных испытаний
10	Эквивалентная доза выражается в единицах ...	а) Ки; б) Гр; в) Зв; г) Бк; д) Р
11	Искусственный радиационный фон в России в основном определяется ...	а) работой АЭС; б) использованием удобрений; в) медицинскими процедурами; г) космическим излучением; д) РАО
12	Если период полураспада радионуклида составляет 6 ч, то ...	а) через 12 ч он полностью распадётся; б) он полностью не распадётся в ближайшее время; в) через сутки можно считать, что данного радионуклида не будет
13	При сильном охлаждении радиоактивный распад замедляется	а) Только некоторые радионуклиды проявляют такие свойства; б) зависит от периода полураспада; в) миф; г) факт
14	Содержание радионуклидов в литосфере измеряется в ...	а) мкР/ч; б) Гр; в) Зв/с; г) Бк/кг; д) Ки/км ²
15	Поверхностная активность измеряется в ...	а) Гр; б) Зв/км ² ; в) мкР/ч; г) Бк/кг; д) Ки/км ²
16	Больше всего радионуклидов после радиационной аварии задерживается ...	а) на лугах и полях; б) в водоёмах; в) в сельскохозяйственных растениях; г) в теле животных; д) в лесных массивах

№	Вопросы	Ответы
17	Биологический эффект определяется в единицах ...	а) мкР/ч; б) Зв; в) Гр; г) Ки
18	Наиболее существенным источником газа радона является ...	а) природный газ; б) вода; в) земная порода; г) воздух
19	Радионуклид (ы) ... по истечению многих лет после радиационной аварии не представляют опасности	а) радиоiod – I-131; б) изотопы цезия; в) изотоп радия; г) изотопы плутония
20	Чувствуют радиацию ...	а) некоторые беспозвоночные животные; б) домашние животные; в) молодые люди
21	Электромагнитное излучение – ...	а) следует избегать любой ценой; б) опасно только техногенное; в) опасность зависит от вида излучения; г) угрожает только тогда, когда источники находятся рядом с человеком
22	Мутации – это изменения ...	а) в структуре жизненно важных генов; б) в структуре жизненно важных белков; в) в хромосомах под действием различных факторов
23	При внутреннем облучении организма представляет наибольшую опасность ...	а) α -излучение; б) β -излучение; в) γ -излучение; г) космическое излучение
24	Уровень безопасного облучения ...	а) разный у всех людей; б) одинаков; в) у профессионалов один, у населения – другой
25	Согласно НРБ-99/2009 всё население России делится на ...	а) 2 группы; б) 3 группы; в) 4 группы; г) не подразделяется на группы

№	Вопросы	Ответы
26	Врачи могут отличить рак, вызванный радиацией, от другого, вызванного иной причиной ...	а) только при условии тщательного изучения состава крови человека на высоко-технологичной установке; б) факт; в) миф
27	Более всего чувствительны(а) к радиации у человека ...	а) открытая кожа; б) внутренние органы; в) чувствительность одинакова для всего тела; г) глаза
28	НРБ -99/2009 в России предназначены ...	а) только для работников атомной отрасли; б) для ограниченной части населения страны, проживающей вблизи ядерных предприятий; в) для всего населения страны
29	Годовая доза для профессионалов (в мЗв) согласно НРБ-99/2009 не должна превышать ...	а) 10; б) 20; в) 30; г) 50
30	Атомный вес наиболее распространённого изотопа урана равен ...	а) 92; б) 137; в) 235; г) 238

ГЛАВА 7

ЭКОЛОГИЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Общее энергопотребление человеческим сообществом достигло к XXI в. величины порядка 15 млрд тонн условного топлива (т у.т.) и ожидается, что к 2050 г. оно возрастет в 2–3 раза по сравнению с уровнем 2000 г.

Построение современной технократической цивилизации человечества опиралось во многом на преимущественное использование в качестве источников энергии органических сырьевых ресурсов. В совокупности органическое сырьё: уголь, нефть и природный газ – обеспечивает в настоящее время более 65 % электроэнергии.

Стремительный рост использования органического сырья позволил человечеству увеличить потребление энергии за XX в. более чем в 10 раз, запасов этого сырья при нынешнем уровне потребления хватит примерно на 100 лет.

Для индустриальной цивилизации и созданной ею энергетики характерны следующие тенденции:

- смена каждые 40–50 лет доминирующего энергоресурса, но не из-за полного исчерпания его запасов, а благодаря более высокому качеству нового. Хотя сопутствующее этому удорожание прежнего лидера служит экономическим сигналом необходимости замещения ресурса (дрова, далее уголь, нефть, газ);
- прежние энергоресурсы никогда не вытесняются полностью, а лишь снижают свою долю в производстве и потреблении энергии, часто продолжая расти в абсолютных единицах. Например, потребление биотоплива представляет собой фактически возвращение в эпоху дров на новом витке технического прогресса;
- каждый следующий доминирующий энергоресурс имеет примерно вдвое более высокое качество.

Глобальная энергетическая безопасность определяется, прежде всего, обеспеченностью надлежащими топливно-сырьевыми запасами. Сейчас в структуре энергопотребления основным энергоресурсом остается нефть (около 36 % от общего потребления), хотя максимум доли нефти в производстве энергоресурсов уже давно прой-

ден (~ 48 % в 1975 г.), а по газу это ожидается в первые десятилетия XXI в.

В перспективе неизбежно ожидается их замещение новыми энергоресурсами. Рост мировых потребностей в топливе и энергии при ресурсных и экологических ограничениях традиционной энергетики делает актуальной своевременную подготовку новой энергетической технологии, способной взять на себя существенную часть прироста энергетических нужд, стабилизируя потребление органического топлива.

Активные исследования новых возобновляемых источников энергии и управляемого термоядерного синтеза пока не позволяют рассматривать их в качестве реалистических конкурентоспособных технологий крупномасштабного замещения традиционного топлива.

7.1. Виды энергетики и их воздействие на окружающую среду

Сжигание топлива – не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции (ТЭС) в наибольшей степени ответственны за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Они, вместе с транспортом, поставляют в атмосферу основную долю двуокиси углерода CO_2 , 50 % двуокиси серы, 35 % – окислов азота и около 35 % пыли.

Измерения показывают, что ТЭС в 2–4 раза сильнее загрязняют среду даже радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности. В их выбросах содержится значительное количество металлов и их соединений, усиливающих так называемую проблему металлизации биосферы.

Тепловая энергетика оказывает отрицательное влияние практически на все элементы окружающей среды, а также на человека, другие организмы и сообщества. Вместе с тем это влияние в большой степени зависит от вида используемого топлива. Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следуют нефть (мазут), каменные угли, бурые угли, сланцы, торф.

Атмосферные выбросы ТЭС являются существенным источником такого сильного канцерогенного вещества, каким является бензопирен, с действием которого связано увеличение онкологических заболеваний. В выбросах угольных ТЭС содержатся также окислы

кремния и алюминия. Эти абразивные материалы способны разрушать лёгочную ткань и вызывать силикоз, которым раньше болели в основном шахтёры, а сейчас регистрируются у детей, проживающих вблизи угольных ТЭС.

Серьёзные экологические проблемы связаны с твёрдыми отходами угольных ТЭС – золой и шлаками. Несмотря на использование различных фильтров, в атмосферу в виде выбросов ежегодно поступает около 250 млн т мелкодисперсных аэрозолей, способных заметно изменять баланс солнечной радиации у земной поверхности. Складирование золы и шлаков вблизи ТЭС требуют значительных территорий, которые долгое время не используются и являются очагами накопления тяжёлых металлов и повышенной радиоактивности.

Подсчитано, что если бы вся сегодняшняя энергетика базировалась на угле, то выбросы углерода в атмосферу составляли бы около 20 млрд т в год (сейчас – 7 млрд т/год). Возможно, это предел, за которым прогнозируются катастрофические последствия изменения климата.

В настоящее время многие страны принимают решения о развитии альтернативных (возобновляемых) источников получения электроэнергии. Это могут быть ветровые установки (ВЭС), солнечные и геотермальные станции (СЭС и ГеоТЭС), механизмы, работающие на биотопливе (БиоЭС), различные виды гидроэнергетики и др.

Гидроэнергетика – это ГЭС с использованием плотины и гидроаккумулирующие (ГАЭС) электростанции на реках, океанские (ОГЭС и ОТЭС): приливные (ПЭС), волновые, использующие энергию течений и растворения пресных вод в океане, использование температурных градиентов морей на поверхности и больших глубинах и др.

Однако сейчас их доля всего 1 % энергопотребления и по прогнозам к 2020 г. вырастит максимум до 5–6 %. Причём нет уверенности, что эти оптимистические прогнозы сбудутся.

Основанием для этого скепсиса служат убеждения, что в технологиях альтернативной энергетики есть неустранимые технические трудности, в том числе экологического характера, которые, возможно, не позволят им заменить существующие источники энергетики.

Один из главных недостатков альтернативной энергетики – зависимость режима выработки электроэнергии с ритмом производства

и потребления. Альтернативная энергетика из-за принципиальной зависимости от природных обстоятельств, не подвластных человеку, является нерегулируемым источником энергии. При современных технологиях это приводит к необходимости строительства гигантских аккумуляторов для выработанной энергии, что трансформирует проблему с экологической точки зрения от чистой энергетики к грязному производству. Возникает парадокс альтернативной энергетики: чистая энергия требует грязного производства материалов и оборудования.

Альтернативная энергетика требует огромных затрат материалов и отчуждения земной площади на единицу вырабатываемой энергии. Соответственно, это снова связано с ресурсным обеспечением человеческой цивилизации уже с другими материалами и дальнейшей пространственной экспансией человека в окружающей среде. Кроме того, возникают проблемы с эксплуатацией и ремонтом оборудования альтернативных энергоустановок. Например, мощнейший (6,0 МВт) современный ветрогенератор имеет диаметр ротора 114 м и высоту башни 124 м.

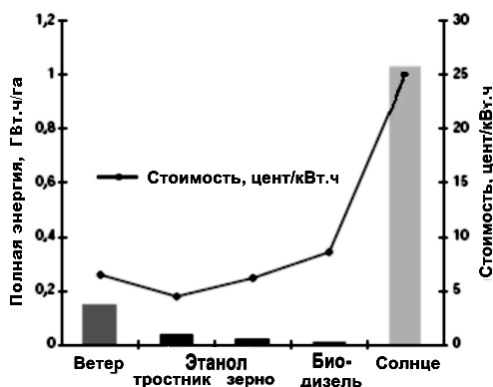


Рис. 7.1. Полная энергия и её стоимость для ВИЭ

Альтернативные источники энергии вызывают свои собственные, характерные только для них, загрязнения окружающей среды. С некоторых пор ветряные электростанции стали символом альтернативной энергетики. Однако ветровая электроустановка (ВЭУ) кроме генерации электроэнергии является еще и генератором колебаний

разных частот, как высоких (шум), так и низких (инфразвук). Рядом с крупными ВЭУ создается высокий уровень шума – более 100 дБ. Отмечено, что в районах размещения ВЭУ сначала исчезают птицы, потом животные, разъезжаются люди, а далее дело доходит до исчезновения какой-либо растительности. К тому же они ухудшают радиосвязь, создают радиопомехи.

Несомненно, что в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе мира и отдельных стран. В силу неподготовленности альтернативных технологий велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии.

Человечеству необходимо разрабатывать новые технологии, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду применяемых методов получения энергии.

Основные направления деятельности в этом процессе:

1. Использование и совершенствование очистных устройств.
2. Совершенствование технологий очистки и подготовки топлива, включая установки по улавливанию и хранению углекислого газа в геологических формированиях.
3. Экономия энергии в быту и на производстве. Усовершенствование и разработка энергосберегающих технологий.
4. Повышение коэффициента полезного действия существующих технологий получения энергии.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Вклад наиболее развитого альтернативного источника энергии – ветроэнергетики в мировое производство электроэнергии к концу первого десятилетия XXI в. достиг ... %	а) 0,1; б) 1,0; в) 5,0; г) 10
2	Среднедушевое потребление энергии в мире в конце XX в. стабилизировалось на уровне ... т у.т. на человека в год	а) 1; б) 2,5; в) 5; г) 10

№	Вопросы	Ответы
3	Электроэнергетика США базируется на ...	а) нефти; б) газе; в) угле; г) АЭС; д) ГЭС
4	Подтвержденных запасов органических источников сырья хватит человечеству для обеспечения современного уровня энергопотребления примерно на ... лет	а) 50; б) 100; в) 300; г) 500
5	Крупнейшая авария за всю историю существования ГЭС произошла в ...	а) Индии; б) США; в) Китае; г) России
6	Площадь отчуждаемых земель максимальна для ...	а) АЭС; б) ТЭС; в) ГЭС; г) СЭС; д) ВЭС
7	Максимальное теоретическое значение КПД (%) фотоэлементов на основе кремния равно ...	а) 23; б) 37; в) 44; г) 69
8	Современные отдельные экземпляры фотоэлементов на основе кремния имеют КПД (%) ...	а) 15; б) 25; в) 35; г) 45
9	Для современных ветровых турбин мощностью 6 МВт диаметр ротора достигает ...	а) 35 м; б) 65 м; в) 85 м; г) 115 м
10	За XX столетие объем ежегодно потребляемой человечеством энергии возрос более чем в ... раз	а) 10; б) 20; в) 30; г) 40
11	Какова максимальная мощность (МВт) современного ветрогенератора?	а) 6; б) 60; в) 600; г) 1000

№	Вопросы	Ответы
12	На современном уровне цивилизации органические источники сырья обеспечивают более ... потребляемой человечеством энергии	а) 40 %; б) 55 %; в) 70 %; г) 85 %
13	КПД (%) преобразования океанического перепада температур составляет около ...	а) 6; б) 16; в) 26; г) 36
14	Наибольшее производство электроэнергии на душу населения характерно для ...	а) Китая; б) США; в) России; г) Японии
15	Уровень современного энергопотребления человеческого сообщества близок к ... млрд т у.т.	а) 1,5; б) 5; в) 15; г) 25
16	Где предполагается реализовать Европейский мегапроект солнечных электростанций (проект <i>Desertec</i>)?	а) На орбите Земли; б) в Калифорнии; в) в пустыне Сахара; г) в Австралии
17	Наиболее материалоемкой и трудоёмкой является энергетика на ...	а) органическом топливе; б) альтернативных источниках; в) ядерном топливе
18	Какая энергетика создает проблемы звуковых и ультразвуковых воздействий на объекты окружающей среды?	а) Солнечная; б) ядерная; в) ветровая; г) гидро-
19	Выберите ряд органических источников энергии по росту их негативного воздействия на окружающую среду	а) торф, нефть, газ, уголь, сланцы; б) газ, нефть, уголь, сланцы, торф; в) газ, сланцы, торф, нефть, уголь; г) сланцы, газ, нефть, торф, уголь
20	В России на ГЭС вырабатывается в настоящее время почти ... % электроэнергии	а) 10; б) 15; в) 25; г) 30
21	Геотермальная энергия неисчерпаема и не зависит от климатических условий	а) Да; б) нет

№	Вопросы	Ответы
22	Самая крупная ГЭС находится в ...	а) Бразилии; б) Египте; в) России; г) Китае
23	Самое большое водохранилище ГЭС в ...	а) Бразилии; б) Египте; в) России; г) Китае
24	К океаническим источникам энергии не относятся ...	а) приливы; б) течения; в) волны; г) плотины; д) солёность
25	Максимальная мощность электростанций в России в ближайшем будущем ожидается от ...	а) ГЭС; б) АЭС; в) солнечных станций; г) ветровых установок
26	Крупнейшая солнечная электростанция находится в ...	а) Германии; б) Испании; в) Португалии; г) США; д) Корее
27	Самые большие затраты на охрану природы имеют ...	а) ГЭС; б) АЭС; в) ТЭС (уголь); г) ГеоТЭС
28	Мощность ветровой установки не зависит от ...	а) напора ветра; б) высоты подъёма турбины; в) размера лопасти; г) широты местности
29	К видам биомассы не относятся ...	а) наземные растения; б) отходы ТЭС; в) отходы лесозаготовок; г) сточные воды; д) водные растения
30	Если поднять напряжение в линии электропередачи в 25 раз при сохранении нагрузки, потери электро-снабжения ...	а) не изменятся; б) возрастут в 25 раз; в) уменьшатся в 25 раз; г) возрастут в 5 раз; д) уменьшатся в 5 раз

№	Вопросы	Ответы
31	Биогаз – это в основном ...	а) бензин, производимый из соевых бобов); б) метан, производимый из компоста; в) пропан из ферментации кукурузы; г) биодизель, производимый из животного жира
32	Электроэнергетика в России базируется на ...	а) АЭС; б) ТЭС; в) ГЭС; г) ВЭС
33	Какая из электростанций имеет большую занимаемую площадь на единицу производимой мощности?	а) АЭС; б) ТЭС; в) ГЭС; г) ВЭС; д) СолЭС; е) ГеоТЭС
34	Дровяная печь нагревает помещение за счёт только ...	а) излучения; б) конвекции; в) теплопроводности; г) все ответы правильны
35	Энергия для солнечного паруса производится ...	а) электростатическими зарядами; б) потоком движущихся частиц; в) термоядерным синтезом; г) делением ядра
36	Дизельное топливо ...	а) более энергетически плотное, чем бензин; б) содержит больше растительных масел, чем бензин; в) выделяет больше СО, чем бензин, когда горит; г) выделяет выхлопные газы без запаха, когда горит
37	Метан можно получить из ...	а) диоксида углерода; б) бензина; в) угля; г) окислов азота
38	Какой из перечисленных видов топлива наименее взрывоопасен?	а) Солярка; б) газ пропан; в) газ метан; г) газ водород

№	Вопросы	Ответы
39	Производство биотоплива не приводит к ...	а) истощению посевных земель; б) образованию новых отходов; в) к образованию токсичных веществ; г) к усилению парникового эффекта
40	Тетраэтилсвинец больше не используется в качестве антидетонационной присадки в бензине, так как он ...	а) дорогой и вообще бесполезен; б) токсичен и накапливается в окружающей среде; в) обладает коррозионными свойствами и может испортить двигатель; г) чрезвычайно летуч и эффективен только при низкой температуре
41	Качественное использование биомассы не приводит к увеличению загрязнения окружающей среды парниковым газом CO_2 , так как ...	а) двуокись углерода при сгорании биомассы соединяется с водородом, образуя углеводороды и воду; б) двуокись углерода при сгорании участвует в биохимическом углеродном цикле, способствуя росту новых растений в замен сожжённых; в) двуокись углерода при сгорании рассеивается в открытом космосе; г) двуокись углерода при сгорании можно использовать с помощью электролиза для получения угля для отопления и кислорода в медицине; д) напротив, биомасса не может не загрязнять окружающую среду
42	Какую электростанцию можно использовать для опреснения морской воды?	а) Ветроэлектростанцию; б) солнечную электростанцию; в) метановую; г) смешанного типа ГЭС
43	Укажите преимущество (если оно есть) доставки топлива (угля) железной дорогой по сравнению со сверхдальними высоковольтными линиями передачи электричества, вырабатываемого на угольной ТЭС	а) Поезда дешевле в эксплуатации, чем строительство и обслуживание ЛЭП; б) поезда не выбрасывают в атмосферу опасные виды загрязнения (серу, угарный газ и др.); в) поезда тратят меньше горючего на километр пути, чем ЛЭП; г) у поездов по доставке угля нет никаких преимуществ перед ЛЭП

7.2. Ядерная энергетика

В настоящее время около 30 стран мира эксплуатируют примерно 440 реакторных энергоблоков общей мощностью почти 370 ГВт, при этом доля ядерной энергетики в общей структуре электроэнергетики составляет 15–17 %.

Долгосрочные прогнозы мировой атомной энергетики весьма противоречивы, что отражает и отношение к ней общества, и неблагоприятную для неё конъюнктуру, и настроения в самом ядерном сообществе после неудавшейся попытки решить все проблемы сразу. Катастрофические события на Чернобыльской АЭС и в Японии на АЭС «Фукусима» нанесли тяжелейший удар по перспективам развития атомной энергетики. Неопределённость прогнозов развития атомной энергетики на ближайшие десятилетия не опровергает утверждения, что другого способа, сопоставимого с возможностями ядерной технологии подхватить требуемый поток энергопроизводства, в обозримом будущем у человечества пока нет.

Объёмы производства ядерной энергетики сейчас не сопоставимы с масштабами традиционных технологий, но из большого практического опыта её развития на первом, полувековом этапе не отрицается принципиальная возможность решения поставленной задачи.

В настоящее время атомная энергетика сохраняет свои позиции как один из основных мировых источников энергии. На ядерную энергию приходится ~6 % мирового топливно-энергетического баланса и ~15 % производимой электроэнергии. Доля атомной энергетики в общем производстве электроэнергии в России соответствует мировым уровням в 15 %.

Современная атомная энергетика опирается на технологии с реакторами на тепловых нейтронах (РТН), составляющие в настоящее время подавляющее большинство. В России в 2011 г. на 10 АЭС эксплуатировался 31 энергоблок установленной электрической мощностью ~23 ГВт, из которых только один реактор на Белоярской АЭС на быстрых нейтронах (РБН).

Три основных типа используемых РТН:

1. Первый (и наиболее распространённый) тип – это реактор на обогащённом уране, в котором и теплоносителем, и замедлителем является обычная вода (лёгководный реактор). На совре-

менном уровне развития лёгководные реакторы составляют до 80 % всего реакторного парка.

2. Второй тип реактора – газоохлаждаемый реактор с графитовым замедлителем. Наибольшее распространение этот тип реактора получил в Великобритании.
3. Третий тип реактора, имевший коммерческий успех, – это реактор, в котором и теплоносителем, и замедлителем является тяжёлая вода, а топливом служит не обогащаемый природный уран. Производство таких реакторов сосредоточено главным образом в Канаде из-за её обширных запасов урана.

По официальным данным МАГАТЭ, мировые извлекаемые запасы урана по стоимостной категории до 130 дол./кг составляют примерно 5,5 млн т. (2007 г.). Основные мировые производители урана – Канада, Австралия и Казахстан, поставляющие почти 60 % сырья. По запасам урана Россия с 2007 г. находится на третьем месте вслед за Австралией и Казахстаном.

Суммарная мировая добыча урана к концу первого десятилетия XXI в. превысила 40 тыс. т. Во всём мире ядерная энергетика потребляет порядка 70 тыс. т урана в год и ожидается к 2015–2020 гг. практически полное израсходование добытых ранее запасов урана.

Современная атомная энергетика с РТН перспективу замещения крупномасштабной энергетики будущего не имеет. Принципиальной возможностью обеспечения человечества крупномасштабной ядерной энергией в будущем является использование технологии реакторов на быстрых нейтронах.

РТН используют, в основном, в качестве ядерного горючего энергию, выделяющуюся в результате реакции деления единственного природного делящегося изотопа ^{235}U . РБН в большей степени используют энергию деления искусственного изотопа ^{239}Pu , нарабатываемого в самом реакторе от изотопа природного урана ^{238}U , доля которого составляет 99,28 %. Главная особенность РБН – воспроизводство топлива в процессе работы, поэтому РБН часто называют реактором-размножителем (бридером).

Это обстоятельство заметно увеличивает сырьевые ресурсы ядерной энергетики на быстрых реакторах (до 200 раз по сравнению с РТН).

Решение задачи замещения крупномасштабной энергетики будущего ядерной энергией связывают с переходом к середине XXI в.

всей мировой атомной энергетики на замкнутый ядерный топливный цикл (ЯТЦ) на базе реакторов-размножителей. При этом извлечённые из отработанного ядерного топлива (ОЯТ) уран и плутоний повторно можно использовать в качестве нового ядерного топлива и существенно уменьшить объём радиоактивных отходов (РАО), технологически обеспечить поддержание режима нераспространения ядерных материалов за счёт их использования внутри топливного цикла.

Экологические проблемы ядерной энергетики

При нормальных условиях эксплуатации воздействие АЭС на окружающую среду крайне незначительно. К преимуществам относятся также возможность строительства АЭС, не привязываясь к месторождениям ресурсов, поскольку их транспортировка не требует существенных затрат в связи с малыми объёмами. Последнее обстоятельство связано с беспрецедентной энергетической эффективностью ядерного горючего. Достаточно отметить, что 0,5 кг ядерного топлива позволяет получать столько же энергии, сколько выделяется при сжигании 1000 т каменного угля.

При штатной работе АЭС выбросы радиоактивных веществ в окружающую среду в среднем в 2–4 раза меньше, чем от ТЭС той же мощности, а дозовые нагрузки на проживающее вблизи АЭС в радиусе до 50 км население на 3 порядка меньше естественного радиационного фона (в России они не превышают 5 мкЗв/год).

Единственным экологическим фактором, по которому АЭС при нормальных условиях эксплуатации уступают другим видам энергетики, является тепловое загрязнение гидросферы. На единицу получаемой энергии для АЭС оно в 2–2,5 раза выше, чем на ТЭС. Для реакторного блока мощностью 1000 МВт требуется пруд-охладитель площадью около 800–900 га. Причиной больших потерь тепла на АЭС является, в том числе их более низкий КПД по сравнению с ТЭС. Если для современных угольных ТЭС КПД равен 40–44 %, то на АЭС – 30 %.

Основные экологические проблемы АЭС связаны с захоронением отработанного топлива и с выводом их из эксплуатации после окончания допустимых сроков службы (примерно 40 лет).

За 60 лет развития атомной отрасли в мире накоплено критическое количество как ОЯТ, так и РАО, в том числе высокоактивных и содержащих долгоживущие изотопы. Объективная причина накопившихся проблем заключается в беспрецедентно длительном сроке изоляции отходов, который как минимум превышает 10 000 лет. Наиболее приемлемым способом их изоляции считается захоронение высокоактивных РАО и ОЯТ в глубокие геологические формации, хотя имеется единственный строящийся могильник – проект Юкка-Маунтин в США с вводом в эксплуатацию не ранее 2017 г.

В настоящее время большая часть РАО и ОЯТ в России хранится на площадках АЭС, в системе комбинатов фирмы «Радон» и в федеральных хранилищах.

Масштабы произошедших крупных аварий и ликвидация последствий катастрофических событий в ядерной энергетике (Чернобыльская АЭС, АЭС «Фукусима-1») породили у человечества крайне болезненное восприятие необходимости дальнейшего сосуществования с АЭС. Среди них можно выделить следующие обстоятельства:

- потенциальная опасность аварий с большим экологическим и экономическим ущербом;
- накопление высокоактивных и долгоживущих отходов;
- связь ядерной энергетике с опасностью распространения ядерного оружия.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Атомные электростанции строить выгоднее, чем тепловые?	а) Это зависит от количества и качества природных ресурсов; б) это зависит от местоположения страны; в) всегда
2	Больше всего РАО образуются ...	а) в медицинских учреждениях; б) при работе АЭС; в) при переработке ОЯТ; г) в научно-исследовательских институтах
3	АЭС – один из источников разрушения озонового слоя атмосферы Земли?	а) Миф; б) факт; в) когда используется реактор на тепловых нейтронах; г) когда используется открытый ЯТЦ

№	Вопросы	Ответы
4	Деятельность АЭС вызывает парниковый эффект?	а) Только для реакторов на тепловых нейтронах; б) только для реакторов на быстрых нейтронах; в) миф г) фактически всегда
5	АЭС по сравнению с ТЭС наносит значительный ущерб окружающей среде?	а) В зависимости от используемого топлива на АЭС; б) миф; в) факт
6	От радиации при нормальной работе АЭС ...	а) усиливается парниковый эффект; б) наносится непоправимый вред сельскому хозяйству; в) пока ни один человек еще не умер; г) сокращается рождаемость на планете
7	Природные ресурсы для АЭС ...	а) закончатся в самое ближайшее время; б) менее обеспечены, чем нефть и газ; в) имеются в достаточном количестве
8	Наибольшее количество РАО образуется ...	а) при подземных ядерных взрывах; б) в ЯТЦ; в) при использовании радионуклидов в медицине; г) при работе с радиоизотопами и делящимися материалами
9	Наибольшим источником радиации в России является ...	а) деятельность АЭС; б) медицинские процедуры; в) космическое излучение; г) солнечные вспышки; д) излучение от поверхности Земли; е) озоновые дыры
10	При обращении с РАО ...	а) необходимо сделать их нерадиоактивными; б) их можно локализовать; в) можно уничтожить их сильным охлаждением; г) надо дождаться их полного распада
11	АЭС потребляют гораздо меньше топлива, чем угольные ТЭС?	а) Пока не будут разработаны экономичные пути для угольных; б) примерно одинаково; в) миф; г) факт

№	Вопросы	Ответы
12	Энергетика России в перспективе должна опираться на ...	а) ветроэнергетику; б) гидроэлектростанции; в) ТЭС; г) АЭС; д) другие альтернативные источники энергии
13	Большая часть неиспользованной энергии на АЭС ...	а) выбрасывается в воздушную среду; б) выбрасывается в воду; в) запасается для повторного использования на станции
14	КПД выше на ...	а) АЭС; б) ТЭС; в) примерно одинаков
15	РАО в основном ...	а) утилизируются; б) утилизируются в зависимости от их агрегатного состояния; в) хранятся на территории АЭС; г) захораниваются в подземных хранилищах
16	Атомная энергия удовлетворяет ... потребности России в электроэнергии	а) более 25 %; б) более 10 %; в) менее 10 %
17	Всего в России ... АЭС	а) 5; б) 10; в) 15; г) 18
18	Первая АЭС была построена в ...	а) 1949 г.; б) 1954 г.; в) 1959 г.; г) 1961 г.
19	В процессе эксплуатации энергоблоков АЭС образуются ...	а) газоаэрозольные РАО; б) жидкие и твёрдые отходы; в) все виды РАО
20	Выбросы в районах расположения АЭС создают для населения годовую дозу ...	а) намного меньшую естественного радиационного фона; б) сравнимую с естественным радиационным фоном; в) больше естественного радиационного фона
21	Естественный уран в основном состоит из ...	а) U-234; б) U-235; в) U-238

№	Вопросы	Ответы
22	Система радиационного мониторинга на территории России ...	а) обслуживает только АЭС; б) обслуживает все предприятия ЯТЦ; в) обслуживает районы расположения радиационно-опасных объектов; г) обслуживает всю территорию страны
23	Радиоактивное вещество, не образующееся при нормальной работе АЭС, – ...	а) тритий; б) радионуклид К-40; в) радиоiod; г) инертные радиоактивные газы
24	В ядерных реакторах энергия получается за счёт ...	а) радиоактивного распада; б) реакции деления; в) сгорания ядерного топлива; г) переработки РАО
25	При переходе к термоядерной энергетике на основе синтеза дейтерия лимитирующим элементом является ...	а) U-235; б) U-238; в) литий; г) дейтерий
26	Ядерным топливом для большинства АЭС является ...	а) уран-235; б) уран-238; в) радий; г) плутоний
27	С точки зрения ресурсов наиболее перспективными являются АЭС с ...	а) реакторами на тепловых нейтронах; б) реакторами на быстрых нейтронах; в) термоядерными реакторами
28	Назовите страну с самым высоким вкладом атомной энергии в производство электричества	а) Россия; б) Япония; в) США; г) Литва; д) Франция
29	Трансмутацию можно использовать для ...	а) уменьшения количества отходов; б) изменения состава РАО; в) сокращения времени выдержки РАО
30	В какой стране появился первый атомный ледокол?	а) В России; б) в США; в) в Великобритании; г) во Франции

№	Вопросы	Ответы
31	В какой стране наибольшие запасы урана?	а) Австралия; б) Казахстан; в) Россия; г) Канада; д) Украина
32	Каких РАО по активности образуется больше всего на АЭС?	а) Твёрдых; б) жидких; в) газообразных
33	Преимуществом замкнутого ЯТЦ по сравнению с открытым является то, что ...	а) всё происходит в закрытых помещениях; б) уменьшаются выбросы CO_2 в атмосферу; в) резко сокращаются объёмы РАО; г) ужесточаются меры по нераспространению радиоактивных материалов
34	Барьером безопасности на АЭС может являться ...	а) оболочка твэла; б) стены домов проживающего населения; в) атмосферный воздух; г) лесонасаждения
35	Ядерный реактор не может взорваться подобно ядерной бомбе, так как ...	а) урановое топливо не обогащено настолько, чтобы произошла мгновенная цепная реакция; б) атомы урана, используемого в качестве топлива, имеют другой изотопный состав, необходимый для взрыва ядерной бомбы; в) в ядерном реакторе малое количество урана, недостаточное для взрыва; г) температура внутри реактора слишком высока для ядерного взрыва
36	Какой из приведённых материалов радиоактивен?	а) $^1\text{H}_1$; б) $^2\text{H}_1$; в) $^3\text{H}_1$; г) $^4\text{He}_2$
37	В настоящее время в мире эксплуатируется примерно ... реакторных блоков	а) 240; б) 440; в) 740; г) 1000
38	Доля единственного делящегося компонента U-235 в природном уране составляет ...	а) 0,71 %; б) 19,6 %; в) 52,4 %; г) 99,28 %

№	Вопросы	Ответы
39	Характерное время изоляции ОЯТ от биосферы составляет ... лет	а) 100; б) 300–500; в) 1000; г) 10 000
40	Основным типом эксплуатируемых в мире реакторов являются ...	а) газоохлаждаемые реакторы; б) легководные реакторы; в) реакторы на быстрых нейтронах; г) тяжеловодные реакторы
41	Рекомендуемым МАГАТЭ в настоящее время способом изоляции высокоактивных РАО и ОЯТ считается ...	а) приповерхностное хранение; б) опускание отходов на дно океанов; в) закачка жидких отходов в пористые геологические формации; г) захоронение в глубокие геологические формации; д) отправка в космическое пространство

ГЛАВА 8

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИИ

Социальная экология (экология человека) – это наука о взаимодействии отдельного человека и человеческого общества с природной, социальной и культурной средами.

В системе «человек – среда» подчёркивается сложность и многообразие человеческих общностей. Даже на уровне отдельного индивидуума приходится иметь дело с неисчислимым разнообразием черт, признаков, свойств, ибо двух генетически идентичных людей не бывает.

Важнейшими характеристиками человека в антропо-экологических и социально-экологических исследованиях выступают его свойства, среди которых наличие потребностей и способности к адаптации. Одним из ключевых свойств человека выступает адаптивность – способность к активному приспособлению к окружающей среде и её изменениям. В качестве элементов природной среды рассматриваются атмосфера, гидросфера, литосфера, растения, животные и микроорганизмы.

В качестве другого критерия адаптации в экологии человека широко используется понятие «здоровье». Для выражения состояний здоровья человека как показателя меры его приспособленности к среде и характера процесса адаптации используются понятия «норма», «стресс», «болезнь», «смерть».

В целом для приверженцев идеи ноосферного будущего человечества характерен оптимистический взгляд на перспективу развития взаимоотношений общества и природы. По мнению других, человечеству ещё предстоит доказать, действительно ли оно способно выступить в роли устроителя нового мира, свободного от разрушительных кризисов, экологических катастроф, войн и насилия.

Между человеком и природой за всё время их взаимодействия наблюдались четыре типа отношений.

Первый тип – часто безнравственное, злое отношение. Оно встречается достаточно редко (поджог леса ради забавы, убийство животных и вырубка леса с целью демонстрации своей силы и т.д.).

Второй тип – отношение утилитарное, самое распространённое в настоящее время. Для него характерно усматривать в природе только ресурсы, необходимые для поддержания благополучия.

Третий тип – отношение к природе теоретическое, научное, противостоящее сугубо утилитарному, при этом нет дела, какую выгоду принесёт его познание, требуется поиск объективных законов природы.

Четвёртый тип – отношение эстетическое.

Однако считается, что первый и второй типы отношений недопустимы, а третий и четвертый – недостаточны. Наиболее точная формулировка единственно достойного отношения человека к природе – утверждение человеческого начала в космосе и космического в человеке.

К настоящему времени можно выделить три фундаментальных направления в понимании сути взаимодействия человека и природы:

1. Антропоцентризм – наиболее ярко выражен в концепции христианской морали.
2. Натуроцентристское направление, предписывающее моральный статус всему живому, сентиментальное поклонение природе, её романтизация. Природа сама по себе в её первозданном виде объявляется предметом благоговейного поклонения.
3. Экологическая этика – попытка сформулировать новую культуру, основанную на глубоком понимании глобальной взаимосвязи всего живого и включённости человека в такую взаимосвязь.

В.И. Вернадский выделил два важных принципа функционирования природной энергии:

- 1) биогеохимический принцип – геохимическая биогенная энергия в биосфере стремится к максимальному своему проявлению;
- 2) в ходе эволюции видов выживают организмы, которые своей жизнедеятельностью максимально увеличивают биогенную геохимическую энергию.

В настоящее время в качестве одного из принципов построения отношений человека с природой можно признать принцип «благоговения перед жизнью» известного гуманиста Альберта Швейцера.

8.1. Концепция устойчивого развития и законы социальной экологии

Понятие «Устойчивое развитие» было сформулировано на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Комплекс задач, поставленных конференцией перед мировым сообществом, базируется на том, что первопричиной возникновения проблемы устойчивого развития является глобальный экологический кризис, приведший к нарушению естественного кругооборота биогенных веществ биосферы, нарушению нормального механизма её функционирования. Неконтролируемый рост экономики и потребления природных ресурсов не обеспечил решения социальных и экономических проблем.

Под устойчивым понимается такое развитие, при котором удовлетворение потребностей современного человечества не ставит под угрозу благополучие последующих поколений и их способность удовлетворять собственные насущные потребности. Это подразумевает, что некоторые параметры, такие как ключевые физические константы (состав воздуха, воды, почвы, механические свойства земной поверхности, гравитация и др.), генофонд, участки основных экосистем в их первозданном виде, здоровье населения, должны с течением времени сохранять постоянное значение.

Для обеспечения устойчивого развития необходимо достижение коэволюции человека и природы.

В 1996 г. в соответствии с рекомендациями Конференции ООН по окружающей среде и развитию была разработана и утверждена концепция перехода России к устойчивому развитию. Концепция должна стать основой для выработки стратегии перехода России к устойчивому развитию в XXI в.

Всемирный саммит по устойчивому развитию состоялся в 2002 г. в Йоханнесбурге (ЮАР), на котором был принят итоговый программный документ *«Повестка дня на XXI век»*, включающий:

а) обеспечение экологически безопасного устойчивого развития в условиях рыночных отношений (экологически обоснованное размещение производительных сил; экологически безопасное развитие промышленности, энергетики, транспорта и коммунального хозяйства; экологически безопасное развитие сельского хозяйства; разумное использование возобновляемых природных ресурсов; рацио-

нальное использование невозобновимых природных ресурсов; расширенное использование вторичных ресурсов, утилизация, обезвреживание и захоронение отходов; совершенствование управления в области охраны окружающей природной среды, природопользования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций);

б) охрану среды обитания человека (создание для людей здоровой среды обитания в городских и сельских поселениях; развитие системы природных комплексов рекреационного и курортно-оздоровительного назначения; улучшение качества продуктов питания; обеспечение населения качественной питьевой водой; предотвращение загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов; обеспечение радиационной безопасности населения; предупреждение и уменьшение опасного воздействия природных явлений, техногенных аварий и катастроф; экологическое воспитание и образование населения);

в) восстановление нарушенных экосистем в экологически неблагоприятных регионах России (выведение из кризисной экологической ситуации ряда крупных городов и промышленных центров; преодоление последствий радиоактивного загрязнения территорий; сохранение природного комплекса бассейна озера Байкал; осуществление программы «Возрождение Волги»; восстановление нарушенных экосистем прибрежной полосы Чёрного моря; защита населения и прибрежных территорий от последствий подъема уровня Каспийского моря; сохранение природных комплексов Онежского, Ладожского озер и Невской губы; решение экологических проблем районов Крайнего Севера с обеспечением особого режима природопользования; сохранение и восстановление экосистемы санаторно-курортного комплекса «Кавказские Минеральные Воды»);

г) участие в решении глобальных экологических проблем сохранения биоразнообразия; охрану озонового слоя; предотвращение антропогенного изменения климата; охрану лесов и лесовосстановление; развитие и совершенствование системы особо охраняемых природных территорий; обеспечение безопасного уничтожения химического и ядерного оружия; решение межгосударственных экологических проблем (трансграничное загрязнение, проблемы Балтийского, Каспийского, Чёрного и Аральского морей, Арктического региона); восстановление экосистемы и видового состава гидробиоты Азовского моря; решение проблем Мирового океана.

Важное место в социальной экологии занимает методология глобального моделирования. Глобальная модель использует наиболее важные зависимости между народонаселением, продовольствием, капиталовложениями, ресурсами и выпуском продукции. Ценность глобальной модели состоит в том, что она позволяет показать точку на графике, где ожидается прекращение роста и наиболее вероятно начало глобальной катастрофы. Такое моделирование способствует выбору наилучших путей преобразования природной среды.

Тестовые задания

№	Вопросы	Ответы
1	Устойчивое развитие – это ...	а) промышленное развитие с устойчивыми темпами роста; б) сохранение сложившихся темпов прироста населения; в) высокая зарплата работающих; г) развитие, которое обеспечивает постоянное воспроизводство производственного потенциала на перспективу
2	Международное неправительственное объединение, основной целью которого является изучение «сценариев» будущего развития человечества в его взаимоотношениях с природой, – это ...	а) «Гринпис»; б) Всемирный Фонд Дикой природы; в) Международный Союз охраны природы; г) «Римский клуб»
3	Главным интересом людей в странах третьего мира является ...	а) простое ежедневное выживание; б) образование и культурное развитие; в) состояние окружающей среды; г) глобальная политика
4	Право каждого человека на жизнь в благоприятных экологических условиях и право каждого государства на использование природных ресурсов для обеспечения нужд своих граждан являются принципами ...	а) международного сотрудничества в области охраны окружающей человека среды; б) охраны окружающей среды; в) декларации прав и свобод человека и гражданина; г) устойчивого развития общества

№	Вопросы	Ответы
5	Белые носороги в Африке, являющиеся объектом незаконной добычи (браконьерства) из-за рога, в настоящее время ...	а) разводятся на специальных фермах; б) находятся под угрозой исчезновения; в) сохранились только в зоопарках; г) расселяются на новые территории
6	Устойчивому развитию общества соответствует следующий базовый принцип ...	а) от каждого по способностям, каждому по потребностям; б) от каждого по способностям, каждому по труду; в) мы не можем ждать милостей от природы: взять их у неё – это наша задача; г) потребление природных ресурсов нужно вести с учетом интересов ныне живущих и последующих поколений
7	Процесс, удовлетворяющий потребностям будущих поколений в обеспечении своего существования, – это ...	а) мирное сосуществование; б) устойчивое развитие; в) экономическое развитие; г) экологическое развитие
8	Под экологическим кризисом понимается ...	а) несоответствие в развитии производительных сил и производственных отношений; б) несоответствие в природных ресурсах стран; в) несоответствие в географическом положении; г) нехватка тех или иных видов природных ресурсов и поэтому их приходится закупать за рубежом
9	Концепция устойчивого развития в настоящее время не решает проблему ...	а) рационального природопользования; б) ресурсосбережения; в) деградации и разрушения систем; г) сохранения разнообразия биологических видов
10	Тезис «устойчивое развитие» был сформулирован в ...	а) Монреале (1985 г.); б) Рио-де-Жанейро (1992 г.); в) Лондоне (1997 г.); г) Йоханнесбурге (2002 г.)

№	Вопросы	Ответы
11	Удовлетворение потребности сегодняшнего поколения людей, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять их собственные потребности, – это ...	а) стагнация; б) устойчивое развитие; в) эволюционное развитие; г) ограниченное развитие
12	В число показателей, характеризующих качество жизни с позиций устойчивого развития, входит ...	а) продолжительность жизни человека; б) уровень образования; в) доход и уровень занятости населения; г) все перечисленные показатели
13	Что такое экологический потенциал?	а) Возможность воспроизводства фитocenozов; б) способность экосистемы воспринимать антропогенные нагрузки; в) способности природных систем отдавать человеку продукцию при условии сохранения среды жизнеобитания; г) возможность природной среды нейтрализовать загрязнение
14	Экологический менеджмент – это ...	а) возможность щадящего отношения к природе; б) синоним понятия экологического мониторинга; в) управление взаимодействием человека и природы; г) система наблюдения за состоянием природных и воздействующих на них техногенных объектов
15	Количественные или качественные показатели природных объектов, имеющие юридическую значимость, называются ...	а) экологическими лицензиями; б) параметрами окружающей среды; в) экологическими стандартами; г) экологическими законами
16	Отрасль права, регулирующая общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы, называется ... правом	а) экономическим; б) природопользовательским; в) экологическим; г) административным

№	Вопросы	Ответы
17	Экологической катастрофой является – ...	а) нарушение природной среды, приведшее к снижению биологической продуктивности; б) нарушение природной среды, приведшее к снижению биологического разнообразия; в) полное нарушение экологического равновесия в экосистемах; г) существенное нарушение экологического равновесия в экосистемах, требующее значительных затрат на их восстановление
18	Антропоцентрическое экологическое сознание не рассматривает ...	а) человека как высшую ценность; б) иерархическую картину мира; в) восприятие природы как объекта человеческой деятельности; г) развитие природы как процесс взаимовыгодного единства
19	Система повторяющихся наблюдений за отношением населения (общественного мнения) к экологическим проблемам называется ...	а) социально-гигиеническим мониторингом; б) эколого-аналитическим мониторингом; в) социально-экологическим мониторингом; г) общественной экологической экспертизой
20	К глобальным социально-экологическим проблемам относится ...	а) рост численности населения; б) рост потребления; в) рост городов; г) ресурсный кризис; д) изменение генофонда; е) таяние ледников
21	Степень соответствия характеристик окружающей среды потребностям людей и технологическим требованиям отражает ...	а) экологическое состояние атмосферного воздуха; б) качество окружающей природной среды; в) уровень инженерной защиты окружающей среды; г) полноту информации о состоянии окружающей среды

№	Вопросы	Ответы
22	Презумпция потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности является важнейшим принципом экологической (ого) ...	а) права; б) контроля; в) стандартизации; г) экспертизы
23	К факторам повышенной опасности социальной среды человека относятся ...	а) вредные вещества в воздухе; б) алкоголь и наркотики; в) пыльца растений; г) опасные бактерии в почве
24	Из определений понятия «здоровье» наиболее правильным является ...	а) здоровье – это отсутствие болезней и физических недостатков; б) здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия; в) здоровье – это устойчивая психическая деятельность; г) здоровье – это хороший аппетит и большая масса тела
25	Экспертиза, проводимая негосударственными организациями, заключение которой имеет вид рекомендаций, называется ...	а) социальной; б) экономической; в) юридической; г) общественной
26	К критическим ситуациям не относится ...	а) стресс; б) фрустрация; в) конфликт; г) кризис; г) адаптация
27	Рекреационная среда ...	а) предназначена для отдыха; б) рабочая зона; в) санитарная зона; г) предназначена для сна
28	Для предотвращения глобального и локального экологических кризисов необходимо ...	а) смена техногенного типа развития; б) контроль над рождаемостью; в) запрещение всех видов испытания ядерного оружия; г) переход на альтернативные виды энергетики

№	Вопросы	Ответы
29	Что называется биологическим оптимизмом?	а) Наилучшее сочетание всех факторов; б) наилучшее сочетание факторов, влияющих на организм; в) наилучшее сочетание абиотических факторов, влияющих на организм; г) факторы, не вызывающие угнетения
30	Кто из российских учёных внёс наиболее существенный вклад в развитие социальной экологии?	а) В.И. Вернадский; б) Д.И. Менделеев; в) К.А. Тимирязев; г) Н.Н. Моисеев
31	Кто виноват в современном экологическом кризисе?	а) Христианство; б) научно-технический прогресс; в) ограниченное развитие науки и техники; г) капитализм; д) «господство человека» над природой; е) западная цивилизация; ж) политические причины
32	Условием для преодоления экологического кризиса является, например, ...	а) непрерывное экологическое образование; б) рекомендации конференции по окружающей среде «Рио-92»; в) экспоненциальный рост производительных сил; г) полный успех в борьбе с загрязнением окружающей среды
33	К главным экологическим условиям не относится ...	а) безотходность в использовании вещества; б) возобновимость в использовании энергии; в) комплексность в использовании информации; г) использование в качестве сырья отходов для вторичной переработки

№	Вопросы	Ответы
34	В чём суть экологического кризиса?	а) В противоречии между возможностями человеческой деятельности ресурсным обеспечением этой деятельности; б) в разрушении и загрязнении природной среды с ростом производственной деятельности; в) в нарушении единства человека и природы; г) в сложившейся демографической ситуации на планете
35	Показателем эффективности природопользования является ...	а) природоёмкость; б) ВВП; в) ВНП; г) первичные природные факторы производства
36	Наиболее распространённой формой правовой ответственности за экологические правонарушения является ... ответственность	а) уголовная; б) дисциплинарная; в) социальная; г) административная
37	К понятию «среда человека» относится ...	а) адаптация; б) акклиматизация; в) стрессовые факторы; г) физические и социальные условия; д) эвритермность организма
38	Критические ситуации определяются ...	а) стрессом; б) фрустрацией; в) кризисом; г) конфликтом; д) гормезисом
39	Рекреационная среда – это ...	а) пассивный отдых; б) активный отдых; в) больницы и поликлиники; г) смена трудовой деятельности
40	Параметром субъективного отношения к природе не является ...	а) интенсивность; б) широта; в) эмоциональность; г) сознательность; д) образованность

СЛОВАРЬ

А

Абиосфера – слои литосферы, не подвергавшиеся никогда воздействию живых организмов или биогенных веществ.

Абиотические факторы – свойства неживой природы, оказывающие прямое или косвенное влияние на живые организмы.

Абиссаль – зона морского дна, соответствующая глубинам от 3000 до 6000 м. Занимает более 75 % площади дна океана. Условия жизни характеризуются отсутствием света, постоянной температурой 1–2 °С, давлением до 600 атм. Большинство обитателей стенобатны, так как не могут выдерживать сильных изменений давления и существовать на меньших глубинах.

Абразия – разрушение волнами и прибоем берегов морей, озёр и крупных водохранилищ.

Абсорбция – поглощение, которое происходит во всём объёме поглотителя (абсорбента). Осуществляют в специальных аппаратах – скрубберах, имеющих развитую поверхность соприкосновения абсорбента с поглощаемым веществом.

Автотрофы – самостоятельно питающиеся, организмы, образующие в природе основную массу органического вещества биосферы из неорганических веществ.

Автохтоны – коренное население страны.

Агрегация – процесс присоединения элементов в одну систему.

Агроэкосистема – искусственная экосистема для получения сельскохозяйственной продукции.

Агроценоз – совокупность всех организмов, обитающих на сельскохозяйственных землях.

Адаптация – процесс приспособления организма или биологической системы к изменяющимся условиям среды обитания.

Адгезия – сцепление разнородных твёрдых или жидких тел, соприкасающихся своими поверхностями.

Адсорбция – поглощение веществ из растворов или газов поверхностным слоем твёрдого тела или жидкости (адсорбентом).

Азотфиксация – усвоение азота воздуха азотфиксирующими бактериями с образованием соединений, доступных для использования другими организмами.

Акклиматизация – приспособление организмов к новым условиям существования.

Акклимация – экспериментальная адаптация, приспособление организма к искусственно созданным условиям.

Аккомодация – приспособление органа либо организма в целом к изменению внешних условий (чаще к оптической системе глаза).

Аккумуляция – процесс накопления чего-либо (энергии, вещества и т.д.).

Активность радионуклида – число спонтанных ядерных превращений, происходящих за единицу времени.

Активный уголь – пористое тело, обладающее высокими адсорбционными свойствами и гидрофобностью, используются как адсорбент при очистке газов, питьевой и сточных вод.

Актиниды – 14 радиоактивных элементов ряда урана, имеющие атомные номера 89-104. Получают искусственно, облучая U и другие элементы нейтронами, а некоторые выделяют из отработанного ядерного топлива.

Алармизм – представление о катастрофических последствиях воздействия человека на природу.

Аллелопатия – влияние растений друг на друга в результате выделения ими различных веществ.

Аллергены – вещества, вызывающие различные нежелательные реакции в организме.

Аллохтоны – организмы, проникшие в данную местность при миграции из места, где они возникли в процессе эволюции.

Альбедо – величина, характеризующая отражательную способность какой-либо поверхности и определяется отношением отражённого излучения ко всему падающему потоку.

Аменсализм – взаимоотношения организмов, при которых один из них подавляет другой без извлечения пользы для себя и без обратного отрицательного влияния со стороны подавляемого (затенение деревом растущего под ним травянистого растения).

Аммонификация – процесс разложения азотсодержащих органических соединений под действием аммонифицирующих микроорганизмов.

Анабиоз – состояние организма, при котором жизненные процессы настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни. Наблюдается при резком ухудшении условий существования.

Анаэробы – организмы, способные жить и развиваться при отсутствии в среде свободного кислорода. Термин ввёл Л. Пастер.

Антибиотики – вещества биологического происхождения, синтезируемые микроорганизмами и подавляющие рост бактерий и других микробов, а также вирусов и клеток.

Антидоты – лекарственные средства, предназначенные для обезвреживания попавших в организм ядов.

Антиоксиданты – природные или искусственные вещества, замедляющие или предотвращающие процессы окисления органических соединений, приводящие к старению.

Антисептики – вещества, подавляющие рост и развитие грибов, плесени, гниения.

Антропогенез – происхождение и эволюция человека, становление его как вида в процессе формирования общества.

Антропоэкосистемы – пространственные подразделения среды обитания человека, характеризующиеся сходством природных, социально-экономических, производственных, эколого-гигиенических и культурно-бытовых условий жизнедеятельности.

Апвеллинг – подъём океанических холодных глубинных вод, богатых биогенными элементами.

Апоптоз – генетически обусловленный процесс физиологической гибели клеток.

Ареал – область распространения.

Аридные условия – условия, при которых растения испытывают недостаток влаги, к ним относятся фитоценозы пустынь (ксерофиты).

Аспирация – удаление пыли или вредных веществ при работе технологического оборудования.

Ассимиляция – превращение веществ, поступающих из внешней среды, в собственное тело организма.

А, Б

Ацидификация – увеличение кислотности (уменьшение pH) природных компонентов (воды, почвы) вследствие применения минеральных удобрений и выпадения кислых дождей.

Аутэкология – раздел экологии, изучающий влияние факторов окружающей среды на отдельные организмы, популяции и виды.

Аэрация – насыщение воды кислородом воздуха.

Аэробы – организмы, способные жить и развиваться только при наличии в среде свободного кислорода.

Аэрозоли – дисперсные системы, состоящие из жидких либо твёрдых частиц, взвешенных в воздухе, размер которых обычно составляет от 0,01 до 10 мкм. В зависимости от размера частиц и их физической природы подразделяют на пыли, дымы и туманы.

Аэропланктон – организмы, парящие в воздухе.

Аэротенк – сооружение для биологической очистки сточных вод с помощью аэробных бактерий.

Аэрофильтр – аппарат для биологической очистки сточных вод.

Бактерицид – химическое вещество, убивающее бактерии.

Бенз(а)пирен – наиболее вредный для окружающей среды химический канцероген.

Бентос – совокупность организмов, обитающих на дне водоёмов.

Биоаккумуляция – процесс, посредством которого живые организмы накапливают токсиканты, извлекая их из воды, почвы, воздуха и пищи (трофическая передача).

Биогаз – смесь газов (в основном метан), образующаяся в процессе разложения отходов при участии анаэробных организмов.

Биогенез – образование органических соединений живыми организмами.

Биогенное вещество – геологические породы, созданные в результате жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, известняк и др.).

Биогенные элементы – химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности. Для жизни необходимы около 20 элементов, важнейшие из которых – кислород, углерод, водород, азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий. Они универсальные, так как присутствуют в клетках всех видов организмов.

Биогенетический закон – онтогенез всякого организма есть краткое и сжатое повторение (рекапитуляция) филогенеза данного вида. Установлен Ф. Мюллером в 1864 г.

Биогеохимическая провинция – территория, характеризующаяся повышенным или пониженным содержанием одного или нескольких химических элементов в почве (или воде), а также в организмах животных и растений, обитающих на этой территории.

Биогеохимические циклы – биогеохимический круговорот веществ, обмен веществом и энергией между компонентами биосферы, обусловленный жизнедеятельностью организмов и носящий циклический характер. Термин введен В.И. Вернадским.

Биогеоценоз (экосистема) – структурно-функциональная единица, состоящая из взаимодействующих биотических и абиотических компонентов, объединённых обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

Биодизель – дизельное топливо, полученное из биологических продуктов, выделяет меньше соединений серы и окиси углерода.

Биоиндикаторы – организмы, служащие показателями естественных процессов или антропогенных изменений среды обитания.

Биокосное вещество – вещество, создающееся одновременно и живыми организмами, и косными процессами, например почва.

Биологическая очистка вод – метод очистки сточных вод, основанный на способности организмов к разрушению загрязнений органического происхождения.

Биологический вид – совокупность популяций, особи которых способны к скрещиванию с образованием плодовитого потомства и населяющие пространство с относительно однородными условиями обитания.

Биологическое загрязнение – проникновение (естественное или в результате деятельности человека) в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства организмов, чуждых данным сообществам и устройствам и обычно там присутствующим в незначительных количествах.

Биом – совокупность различных групп организмов и среды их обитания.

Биомасса – суммарная масса особей вида, группы видов или сообщества организмов.

Биоморфа – жизненная форма.

Биоочистка – удаление вредных агентов из вод и почв с помощью живых организмов.

Бионт – отдельно взятый организм, приспособившийся к обитанию в определённой среде.

Биосфера – «область жизни», пространство на поверхности земного шара, в котором обитают живые существа. Термин ввёл Э. Зюсс.

Биота – совокупность различных живых организмов, населяющих определённую территорию и входящих в состав определённого биогеоценоза.

Биотоп – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

Биотические факторы – все формы воздействия живых организмов (микроорганизмов, растений, животных и их сообществ) друг на друга.

Биотопливо – биологическое топливо, различные органические материалы, выделяющие в процессе разложения тепло, которое затем можно использовать.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) – показатель загрязнения, характеризующийся количеством кислорода (в мг), который за установленный период времени израсходован на окисление загрязнителей водоёма, содержащихся в единице объёма (обычно в 1 л) при 20 °С. В практике БПК чаще всего определяется в течение 5 суток (БПК-5).

Биоценоз – совокупность организмов разных видов, обитающих на одной территории, взаимно связанных в цепи питания и оказывающих друг на друга определённое влияние. Термин введён К. Мёбиусом.

Биоцид – вещество способное уничтожить всё живое.

Болезнь «итай-итай» – отравление организма кадмием.

Болезнь легионеров – острое инфекционное заболевание (пневмония, лихорадка), обусловленное различными видами микроорганизмов.

Болезнь Миномата – отравление организма ртутью.

Бореальный – северный.

Бридер – реактор-размножитель, в котором происходит процесс образования вторичного ядерного топлива – ^{239}Pu (или ^{233}U).

Буферная способность почвы – способность почвы поддерживать химическое состояние на неизменном уровне при воздействии на неё потока химического вещества.

Вермикультура – использование человеком различных видов дождевых червей.

Вернадского законы – 1) количество живого вещества в биосфере постоянно; 2) никакой организм не может жить в создаваемых им отходах; 3) биосфера на определённой стадии своего развития преобразуется в сферу разума – ноосферу; 4) для обитателей биосферы необходима непрерывная и беспрепятственная циркуляция энергии с информационной нагрузкой, оживляющей любой организм.

Ветроэлектрическая станция – установка, преобразующая кинетическую энергию ветра в электрическую энергию.

Вещество биогенное – вещество, создаваемое и перерабатываемое организмами.

Вещество биокосное – структура из живого и косного вещества.

Вещество косное – образуется процессами, в которых живое вещество не участвует.

Вид – совокупность популяций особей, способных к скрещиванию с образованием плодового потомства, населяющих определённый ареал, обладающих рядом общих физиологических признаков и типов взаимоотношений.

Вирусы – мельчайшие неклеточные частицы, состоящие из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки. Внутриклеточные паразиты, которые размножаются только в живых клетках. Открыты Д.И. Ивановским в 1892 г.

Вода тяжёлая (D_2O) – разновидность воды, в которой обыкновенный водород заменён его тяжёлым изотопом – дейтерием. Содержится в природных водах (в отношении 1/6800 к H_2O). Применяется как замедлитель нейтронов в ядерных реакторах некоторых типов.

Водный кодекс – приоритет охраны водных объектов перед их использованием (2006 г.).

В, Г

Водородный показатель pH – безразмерная величина, равная отрицательному десятичному логарифму концентрации ионов водорода в растворе, выраженной в моль/л: $pH = -\lg[H^+]$. В нейтральной воде при 25 °С $pH = 7$, в кислых средах $pH < 7$, в щелочных – $pH > 7$.

Возобновляемые ресурсы – природные ресурсы, скорость восстановления которых сравнима со скоростью их расходования.

Всемирный фонд охраны дикой природы (WWF) – неправительственная организация для осуществления проектов по охране диких животных и природных сообществ. Основан в 1961 г.

Вторичная продукция – продукция гетеротрофных организмов (консументов), которые питаются готовыми органическими веществами.

Газопровод магистральный – трубопровод, предназначенный для транспортирования газов из района их добычи к пунктам потребления (диаметр трубы 1420 мм на рабочее давление 7,5 МПа с пропускной способностью 50–60 млрд м³ в год).

Гамета – половая репродуктивная клетка животных и растений, обеспечивающая передачу наследственной информации от родителей потомкам.

Гаузе закон (принцип) – два вида не могут сосуществовать, если они занимают одну и ту же экологическую нишу.

Гелиоустановка – устройство, улавливающее лучистую энергию Солнца и преобразующее её в другие виды энергии (тепловую, электрическую).

Ген – наследственный фактор, функционально неделимая единица генетического материала; участок молекулы. Название дал в 1909 г. В. Иогансен.

Генетически модифицированный организм (ГМО) – живой организм, генотип которого был искусственно изменён при помощи методов генной инженерии.

Геном – совокупность генов, характерных для гаплоидного (одинарного) набора хромосом, представляет собой характеристику вида, а не отдельной особи. Термин предложен Г. Винклером в 1920 г.

Генофонд – совокупность генов, имеющаяся у особей данной популяции. Термин введён А.С. Серебровским в 1928 г.

Геобионты – организмы, весь жизненный цикл которых протекает в почвенной среде.

Геобиоценоз – экологическая система, введён В.Н. Сукачёвым.

Геология – комплекс наук о составе, строении земной коры и размещённых в ней полезных ископаемых. Основные объекты исследований – горные породы, а также современные физические процессы и механизмы, действующие как на её поверхности, так и в недрах.

Геотермальная электростанция – тепловая электростанция, использующая внутреннее тепло Земли (энергию горячих пароводяных источников) для выработки электроэнергии и теплоснабжения. Пароводяная смесь направляется в сепаратор, где пар отделяется от воды и затем поступает в паровые турбины, а горячая вода используется для теплоснабжения.

Гербициды – химические вещества, применяемые для уничтожения растительности.

Гетерозиготность – разнокачественность, обуславливает высокую жизнеспособность организмов, хорошую приспособляемость их к изменяющимся условиям среды и поэтому широко распространена в природных популяциях.

Гетеротрофы – организмы, использующие для своего питания готовые органические соединения.

Гидросфера – совокупность океанов, морей и поверхностных вод суши.

Гигрофиты – водные растения, прикреплённые к грунту и погружённые в воду только нижними частями.

Гидроаккумулирующая электростанция (ГАЭС) – гидроэлектростанция, аккумулирующая избыточную электроэнергию и отдающая накопленную энергию в часы пиковых нагрузок энергосистемы.

Гидрофиты – наземные организмы, приспособленные к обитанию в условиях высокой влажности.

Гидроэлектрическая станция (ГЭС) – электростанция, вырабатывающая электрическую энергию в результате преобразования энергии водного потока.

Глинозём – то же, что оксид алюминия.

Глюкоза – виноградный сахар ($C_6H_{12}O_6$), важнейший источник энергии в живых клетках.

Гомеостаз – способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять динамическое постоянство состава и свойств. Термин предложил У. Кеннон в 1929 г.

Гомойотермные животные – теплокровные животные.

Гонады – половые железы, образующие половые клетки и половые гормоны у животных и человека. Мужские – семенники, женские – яичники.

Горные породы – природные минеральные агрегаты, возникшие в результате геологических процессов и слагающие земную кору.

Гормоны – биологически активные вещества, выделяемые железами внутренней секреции. Термин предложен Э. Старлингом в 1905 г.

Горючие сланцы – полезное ископаемое, состоящее из минеральных и органических частей. Широко используются в качестве топлива для целей энергетики (теплота сгорания 14,6–16,7 МДж/кг).

Градирия – сооружение в виде башни, в которой происходит охлаждение воды, отводящей тепло от теплообменных аппаратов.

Гуано – разложившийся в условиях сухого климата помёт морских птиц залегающий громадными пластами, азотно-фосфорное удобрение.

Гумус – перегной, органическое вещество почвы, образующееся в результате разложения растительных и животных остатков.

Дампинг – сброс, захоронение отходов в океанах и морях.

Дарвинизм – материалистическая теория эволюции органического мира, основанная на воззрениях Ч. Дарвина (1858 г.).

Дезактивация – удаление или снижение радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды.

Демэкология – экология популяций.

Денитрификация – микробиологический процесс восстановления соединений азота (нитратов, нитритов) до газообразных азотистых продуктов (N_2 , закиси азота, окиси азота). Происходит в результате жизнедеятельности денитрифицирующих бактерий.

Депопуляция – устойчивое сокращение численности населения в результате резкого спада рождаемости, вызванное социально-экономическими причинами.

Десорбция – отдача поглощённого во время процесса адсорбции вещества с поверхности поглотителя.

Детергенты – моющие средства.

Детоксикация – разрушение и обезвреживание различных токсических веществ химическими, физическими или биологическими методами.

Детрит – мелкие органические частицы (остатки разложившихся животных и растений), взвешенные в толще воды или содержащиеся в грунте.

Детритофаги – водные и сухопутные животные, питающиеся детритом вместе с содержащимися в нём микроорганизмами.

Диоксины – высокотоксические вещества, обладающие разносторонней физиологической активностью. Относятся к группе опасных ксенобиотиков, слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты.

Дистилляция – испарение кипящей жидкой смеси путём непрерывного отвода и конденсации образовавшихся паров в холодильнике. Полученный конденсат называется дистиллятом.

Дождь кислотный – дождь (и снег) подкисленный ($\text{pH} < 5,6$) из-за растворения в атмосферной влаге промышленных выбросов (SO_2 , NO_2 , HCl и др.). Кислотные осадки подкисляют водоёмы и почву, приводят к усыханию лесов.

Доминантный – способный занимать господствующее положение.

Допустимая антропогенная нагрузка (ДАН) на окружающую среду – нагрузка, которая не меняет качество окружающей среды или меняет её в допустимых пределах, при которых не нарушается динамика экосистемы и не возникает неблагоприятных эффектов в важнейших популяциях.

Загрязнители (поллютанты, экополлютанты) – вещества, привнесённые в окружающую среду, способные негативно воздействовать на живые организмы за счёт прямого или косвенного влияния на состояние популяций и биоценозов.

Заказник – охраняемая природная территория, на которой (в отличие от заповедников) под охраной находится не весь природный комплекс, а некоторые его части: только растения, только животные, либо их отдельные виды.

3, И

Закон биогенетический – организм в индивидуальном развитии повторяет историческое развитие своего вида (Э. Геккель и Ф. Мюллер).

Закон биогенной миграции атомов – миграция химических элементов на земной поверхности и в биосфере осуществляется при участии живого вещества (В.И. Вернадский).

Закон максимизации энергии – наилучшие шансы на самосохранение имеет система, в наибольшей степени способствующая поступлению, выработке и эффективному использованию энергии и информации (Ю. Одум).

Закон необратимости эволюции – организм не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков (Л. Долло).

Закон физико-химического единства живого вещества – всё живое вещество Земли физико-химически едино. Из закона следует, что вредное для одних видов существ вредно и для других.

Заповедник – определённая территория, охраняемая законом, на которой запрещены любые виды человеческой деятельности.

Замедлитель – вещество, тормозящее в реакторе рождающиеся при реакции деления быстрые нейтроны до теплового уровня.

Земельный кадастр – свод документированных сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель.

Земельный кодекс – нормативно-правовой акт, являющийся основным источником земельного права в России.

Зола – несгораемый остаток, образующийся из минеральных примесей топлива при его сгорании. В состав золы входят оксиды SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Fe_2O_3 и др. Зола уменьшает теплоту сгорания топлива, снижает интенсивность теплообмена, загрязняет воздушный бассейн. Содержание золы в углях 1–45 % и более, в горючих сланцах 50–80 %, в дровах обычно менее 1 %, в мазуте до 0,15 %.

Иерархия – система поведенческих связей между особями в группе, регулирующая их взаимоотношения и доступ к пище, убежищу, особям противоположного пола.

Импактный мониторинг – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий на окружающую среду в особо опасных зонах и местах.

И, К

Иммиграция – вселение в какую-либо местность живых организмов, ранее в ней не обитавших.

Инвазия – заражение организма животными паразитами.

Ингибиторы – вещества, тормозящие различные биологические процессы.

Индивидуальный риск – вероятность возникновения у отдельного человека неблагоприятных последствий воздействия фактора риска за определённый период времени или в течение всей жизни.

Инсектициды – химические средства борьбы с вредными насекомыми.

Интактный – неповреждённый, не вовлечённый в какой-либо процесс.

Интервенция – вмешательство.

Интродуцент – организм, случайно или преднамеренно успешно внедрившийся в местные природные или антропогенные сообщества.

Инфильтрация – просачивание воды с земной поверхности в почву.

Ионосфера – верхние слои атмосферы (50–80 км), характеризующиеся большим содержанием ионов и свободных электронов.

Ирригация – искусственное повышение влажности почвы с целью получения высокого урожая сельскохозяйственных культур, используется поверхностный полив и дождевание.

Исчерпаемые ресурсы – ресурсы, сокращающиеся по мере их использования. Большинство видов природных ресурсов относится к исчерпаемым природным ресурсам, которые подразделяются на возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы.

Кадастр – свод данных, включающий качественную и количественную опись объектов и явлений.

Каменный уголь – твёрдое горючее полезное ископаемое растительного происхождения. Удельная теплота сгорания 30–36 МДж/кг, содержание углерода 75–92 %, 65–70 % (бурый уголь), 95 % (антрацит).

Каннибализм – у животных более чем 1300 видов, поедание особей своего вида, внутривидовое хищничество. Чаще наблюдается при неблагоприятных условиях среды, переуплотнении популяции и недостатке пищи или питья.

Канцероген – химическое вещество или физическое излучение, воздействие которого достоверно увеличивает частоту возникновения опухолей в популяции человека или животных.

Катастроф теория – учение, рассматривающее геологическую историю Земли как чередование длительных эпох относительного покоя и сравнительно коротких катастрофических событий, резко преобразовавших лик планеты. Согласно Ж. Кювье (1812 г.) на значительной части земной поверхности погибали все растения и животные, а затем на их место приходили новые формы, уцелевшие на других участках и никак не связанные с предыдущими.

Квартиранство – форма комменсализма, при которой один вид использует другой (его тело или его жилище) в качестве убежища или своего жилища.

Квота выбросов – доля общих допустимых выбросов, установленная для данной страны или группы стран в пределах максимального общего объёма выбросов и обязательного выделения ресурсов.

Киотский протокол – международный документ, принятый в г. Киото (Япония) в 1997 г. в дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата по ограничению либо сокращению выбросов на период с 1 января 2008 г. по 31 декабря 2012 г. по сравнению с уровнем 1990 г.

Кислотные дожди – дожди, образующиеся при выбросах в атмосферу диоксида серы и оксидов азота, которые, соединяясь в атмосфере с влагой, образуют серную и азотную кислоты.

Кишечная палочка (E.coli) – её присутствие в исследуемых пробах воды свидетельствует об их фекальном загрязнении.

Кларк химического элемента – среднее содержание элемента в земной коре, выраженное в процентах. Термин введён в 1923 г. и назван в честь американского геохимика Ф.У. Кларка.

Климакс – относительно устойчивое состояние в биогеоценозе, завершающий этап сукцессии.

Климат – многолетний режим погоды (в несколько десятков лет), свойственный той или иной местности на Земле и являющийся одной из её географических характеристик.

Коагуляция – слипание коллоидных частиц при их столкновении в процессе перемешивания. Ведёт к выпадению из раствора хлопье-видного осадка. Применяется при очистке природных и сточных вод.

Коадаптация – взаимная адаптация разных видов в процессе коэволюции.

Кодоминанты – виды, численность которых меньше, чем доминантов.

Коллоидные системы – дисперсные системы, в которых размеры частиц не превышают 1 мкм, являются промежуточными между истинными растворами и грубодисперсными системами (суспензиями и эмульсиями).

Комменсализм – форма симбиоза, при которой один из сожительствующих видов получает какую-либо пользу, не принося другому виду ни вреда, ни пользы. Комменсализм подразделяется на квартиранство, сотрапезничество, нахлебничество.

Коммонера законы – 4 экологических закона: всё связано со всем; всё должно куда-то деваться; природа «знает» лучше; ничто не даётся даром.

Косное вещество – вещество, образующееся без участия живого вещества, например горные породы, возникающие при извержении вулканов.

Конвекция – перемещение макроскопических частей вещества среды, приводящее к переносу массы и вызванное неоднородностью среды (градиентами температуры и плотности).

Конкуренция – взаимоотношения между организмами одного и того же или разных видов, в ходе которых они соревнуются за одни и те же средства существования и условия размножения.

Консорт (сожитель, спутник) – организмы, жизнедеятельность которых трофически или топически связана с центральным видом – эдификатором.

Консументы – организмы (гетеротрофы), являющиеся в трофической цепи потребителями органического вещества. К первому порядку относятся растительоядные, ко второму и последующим – хищники.

К, Л

Копрофаги – животные, питающиеся экскрементами в основном млекопитающих.

Коэволюция – эволюционные взаимодействия организмов разных видов, не обменивающихся генетической информацией, но тесно связанных биологически.

Красная книга – обобщающий список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных. Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) начал сбор информации о таких видах с 1949 г., а в 1966 г. изданы первые тома. В СССР была учреждена в 1974 г.

Креационизм – концепция постоянства видов, рассматривающая многообразие органического мира как результат его творения Богом. Сторонниками являлись К. Линней, Ж. Кювье, Ч. Лайель и др.

Ксенобиотик – чужеродные для организмов соединения (пестициды, препараты бытовой химии, лекарства и т. п.). Попадая в окружающую среду, они могут вызвать гибель организмов, нарушить нормальное течение природных процессов в биосфере.

Ксерофиты – растения сухих местообитаний, способные переносить перегрев и обезвоживание.

Культурные растения – растения, выращиваемые человеком для удовлетворения своих потребностей. Число их превышает 2,5 тыс. видов (10 % всех видов высших растений), однако основную массу растительных продуктов питания дают всего около 20 видов.

Кумуляция – накопление в организме токсичного вещества или вызываемых им эффектов.

Лесной кодекс – лесное законодательство (2010 г.), которое основывается на принципах устойчивого управления лесами, сохранения биологического разнообразия лесов, повышения их потенциала.

Либиха минимума закон – от вещества, концентрация которого лежит в минимуме, зависят рост растений, величина и устойчивость их урожая (1840 г.).

Лимитирующий фактор – фактор, который при определённом наборе условий окружающей среды ограничивает какое-либо проявление жизнедеятельности организмов.

Л, М

Линдемана закон (правило 10 %) – при переходе с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой передаётся в среднем 10 % энергии биомассы.

Литораль – приливо-отливная зона моря, периодически заливаемая водой, населена эврибионтными донными организмами. Общая биомасса животных и растений достигает 5–10 кг/м².

Литосфера – твёрдая оболочка Земли, состоящая из земной коры и верхней части мантии.

Лихорадка денге – инфекционная вирусная болезнь, переносимая комарами (костоломная лихорадка).

Лишайники – организмы, образованные симбиозом гриба и водоросли, чувствительны к загрязнению атмосферы, погибают при высоком содержании в воздухе двуокиси серы и других загрязнителей, основной корм северных оленей.

Логистический закон – плавный переход от экспоненциального роста к стабильному состоянию.

Магма – расплавленная масса силикатного состава, образующаяся в глубинных зонах Земли.

Макроэкосистема – экосистема больших размеров или объединение нескольких экосистем.

Малакофаги – рыбоядные хищники, обитавшие в прибрежной зоне морей и в открытом море.

Мальтуса закон – население Земли растёт по законам геометрической прогрессии, тогда как производство продовольствия и других средств существования – по законам арифметической прогрессии.

Международное энергетическое агентство (МАГАТЭ) – международный орган, призванный как контролировать атомную энергию, так и содействовать её использованию, создан в рамках ООН в 1957 г.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) – международная неправительственная организация с консультативным статусом при ЮНЕСКО. Деятельность по сохранению генетического разнообразия организмов, созданию возможностей непрерывного использования человеком природных ресурсов, поддержанию экологического равновесия и пр. Создан в 1948 г. и объединяет более 130 стран.

Международные организации – ООН, ЮНЕСКО, ЮНЕП, МЗК, ВОЗ и др.

Международный День Земли – день (22 апреля), призванный объединить людей в деле защиты окружающей среды. Идея отмечать возникла в 1970 г. в США и сейчас охватывает 167 стран.

Мезосфера – слой атмосферы от 50 до 80 км, лежащий над стратосферой и характеризующийся сильным падением температуры с высотой.

Мезофиты – наземные растения, которые приспособлены к обитанию в среде с более или менее достаточным, но не избыточным увлажнением почвы.

Мезоэкосистема – экосистема средней величины (озеро, болото, песчаная дюна, лес, луг и т.п.).

Меланома – одна из наиболее злокачественных опухолей кожи, встречается примерно в 10 раз реже, чем рак кожи и составляет около 1–1,5 % от общего числа злокачественных новообразований. Одна из причин заболевания – ультрафиолетовое облучение.

Менделя законы – установленные Г. Менделем закономерности распределения в потомстве наследственных признаков.

Метаболизм – способность живых веществ поглощать и обмениваться с внешней средой энергией и материей.

Метан (CH_4) (болотный или рудничный газ) – углеводород, являющийся парниковым газом без запаха, легче воздуха. В анаэробных условиях образуется биогенным путём.

Микробиоценоз – микробное сообщество.

Микробы – одноклеточные микроорганизмы, открыты в XVII в. А. Левенгуком. Характеризуются высокой скоростью роста и размножения, которое происходит часто путём простого деления клетки. Способны расти при температуре 70–105 °С, повышенном уровне радиации, в сильноокислой ($\text{pH} < 1,0$) или щелочной ($\text{pH} > 9,0$) среде или в отсутствие O_2 .

Микроэлементозы – заболевания, обусловленные избытком (или недостатком) содержания отдельных химических элементов в объектах среды обитания.

М

Миланковича циклы – через периодические изменения параметров орбиты (прецессия, нутация, форма орбиты) на Земле проходят повторяющиеся ледниковые и межледниковые периоды.

Минерал – природное химическое соединение однородное по составу и физическим свойствам, образующееся при различных процессах, протекающих в глубинах и на поверхности Земли. Обычно является составной частью горных пород и руд. В земной коре известно около 3000 видов: наиболее распространены силикаты (25 %), фосфаты и их аналоги (18 %), сульфиды и их аналоги (13 %), оксиды и гидроксиды (12,5 %).

Миофаг – хищник, падальщик - организм, питающийся в основном мышечным мясом животных.

Митоген – любое вещество, которое может стимулировать начало клеточного деления (процесс митоза).

Митоз – основной способ деления эукариотных клеток.

Митохондрия – органоид эукариотной клетки, обеспечивающий организм энергией. В 1897 г. немецкий учёный К. Бенда ввёл этот термин.

Мишени теории – одна из первых теорий биологического действия ионизирующих излучений, сформулирована в 20–30-х гг. XX в.: «В биологических объектах имеются особо чувствительные объёмы – «мишени», поражение которых приводит к поражению всего объекта».

Мониторинг окружающей среды – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы или её отдельных элементов под влиянием антропогенных воздействий. Мониторинг может быть локальным, региональным и глобальным.

Монофаги – животные, питающиеся одним видом пищи.

Монреальский протокол – соглашение по веществам, разрушающим озоновый слой, был принят в Монреале в 1987 г.

Морбидность (болезненность) – комплекс негативных показателей здоровья: заболеваемость, трудопотери, смертность, инвалидность.

Морфозы – ненаследственные изменения (модификации), вызванные экстремальными или необычными для вида факторами внешней среды.

М, Н

Мхи – наземные или пресноводные автотрофные растения, относящиеся к наиболее примитивным высшим растениям.

Мутагенез – процесс, вызывающий мутации, т.е. внезапные, естественные или вызванные искусственно изменения химической структуры молекул ДНК, источник появления качественно новых признаков. Основы учения о мутагенезе заложены голландским учёным Г. Де Фризом в 1901 г.

Мутуализм – форма симбиоза, при которой отношение двух различных организмов характеризуется взаимной выгодой и ни один из них не может существовать без другого.

Национальный парк – охраняемая природная территория (акватория), на которой сохранились природные комплексы, представляющие особую экологическую, историческую и эстетическую ценность, имеет большую площадь и располагается в живописных местах.

Невозобновляемые ресурсы – главным образом полезные ископаемые, не восстанавливающиеся самостоятельно и не возобновимые искусственно.

Нейстон – совокупность морских или пресноводных организмов, обитающих у поверхностной плёнки воды, прикрепляющихся к ней или передвигающихся по ней сверху или снизу.

Некrobiоз – изменения в клетке, предшествующие её смерти и связанные с нарушениями обмена веществ.

Некроз – омертвление в живом организме отдельных органов, их частей, тканей или клеток.

Нектон – совокупность активно плавающих животных (рыбы, кальмары, китообразные, морские змеи), способных противостоять течению и преодолевать значительные расстояния.

Нейтрализм – взаимодействие видов, не оказывающих никакого воздействия друг на друга.

Нематоциды – химические средства для уничтожения растительноядных нематод – вредителей сельскохозяйственных культур.

Необратимость эволюции – невозможность даже частичного возвращения к исходной организации. Закон Долло (1893 г.).

Н, О

Нитрификация – процесс биологического превращения восстановленных соединений азота в окисленные неорганические. Процесс происходит в почве и воде. Основной путь образования нитрата в природе и играет первостепенную роль в круговороте азота в биосфере.

Номогенез – эволюционная концепция о внутренней запрограммированности исторического развития живой природы. Выдвинута Л.С. Бергом в 1922 г.

Нозология – учение о болезнях.

Ноогенез – превращение биосферы в сферу разума (ноосферу).

Ноосфера – новое состояние биосферы, при котором разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором её развития. Понятие сферы разума, как особого надбиосферного «мыслительного пласта», окутывающего планету, введено Э. Леруа и П. Тейяром де Шарденом в 1927 г. В 30–40-х гг. В.И. Вернадский развил представление ноосферы в качестве новой формы организованности, возникающей при взаимодействии биосферы и общества.

Нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) – фосфорсодержащие биополимеры, имеющие универсальное распространение в живой природе. Термин предложен Ф. Мишером в 1889 г. Биологическая роль заключается в хранении, реализации и передаче генетической информации.

Обеззараживание – работы по дезактивации, дегазации, дезинфекции, дезинсекции и дератизации, а также санитарная обработка людей.

Облесение – выращивание новых лесов на территориях, которые ранее не находились под ними.

Облигатные анаэробы – бактерии, развивающиеся только в бескислородных условиях.

Обмен веществ – метаболизм, совокупность протекающих в живых организмах химических превращений, обеспечивающих их рост, жизнедеятельность, воспроизведение, постоянный контакт и обмен с окружающей средой. Процессы протекают при участии биологических катализаторов – ферментов.

Обратный осмос – метод разделения растворов, заключающийся в подаче их под давлением на полупроницаемую мембрану, которая пропускает растворитель и полностью или частично задерживает растворённое вещество, применяется для опреснения солёных и очистки сточных вод.

ОВОС – оценка воздействия на окружающую среду. Вид деятельности по анализу последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности её осуществления.

Озоновая дыра – значительное пространство в стратосфере планеты с пониженным (до 50 %) содержанием озона.

Озонасфера – слой в пределах стратосферы на высоте 10–50 км, отличающийся повышенной концентрацией озона. Максимальная концентрация атмосферного озона достигается на высоте 20–25 км.

Окружающая среда – комплекс всех объектов, явлений и процессов, внешних по отношению к данному организму, популяции или сообществу организмов, но взаимодействующих с ним за счёт круговорота веществ в природе.

Окисление биологическое – совокупность реакций окисления, протекающих во всех живых клетках. Основная функция заключается в обеспечении организма энергией.

Олигофаги – животные, питающиеся крайне ограниченным набором кормов.

Онтогенез – индивидуальное развитие особи, вся совокупность её преобразований от зарождения до конца жизни (смерть или новое деление особи). Термин введён Э. Геккелем в 1866 г.

Ооциды – препараты, тормозящие репродуктивную функцию вредителя.

Опустынивание – деградация земель в засушливых и сухих районах в результате действия различных факторов, включая климатические колебания и деятельность человека.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) – допустимое содержание загрязняющего вещества в воздухе (воде), установленное расчётным путём с помощью методов прогнозирования токсичности – временный гигиенический норматив.

О, П

Орографический фактор – фактор, обусловленный структурой ландшафта с её рельефом, влияющий на обилие животных и растений.

Особь – неделимая единица жизни. Самый существенный признак – строгая взаимозависимость отдельных частей: разделить особь на части без потери индивидуальности невозможно.

Осушение – совокупность технических мероприятий по отводу грунтовых и поверхностных вод.

Отработанное ядерное топливо (ОЯТ) – ядерное топливо, извлеченное из реактора после облучения и не подлежащее дальнейшему использованию в этом реакторе.

Охрана окружающей природной среды – комплексная система мероприятий, направленных на сохранение, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, в том числе на обеспечение видового многообразия флоры и фауны Земли, её недр, водных ресурсов, атмосферного воздуха и, следовательно, на сохранение природных условий развития человеческого общества.

Оценка экологического риска – процесс определения вероятности развития неблагоприятных эффектов со стороны биогеоценозов в результате изменений различных характеристик среды обитания.

Очистка воздуха – удаление из воздуха взвешенных твёрдых частиц и примесей газов. Различают очистку приточного (системы вентиляции и кондиционирования воздуха с помощью воздушных фильтров) и удаляемого (пылеуловители, абсорберы, адсорберы) воздуха.

Палеонтология – наука о животных и растениях прошлых геологических эпох, изучаемых по ископаемым остаткам и следам жизнедеятельности.

Паразитизм – форма взаимоотношений двух различных организмов, принадлежащих к разным видам и носящая антагонистический характер, когда один из них использует другого в качестве среды обитания или источника пищи, возлагая на него регуляцию своих отношений с внешней средой.

Парниковый эффект – свойство атмосферы пропускать солнечную радиацию, но задерживать земное инфракрасное излучение и тем самым способствовать аккумуляции тепла Землёй.

Пар водный – рабочее тело в паровых турбинах, теплоноситель в системах теплоснабжения и вентиляции.

Педосфера – почвенный покров Земли.

Пелагиаль – толща воды от поверхности до дна, населённая растительными и животными организмами (планктоном, nekтоном, плейстоном, нейстоном).

Пессимум – угнетение деятельности нервной и мышечной тканей.

Пестициды – химические средства борьбы с вредоносными микроорганизмами, растениями и животными.

Планктон – совокупность организмов, обитающих в толще воды и неспособных противостоять (в отличие от nekтона) течению.

Плейстон – совокупность водяных организмов, держащихся на поверхности воды или полупогружённых.

«Плётки жизни» – по В.И. Вернадскому, места скопления организмов.

Плотоядные – животные из класса млекопитающих, употребляющие мясо в пищу.

Продукция первичная валовая – количество органического вещества, создаваемого растениями за единицу времени при данной скорости фотосинтеза.

Продукция первичная чистая – накопленное валовое органическое вещество минус вещество, которое расходуется растениями на дыхание за данный период.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – вещества, способные адсорбироваться на поверхности раздела фаз, одна из которых обычно вода. Они обладают смачивающими, эмульгирующими, моющими и другими ценными свойствами.

«Повестка дня на XXI век» – глобальная экологическая программа и принципы устойчивого развития на XXI в., принятая на Экологическом конгрессе в Рио-де-Жанейро в 1992 г.

Пойкилотермные животные – холоднокровные животные, животные с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды. К ним относятся все беспозвоночные, а из позвоночных – рыбы, земноводные и пресмыкающиеся.

Полиморфизм – наличие в пределах одного вида резко отличных по облику особей, не имеющих переходных форм.

Полифагия – многоядность, использование животными (полифагами) различной растительной и животной пищи.

Поллютант – загрязняющее вещество.

Популяция – совокупность особей одного вида в течение большого числа поколений, населяющих определённое пространство, внутри которого происходит постоянное скрещивание.

Почва – тонкий верхний слой земной коры, дающий жизнь растениям. Это самостоятельное природное тело, представляющее собой нечто среднее между живым и мёртвым веществом.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – норматив; количество вредного вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определённый промежуток времени практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – выброс вредных веществ в атмосферу, устанавливаемый для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что приземная концентрация этих веществ не превысит ПДК.

Предельно допустимый сброс (ПДС) – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения качества воды в контрольном пункте.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) – то же, что и ПДК, но связанный с загрязнением среды такими специфическими загрязнителями, как шум, радиоактивность, электромагнитное излучение и пр.

Преобладающий – преобладающий, доминирующий, господствующий.

Прогресс – в живой природе, совершенствование и усложнение организмов в процессе эволюции.

Продуценты – автотрофные организмы, создающие с помощью фотосинтеза или хемосинтеза органические вещества из неорганических. Основные продуценты в водных и наземных экосистемах – зелёные растения, составляющие первый трофический уровень в экосистеме.

П, Р

Прокариоты – организмы, клетки которых не имеют ограниченного мембраной ядра (все бактерии).

Проплиферация – увеличение числа клеток путём митоза, приводящее к росту ткани.

Простейшие – одноклеточные эукариотные организмы.

Протеины – синоним всех белков.

Протокооперация – форма симбиоза, при которой совместное существование выгодно, но не обязательно для сожителей.

Протоплазма – содержимое живой клетки, её цитоплазма и ядро. Впервые термин применил в 1839 г. чешский физиолог Я. Пуркине.

Профилактика – совокупность предупредительных мер, направленных на укрепление и сохранение здоровья.

Радиоактивные отходы (РАО) – жидкие, твёрдые и газообразные радиоактивные продукты, образующиеся на всех стадиях ядерного топливного цикла и не представляющие ценности для дальнейшего использования.

Радиобиология – наука о действии всех видов ионизирующих излучений на живые организмы и их сообщества.

Радиопротекторы – радиозащитные средства, химические соединения, применяемые для защиты биологических объектов от ионизирующих излучений. Вводятся в среду или в организм до облучения или во время облучения.

Реакция деления ^{235}U – в результате взаимодействия природного делящегося изотопа ^{235}U с нейтроном происходит выделение кинетической энергии осколков деления и вторичного ионизирующего излучения суммарной энергии 200 МэВ/распад.

Регенерация – восстановление организмом утраченных или повреждённых органов и тканей. Термин предложил в 1712 г. Р. Реомюр.

Редуценты (деструкторы) – организмы, питающиеся мёртвым органическим веществом и подвергающие его минерализации (деструкции), т.е. разрушению до простых неорганических соединений, которые затем используются продуцентами.

Рекультивация – комплекс работ по экологическому и экономическому восстановлению земель и водоёмов.

Рекуперация – возвращение части материала или энергии, расходуемых при проведении технологического процесса, для повторного использования в том же процессе.

Реликт – организм, вещь или явление, сохранившееся как пережиток древних эпох.

Репарация – в радиобиологии, восстановление биологических объектов от повреждений ионизирующим или ультрафиолетовым излучением.

Римский клуб – неформальная, независимая, неправительственная организация, основная деятельность которой связана с освещением приоритетных глобальных проблем и путей их решения. Первым Президентом Римского клуба был избран Аурелио Печчеи в 1968 г.

Риск – ожидаемая частота вредных эффектов у населения, возникающих от заданного воздействия загрязняющих веществ.

Рудименты – недоразвитые органы, утратившие своё основное значение в организме. В отличие от атавизмов встречаются у всех особей вида.

Сальмонеллы – род энтеробактерий, относящихся к патогенным видам (возбудители тифозных заболеваний и пищевых токсикоинфекций).

Санитарно-гигиеническое нормирование – установление безопасных пределов воздействия факторов окружающей среды на организм человека.

Санитарно-защитная зона – создаётся для отделения промышленных предприятий от ближайших жилых и общественных зданий с целью защиты населения от влияния вредных выбросов. Ширина устанавливается законодательством от 50 до 1000 м в зависимости от степени вредности выбросов.

Сапрофаги – гетеротрофные организмы, использующие для питания органические соединения мёртвых тел или выделения животных. Участвуют в минерализации органических соединений.

Сапропель – илстые отложения пресных водоёмов, содержащие большое количество органических веществ, используемых в качестве удобрений.

Свободные радикалы – нестабильные атомы и соединения, действующие как агрессивные окислители и повреждающие жизненно важные структуры организма. Развивается разрушительная цепная реакция, которая уничтожает живую клетку. Под действием свободных радикалов, прежде всего, образуются рак, болезни сердца, болезнь Альцгеймера и многие другие.

Седиментация – оседание мелких твёрдых частиц в жидкости или газе под действием силы тяжести или центробежных сил; осуществляется в отстойниках.

Селекция – наука о методах создания сортов, гибридов растений и пород животных, штаммов микроорганизмов с нужными человеку признаками.

Сепаратор – аппарат для разделения механических смесей или удаления твёрдых или жидких частиц из газа. Среди них наиболее распространены центрифуги, циклоны и др.

Серобактерии – бактерии, окисляющие сероводород и соединения серы, а также молекулярную серу. К ним относятся фотоавтотрофные пурпурные и зелёные бактерии.

Сероводород – бесцветный газ (H_2S) с запахом тухлых яиц и сладковатым вкусом, источником которого является гниющая растительность, может содержаться в воде, как добываемой из глубоких скважин, так и в поверхностных водах. Чрезвычайно токсичен.

Симбиоз – различные формы совместного существования различных организмов, составляющих симбионтную систему. Термин предложен А. Де Бари в 1879 г. В симбиотических системах один из партнёров (или оба) частично возлагают на другого (или друг на друга) задачу регуляции своих отношений с внешней средой.

Синдром больных зданий – комплекс факторов, обусловленных высокой загрязнённостью воздуха помещений и связанных с этим изменений здоровья населения.

Синергизм – свойство сложных систем, ведущее к усилению эффекта.

Синэкология – раздел экологии, изучающий сообщества организмов (биоценозы, экосистемы).

Склерофиты – засухоустойчивые растения с жёсткими листьями, покрытыми толстой, препятствующей испарению кутикулой (сосна, ковыль и др.).

Скрап – отходы металлургии, весь металлический лом, предметы бытового обихода и т.п.

Смог – смесь дыма, пыли и загрязняющих веществ, концентрирующаяся в нижних слоях атмосферы и образующая туманную завесу.

Соматический – телесный, относящийся к телу.

Сообщество – совокупность всех организмов (растений, животных, микроорганизмов), населяющих участок суши или водоёма, трактуется как синоним термина «биоценоз».

Сорбция – поглощение твёрдым телом или жидкостью какого-либо вещества из окружающей среды. Поглощающее тело называется сорбентом. Основными видами сорбции являются: адсорбция, абсорбция, хемосорбция.

Социальная экология – наука о взаимодействии общества и природной среды.

Среда обитания – часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них определённое воздействие.

Стадо – группа млекопитающих одного вида, сохраняющих на время близость друг к другу, сходно себя ведущих и нередко имеющих одинаковый ритм активности.

Стация – участок пространства, характеризующийся совокупностью условий (рельеф, климат, пища, убежища и т. п.), необходимых для существования данного вида животных.

Стефана-Больцмана закон – закон теплового излучения, устанавливающий зависимость излучения абсолютно чёрного тела от температуры ($\sim T^4$).

Сточные воды – любые воды и атмосферные осадки, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека, и поэтому требующие эффективной высококачественной очистки.

Стенобионт – организм, способный обитать в условиях устойчивого постоянства какого-либо фактора среды или группы взаимодействующих факторов.

Стратосфера – слой атмосферы, располагающийся на высоте от 11 до 50 км.

Стресс – состояние напряжения организма в ответ на воздействие различных факторов. Автор концепции и термина Г. Селье (1936 г.).

Суккуленты – растения с сочными листьями или стеблями, которые растут в засушливых местах на ярком солнце (кактусы).

Сукцессия – (преемственность, наследование) последовательная смена во времени одних биоценозов другими на определённом участке земной поверхности. Термин введён в 1901 г. американским ботаником Г. Каульсом.

Суспензии (взвеси) – дисперсные системы, состоящие из взвешенных в жидкости мелких твёрдых частиц. В отличие от высокодисперсных (коллоидных) систем, частицы быстро выпадают в осадок или всплывают.

Сциофиты – теневыносливые растения.

Таксисы – двигательные реакции в ответ на односторонне действующий стимул, свойственные свободно передвигающимся организмам (бактерии, водоросли и животные). Источниками раздражения могут быть свет, температура, влага, химические вещества и др.

Таксонóмия – раздел систематики, теория и практика классификации организмов. Термин предложен в 1813 г. О. Декандалем.

Талассофит – древнейший этап эволюции растительного покрова Земли, характеризующий господством водорослей.

Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ) – конструктивный элемент ядерного реактора, содержащий делящееся вещество и обеспечивающий отвод теплоты от ядерного топлива к теплоносителю, обычно ТВЭЛы объединяются в сборки (ТВС).

Теплоёмкость – величина, равная отношению количества теплоты, сообщаемого телу при изменении его состояния, к вызванному им приращению температуры тела.

Теплоноситель – движущаяся жидкая или газообразная среда, применяемая для передачи теплоты от более нагретого к менее нагретому телу. В ядерной энергетике – теплосъём из активной зоны реактора.

Теплоотдача – переход образующейся в процессе тканевого энергообмена теплоты из организма животных в окружающую среду путём излучения, конвекции и испарения воды.

Теплоэлектроцентральный (ТЭЦ) – разновидность тепловой электростанции, которая производит не только электроэнергию, но и является источником тепловой энергии.

Токсичность – свойство химических соединений, действуя на биологические системы немеханическим путем, вызывать их повреждение или гибель.

Толерантность – способность живых организмов переносить количественные колебания действия экологических факторов. Термин введён в 1953 г. П. Медаваром.

Топливо-энергетический баланс (ТЭБ) – процентное распределение доли каждого сырьевого источника в общем энергопотреблении человеческого сообщества.

Транспирация – физиологическое испарение воды растением. Вместе с корневым давлением обеспечивает постоянный ток воды через корни, стебли и листья, из почвы в атмосферу; регулирует водный и температурный режим растения, предотвращает перегрев листьев; зависит от интенсивности освещения, температуры, влажности воздуха, скорости ветра, содержания воды в растении.

Тропосфера – нижний, основной слой атмосферы, простирающийся до высоты 10–18 км, в котором сосредоточено 4/5 всей массы атмосферного воздуха (в том числе почти весь водяной пар), сильно развиты турбулентность и конвекция, возникают облака, развиваются циклоны и антициклоны. Температура уменьшается с высотой в среднем на 6 °С/км.

Трофический уровень – совокупность организмов, объединяемых типом питания, позволяет понять динамику потока энергии и определяющую его трофическую структуру.

Т, Х, У

ТЭС – теплоэлектростанция, вырабатывающая электрическую энергию в результате преобразования тепловой энергии, выделяющейся при сжигании органического топлива. Первые ТЭС появились в Нью-Йорке (1882 г.) и Петербурге (1883 г.).

Хемосинтез – тип питания бактерий, основанный на усвоении CO_2 за счёт окисления неорганических соединений. В 1887 г. открыт С.Н. Виноградским.

Хемосорбция – поглощение вещества поверхностью твёрдого тела (хемосорбента) в результате образования химической связи между молекулами вещества и хемосорбента.

Хемотробы – организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических за счёт окисления сероводорода, аммиака и других веществ, имеющихся в среде.

Хищничество – форма взаимоотношений между организмами разных видов, из которых один (хищник) поедает другого (жертву).

Хлорофиллы – зелёные пигменты растений, с помощью которых они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез.

Хлорфторуглероды (ХФУ) – искусственно созданные вещества, используемые в холодильниках, кондиционерах, растворителях, стерилизаторах и для производства пенопластов. Они считаются основным виновником разрушения озонового слоя атмосферы.

Убиквист – виды растений и животных с широкой экологической амплитудой и поэтому способных нормально развиваться в разнообразных условиях окружающей среды.

Угарный газ (СО) – газ без цвета и запаха; в воде плохо растворим, горит синим пламенем с выделением большого количества теплоты. Образуется при неполном сгорании углерода и его соединений. Ядовит и один из основных загрязнителей атмосферы (выхлопные газы автотранспорта, лесные пожары и др.). В смеси с воздухом взрывоопасен.

Углеводы – группа природных органических соединений ($\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$) (например, глюкоза, фруктоза), составляющая около 80 % растительных и 2 % животных организмов и являющаяся одним из основных источников энергии, образующейся в результате обмена веществ.

У, Ф

Углекислый газ (CO_2) – содержится в воздухе ($\sim 0,03$ % по объёму), водах рек и морей; образуется при гниении и горении органических веществ, сжигании топлива, при дыхании животных и человека; ассимилируется растениями, играя важную роль в фотосинтезе. Один из основных загрязнителей атмосферы, приводит к усилению парникового эффекта.

Уголь – горючее ископаемое растительного происхождения. Залегают пластами и линзами мощностью от долей метра до 200 м среди осадочных пород. Разделяют на 3 вида: антрацит, бурые (лигнит) и каменные угли.

Удобрение – вещество, вносимое в почву для улучшения питания растений и повышения урожайности.

Ультраабиссаль – зона наибольших глубин 6–11 тыс. м, приуроченных к океаническим желобам, расположенным вдоль материков. Общая площадь менее 1,5 % дна океана, гидростатическое давление, равное 60–110 МПа, создаёт экологическую изоляцию, около 60 % видов – эндемики.

Уран – природный уран состоит из трёх изотопов: ^{238}U , составляющий 99,28 %, ^{235}U с относительной долей 0,71 % и следов ^{234}U .

Урбанизация – процесс сосредоточения промышленности, культуры и населения в крупных городах.

Урбоценоз – городская экосистема.

Условное топливо – служит для сопоставления различных видов топлива, его теплота сгорания принята равной 29,3 МДж/кг (7000 Ккал/кг). Единица измерения – тонна условного топлива (т у.т.).

Устойчивое развитие – развитие, включающее в себя представление о сохранении окружающей природной среды, подорвав фундаментальную основу традиционной экономики – неограниченный экономический рост.

Фабрический тип – одни организмы пользуются продуктами жизнедеятельности других организмов для строительства гнёзд или убежищ.

Фагоцитоз – процесс активного захватывания и поглощения живых и неживых частиц одноклеточными организмами или особыми клетками многоклеточных животных организмов.

Филогенез – историческое развитие мира живых организмов. Термин введён Э. Геккелем в 1866 г.

Фитомасса – суммарная масса всех растительных организмов.

Фитонциды – образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие микробов.

Фитосфера – поверхностный слой над землёй (до 150 м), где условия среды в значительной мере определяются растительностью.

Фитофаги – животные, питающиеся растениями.

Флокулянты – природные или синтетические органические вещества, адсорбирующиеся на поверхности частиц в жидких дисперсных системах (суспензиях, эмульсиях) и вызывающие образование хлопьев (флокул). Применяют при обогащении полезных ископаемых, очистке воды от взвесей, обезвреживании сточных вод.

Флотация – способ очистки воды от органических веществ (масел, нефти и т.п.), бактерий, тонкодисперсных осадков солей и др.

Флюороз – заболевание зубов, развивающееся при избыточном поступлении фтора в организм. При недостатке фтора может развиваться другое заболевание зубов – кариес.

Фотолиз – превращение молекул вещества под действием поглощённого света.

Фотопериод – реакция организмов на суточный ритм освещения, т.е. на соотношение светлого и тёмного периодов суток, выражающаяся в изменении процессов роста и развития.

Фотосинтез – образование клетками высших растений, водорослей и некоторыми бактериями органических веществ при участии энергии света. Фотосинтезирующие бактерии не используют воду и кислород не выделяется (анаэробный фотосинтез).

Фотохимический смог – основная причина: автомобильные выхлопы и загрязняющие выбросы предприятий в условиях инверсии температуры вступают в химическую реакцию с солнечным излучением, образуя озон, при этом поражаются дыхательные пути, вызывается рвота, раздражение слизистой оболочки глаз и общая вялость.

Фреоны – фторсодержащие производные насыщенных углеводородов, используемые как хладагенты в холодильных установках.

Фунгициды – химические препараты для уничтожения патогенных грибов, возбудителей болезней сельскохозяйственных растений.

Ц, Ш, Э

Цепная ядерная реакция – реакция деления атомных ядер тяжёлых элементов под действием нейтронов, в каждом акте которой число нейтронов возрастает, так что может возникнуть самоподдерживающийся процесс деления.

Цитология – наука о клетке.

Шелфорда закон (1913 г.) – согласно этому закону присутствие или процветание популяции организмов в данном местообитании зависит от комплекса экологических факторов, к каждому из которых у организма существует определённый диапазон толерантности (выносливости). Диапазон толерантности по каждому фактору ограничен его минимальным и максимальным значениями, в пределах которых только и может существовать организм.

Шлам – осадок в виде мелких частиц, выделяющихся при отстаивании или фильтрации жидкости.

Эволюция – необратимый процесс исторического изменения живого. Согласно эволюционной теории Ч. Дарвина из многочисленных ненаправленных мутаций естественный отбор формирует такие комбинации признаков и свойств, которые ведут к возникновению адаптации организмов к условиям внешней среды.

Эврибатные животные – водные животные с широким диапазоном вертикального распространения.

Эврибионты – животные или растения, способные существовать при широких изменениях факторов окружающей среды.

Эвтрофикация – повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в них биогенных элементов под действием антропогенных и природных факторов. Вызывает ухудшение качества воды.

Эдафический – относящийся к почве.

Эдафобионты – организмы, обитающие в почве.

Эдификаторы – преобладающие в фитоценозах виды растений с сильно выраженной средообразующей способностью.

Экологическая безопасность – состояние защищённости каждого отдельного лица, общества, государства и окружающей среды от чрезмерной экологической опасности.

Экологическая катастрофа – полное нарушение экологического равновесия в природных живых системах, возникающее в современных условиях, как правило, в результате воздействия человеческой деятельности.

Экологическая ниша – совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование и деятельность вида в природе. Термин предложен Дж. Гриннеллом в 1917 г.

Экологическая пирамида – графическое изображение соотношения между продуцентами, консументами и редуцентами в экосистеме, которое выражается: в единицах массы (пирамида биомасс), в числе особей (пирамида чисел Элтона) или в заключённой в особях энергии (пирамида энергий).

Экологическая экспертиза – определение уровня экологического риска и опасности намечаемых решений, реализация которых прямо или косвенно окажет влияние на состояние окружающей среды и природных ресурсов.

Экологические факторы – отдельные компоненты или элементы среды, которые воздействуют на организм.

Экологический аудит – процедура оценки, платежа, ущерба, лицензирования, страхования, риска.

Экологический кризис – несоответствие стремительного развития технологической цивилизации и увеличения населения в геометрической прогрессии с медлительностью естественных процессов восстановления и воспроизводства природных условий и ресурсов.

Экология – наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой обитания.

Экосистема – система живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ.

Экосфера – сфера современной активной жизни.

Экотоп – местообитание организмов, характеризующееся определённым сочетанием экологических факторов.

Экоцид – массовое уничтожение растительного или животного мира, отравление атмосферы или водных ресурсов, а также совершение иных действий, способных вызвать экологическую катастрофу.

Экстракция – способ разделения и извлечения компонентов жидкой смеси путём перевода их из одной жидкой фазы в другую, содержащую экстрагент. Разделение фаз производят отстаиванием, центрифугированием, кристаллизацией и т.д. Извлечение компонентов из твёрдых материалов при помощи экстрагентов называется выщелачиванием.

Электрофильтр – аппарат для очистки газов от пыли и тумана за счёт сообщения частицам дисперсной фазы электрического заряда и последующего осаждения их в электрическом поле.

Эль-Ниньо – тёплое течение, которое периодически проходит вдоль побережья Эквадора и Перу, нарушая местный рыбный промысел. Во время явления Эль-Ниньо масса тёплых поверхностных вод в районе Индонезии начинает перемещаться в восточном направлении, накладываясь на холодные воды Перуанского течения. Это явление оказывает исключительно сильное воздействие в пределах всего района Тихого океана и во многих других частях земного шара. Явление, противоположное Эль-Ниньо, называется Ла-Нинья.

Эмерджентность – качество, свойства системы, которые не присущи её элементам в отдельности, а возникают благодаря объединению этих элементов в единую систему.

Эндемики – растения или животные, распространённые только в определённой географической местности.

Эндемические болезни – заболевания, непосредственно связанные с недостаточностью или избыточностью различных элементов.

Эндогенный – фактор, возникший в результате внутренних предрасположений или причин.

Энергетика альтернативная – солнечные батареи, ветер, геотермальные воды, приливы, биогаз.

Энтропия – мера внутренней неупорядоченности информационной системы. Энтропия увеличивается при хаотическом распределении информационных ресурсов и уменьшается при их упорядочении.

Эссенциальные вещества – незаменимые вещества, не синтезируемые в организме человека, поступающие в организм только с пищей.

Этология – наука о сравнительном описании поведения особи. Становление этологии связывают главным образом с работами Конрада Лоренца.

Эстуарии – затопляемые устья рек, в которых текущие с суши пресные воды смешиваются с солёными морскими. Они являются высокопродуктивными водными районами обитания.

Эукариоты – высшие организмы, четко оформленные ядра которых обладают оболочкой, отделяющей их от цитоплазмы.

Эшерихии (*E. coli*) – род энтеробактерий (кишечная палочка), их присутствие в воде, почве и других объектах служит показателем фекального загрязнения среды.

Ядерная энергия – энергия, выделяющаяся при распаде тяжёлых делящихся элементов в виде кинетической энергии осколков деления и вторичного ионизирующего излучения.

Ядерный топливный цикл (ЯТЦ) – совокупность и структура предприятий, обеспечивающих добычу уранового сырья, изготовление топлива, использование в реакторах ядерной энергии, переработку топлива и утилизацию отходов. Открытый ЯТЦ – цикл однократного использования природного уранового сырья без переработки топлива. Замкнутый ЯТЦ – цикл, дающий возможность повторного использования природного и наработанного в реакторе искусственного сырья.

Ядохимикаты – вещества, предназначенные для уничтожения вредных живых существ и растений и содержащие химические соединения, токсичные для человека (10 % всех смертельных отравлений).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М., 1990.
2. Collin P.H. Dictionary of Environment and Ecology. Bloomsbury Publishing Plc., 2004.
3. Биологический энциклопедический словарь. М., 1986.
4. Новый политехнический словарь. М., 2000.
5. Ситаров В.А., Пустовойтов В.В. Социальная экология. М., 2000.

Елена Борисовна **Весна**
Виктор Максимович **Демин**
Александр Иванович **Ксенофонов**

СБОРНИК ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ ПО ЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

Редактор Е.К. Коцарева
Оригинал макет подготовлен А.И. Ксенофоновым

Подписано в печать 15.11.2011. Формат 60х84 1/16
Печ. л. 13,0. Уч.-изд. л. 13,0. Тираж 250 экз.
Изд. № 1/45. Заказ № 24.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».
115409, Москва, Каширское шоссе, 31.*

*ООО «Полиграфический комплекс «Курчатовский».
144000, Московская область, г. Электросталь,
ул. Красная, д. 42*