

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Л. С. Некрасова
А. В. Лантинова

ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие

Екатеринбург
2023

УДК 574 (075.8)

ББК 28.581я73

Н48

Рецензенты:

лаборатория экологии древесных растений Ботанического сада УрО РАН, научный сотрудник, канд. с.-х. наук *Д. Ю. Голиков*;

А. А. Фастовец, начальник Отдела «Екатеринбургская лесосеменная станция» «Центра защиты леса Челябинской области» – филиала ФБУ «Рослесозащита»

Некрасова, Любовь Степановна.

Н48 Экология : учебное пособие / Л. С. Некрасова, А. В. Лантинова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2023. – 115 с.

ISBN 978-5-94984-886-9

В учебном пособии представлены теоретические основы общей экологии, экологии человека, охраны окружающей среды. Также приведены уровни организации живого, изучаемые наукой «Экология», структура и динамика популяций и биоценозов, механизмы их гомеостаза, адаптация организмов к разным природным средам, глобальные экологические проблемы, современные идеи природопользования и устойчивого развития экосистем. Студент должен знать основы экологического мониторинга и снижения загрязнения окружающей среды, обладать способностью к использованию теоретических знаний в практической деятельности.

Предназначено для обучающихся, осваивающих образовательную программу всех направлений подготовки.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 574 (075.8)

ББК 28.581я73

ISBN 978-5-94984-886-9

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2023

© Некрасова Л. С., Лантинова А. В., 2023

ВВЕДЕНИЕ

Предполагаемыми результатами обучения по дисциплине «Экология» являются знания, умения, владения, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся базисных знаний основных экологических законов, определяющих структуру и функции экологических систем разных уровней организации живого (организмов, популяций, биогеоценозов, биосферы), также понимания значимости деятельности человека в рамках всей живой природы планеты Земля.

Задачи дисциплины: 1) рассмотреть основные понятия экологии как науки о взаимодействии организмов и экосистем со средой; 2) изучить структуру и функции надорганизменных биологических систем: популяций, естественных и искусственных биоценозов, биосферы; 3) показать роль человека в преобразовании и поддержании разнообразия и устойчивости окружающей среды; 4) познакомить с современными идеями природопользования и устойчивого развития экосистем; 5) научить применять полученные теоретические знания на практике: при решении экологических задач, неизбежно возникающих во время природоохранной деятельности.

Учебное пособие для подготовки к лекционным занятиям и семинарам по экологии предназначено для обучающихся всех направлений подготовки очной и заочной форм обучения.

В книге «Экология» представлены следующие темы: Лекция 1 – Экология как наука; Лекция 2 – Важнейшие экологические факторы и приспособления к ним организмов (аутэкология); Лекция 3 – Основные среды жизни и приспособления к ним организмов; Лекция 4 – Принципы экологической классификации организмов; Лекция 5 – Популяционная экология (демэкология); Лекция 6 – Биогеоценология (синэкология); Лекция 7 – Биосфера как специфическая оболочка Земли; Лекция 8 – Антропогенная трансформация среды; Лекция 9 – Современные проблемы глобальной экологии.

После каждой темы приведены вопросы и задания, позволяющие контролировать степень усвоения материала. Также в конце пособия расположен словарь основных понятий.

1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Термин «экология» образован из двух греческих слов: «ойкос» (*oikos*), что означает «дом», и «логос» (*logos*) – «наука». Таким образом, экология изучает организмы у себя дома – в природе.

Известный немецкий ученый Эрнст Генрих Геккель в 1866 г. В работе «Всеобщая морфология организмов» предложил термин «экология». Он писал: «Под экологией мы подразумеваем общую науку об отношении организма к окружающей среде, куда мы относим все “условия существования” в широком смысле этого слова. Они частично органической, частично неорганической природы» [1]. Первым, кто использовал этот термин в современном смысле, был датский ботаник Евгений Варминг. Его книга «Ойкологическая география растений» издана в 1896 г.

С учетом современных представлений об экологии и ее задачах академик В. Н. Большаков отметил: «Слово “экология” приобрело в настоящее время огромную популярность, однако его значение в разных кругах воспринимается по-разному. Для ученых – это вполне определенный раздел науки, относящейся к циклу биологических наук, в то время как в непрофессиональной среде под экологией понимают нечто совсем другое – в лучшем случае изучение гигиенических аспектов состояния окружающей среды» [2]. Приведем основные определения термина «экология»:

Экология – это наука о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой.

Экология – это биологическая наука, изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, биоценозов, биогеоценозов и биосферы.

Рассмотрим основные уровни организации живого. Итак, биологические (живые) компоненты:

Гены – Клетки – Органы – Организмы – Популяции – Сообщества

В истории экологии, которая насчитывает более 2000 лет, выделяют пять основных этапов.

I. Предыстория экологии:

1. Античный период. Ему свойственна недифференцированная биология с наивными, но во многом верными представлениями о жизни и развитии органического мира.
2. Эпоха Возрождения. Время разделения на отдельные науки, расширения представлений об органическом мире и его многообразии, накопления новых факторов и точных данных, в том числе и экологических.

II. Возникновение и развитие экологии как самостоятельной науки:

3. Додарвиновский период. Экология формируется как самостоятельная наука с двумя основными разделами: аутэкология (экология видов) и синэкология, или биоценология (экология сообществ).
4. Дарвиновский период. Экология – самостоятельная наука с задачей регулирования численности экологически важных видов и изменения естественных биоценозов в выгодных для человека направлениях.
5. Современный период. Экология развивается интенсивно и в широком плане. Ставится задача вписать всю возрастающую активность человека в естественные условия планеты, что соответствует современной концепции устойчивого развития (табл. 1).

Таблица 1

Разделы экологии (по классификации Н. П. Наумова)

Экология	Водные организмы	Почвенные организмы	Сухопутные организмы	Паразиты
Особей (Аутэкология)	Изучение реакций особей на внешние факторы и их отношений к среде обитания			
Популяций (Демэкология)	Изучение отношений популяций со средой, условий и путей формирования популяций, их структуры и динамики			
Сообществ (Биогеоценология, или Синэкология)	Изучение формирования, структуры и динамики естественных сообществ (биоценозов) и их взаимодействий со средой			

Современная жизнь продиктовала необходимость выделения нового уровня взаимоотношений человека, общества и природы. Практически все глобальные проблемы современного мира – промышленные, сельскохозяйственные, политические, экономические, культурные и мировоззренческие – оказались проблемами «большой экологии».

Области современной экологии [3]:

1. Биоэкология:

- экология микроорганизмов;
- экология грибов;
- экология растений;
- экология животных;
- экология насекомых;

- экология птиц;
- палеоэкология.

2. Экосистемы и земные среды (экология биомов и крупных экосистем Земли):

- экология мирового океана;
- экология тундры;
- лесная экология;
- экология пустынь;
- экология степей;
- экология морских побережий;
- экология гидросферы;
- экология атмосферы;
- экология почв;
- радиоэкология;
- химическая экология;
- ландшафтная экология;
- глобальная экология.

3. Человек и природа:

- археоэкология;
- историческая экология;
- экология человека;
- экология города;
- инженерная экология;
- сельскохозяйственная экология;
- промысловая экология;
- рекреационная экология;
- экология и медицина;
- экология и культура;
- экология и мораль;
- экология и право;
- экологическое образование;
- экологическое прогнозирование;
- экология и экономика;
- экология и политика;
- математическая экология.

Схема А. В. Яблокова и Н. Ф. Реймерса показала, что обширное поле экологии и экологически ориентированных наук охватывает области человеческой практики [3].

Современная экология является теоретической основой охраны природы и природопользования. Ей принадлежит ведущая роль в разработке стратегии взаимоотношений природы и человеческого общества.

Задачи современной экологии:

Общетеоретические:

- разработка общей теории устойчивости экологических систем, механизмов их развития и функционирования;
- изучение экологических механизмов адаптации экосистем к среде;
- исследование регуляции численности и качественного состава популяций;
- изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;
- определение продуктивности различных экосистем;
- исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;
- моделирование состояния экосистем и биосферных процессов для прогноза и предупреждения экологических кризисов и катастроф.

Прикладные:

- прогнозирование и оценка отрицательных последствий в природной среде под влиянием человека;
- улучшение качества окружающей природной среды;
- сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов;
- оптимизация инженерных, экономических, правовых, социальных решений для обеспечения экологической безопасности окружающей среды.

Главной задачей экологии считается развитие теории взаимодействия природы и человеческого общества – неотъемлемой части биосферы.

Академик С. С. Шварц сказал, что «экология – наука о жизни природы – переживает вторую молодость. Возникшая как учение о взаимосвязи организма и среды, экология трансформировалась в науку о структуре природы, науку о том, как работает живой покров Земли, и о его целостности. А поскольку работа живого все в большей степени определяется деятельностью человека, то наиболее прогрессивно мыслящие экологи видят будущее экологии в теории создания

измененного мира. Экология на наших глазах становится теоретической основой поведения человека индустриального общества в природе» [4].

Экологические факторы среды

Каждый организм существует не сам по себе, он окружен другими организмами, также его жизнь зависит от температуры, укрытий, влажности и от наличия необходимых элементов питания. *Среда обитания* – это все, что окружает организм и прямо или косвенно влияет на его состояние, развитие, рост, выживаемость и размножение.

На Земле живые организмы освоили четыре основные среды обитания: водная среда, наземно-воздушная среда, почва и сами организмы – среда для паразитов и симбионтов. Они сильно отличаются друг от друга по своим условиям.

Необходимо различать среду обитания и условия существования. *Условия существования* – это важные и необходимые экологические факторы для жизни видов. Так, лес – среда обитания и для волка, и для дятла, но в условия существования волка входят зайцы. А для дятла волк и заяц – это безразличные факторы среды.

Отдельные свойства или элементы среды, которые воздействуют на организмы, называются *экологическими факторами*.

В водной среде экологические факторы – это и ее соленость, окраска, температура, насыщенность воды солями и «глазами». В степи экологическими факторами будут и вытаптывание животными растений, степной пожар, затенение одного растения другим.

Классификация экологических факторов

А. С. Мончадский разделил экологические факторы на:

периодические, которые повторяются регулярно, они подразделяются на первичные, что существовали до возникновения жизни, и вторичные;

непериодические, которые возникают неожиданно, например, болезни, нападение хищника, извержение вулкана.

Все многообразие экологических факторов делят на три основные группы:

- абиотические (неживые);
- биотические (живые);
- антропогенные (связанные с деятельностью человека).

Американский эколог Ю. Одум среди абиотических факторов выделил:

физические и химические факторы: температура, свет, вода, биогенные элементы, атмосферные газы, течения и ветры, пожары;

эдафические факторы (экологические факторы почвы): механический и химический состав, ее влагоемкость и др.;

орографические факторы (или геоморфологические): рельеф местности, экспозиция склона.

Биотические факторы Ю. Одум разделил на следующие группы.

Факторы взаимодействия между особями одного вида:

- 1) групповой и массовый эффект;
- 2) внутривидовая конкуренция.

Факторы взаимодействия между особями разных видов:

- 1) нейтрализм;
- 2) мутуализм;
- 3) симбиоз;
- 4) комменсализм;
- 5) аменсализм;
- 6) межвидовая конкуренция;
- 7) паразитизм;
- 8) хищничество.

Известно, что прямые абиотические факторы подразделяют на факторы-условия и факторы-ресурсы. В работе М. Бигона и др. «Экология. Особи, популяции и сообщества» указано, что «*факторы-условия* – это изменяющиеся во времени и пространстве факторы среды обитания, но эти факторы не расходуются, т. е. один организм не может делать их более доступными или недоступными для других. К таким факторам относятся температура, влажность воздуха, соленость воды и т. д.» [3].

Факторы-ресурсы расходуются организмами в процессе жизнедеятельности. Поэтому один более сильный организм может использовать ресурсов больше. Более слабому организму их останется меньше. Для растений ресурсами являются свет, вода, элементы минерального питания, диоксид углерода.

Группа экологических факторов, которые изменяются сопряженно, называются *комплексным градиентом*. Экологических факторов, которые не объединялись бы в комплексные градиенты, нет. Так, изменение увлажнения влияет на биохимические процессы, протекающие в почве, а также на активность живых организмов, обитающих здесь.

Закономерности действия экологических факторов

Экологические факторы действуют на организмы разным путем. Имеет место *прямое* влияние. Солнечные лучи освещают ящерицу, и тело ее нагревается. С другой стороны, очень часто экологические факторы влияют *косвенно*, причем порой через многие промежуточные звенья. Например, сочетание высокой температуры воздуха и отсутствие дождей приводит к засухе. При этом выгорает растительность, и травоядные животные лишаются пищи и вынуждены или мигрировать, или погибать от голода и жажды.

Чрезвычайно большое значение для всех живых существ имеет дозировка экологических факторов, их количественная характеристика. Каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на организмы.

Правило оптимума гласит, что для экосистемы, организма или определенной стадии развития имеется диапазон наиболее благоприятного (оптимального) фактора. Следовательно, интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимальной*. Наихудшие условия жизни – это *пессимум*, или пессимальные условия (зона угнетения), когда жизнедеятельность организма снижается. Есть *критические точки*, за которыми существование организма невозможно. Пределы выносливости между критическими точками называют *экологической пластичностью*, или экологической валентностью, или толерантностью организмов по отношению к конкретному фактору.

Чем шире диапазон колебаний экологического фактора, в пределах которого данный вид может существовать, тем больше его экологическая пластичность, тем шире диапазон его выносливости.

Виды, способные существовать при небольших отклонениях фактора от оптимальной величины, называются узкоспециализированными (*стенобионтами*), а выдерживающие значительные изменения фактора – широкоприспособленными (*эврибионтами*). Приведем пример: эврибионт – это крыса, стенобионт – байкальская нерпа; эврибионт – даурская лиственница, которая выдерживает морозы – 70 °С, стенобионты – растения тропического леса (для них температура от +5 до –8 °С уже может быть губительна).

Рассмотрим **правило минимума, или закон Либиха**.

В 1840 г. немецкий химик Ю. Либих сформулировал следующее правило: рост растений ограничивается элементом, концентрация которого минимальна. Это значит, что лимитирующее воздействие

оказывают жизненно важные вещества, находящиеся в почве в небольшом и неустойчивом количестве. Например, бор – необходимый элемент, но его всегда мало в почве. Когда в результате возделывания одной культуры в течение длительного времени его запасы оказываются исчерпанными, рост растения прекращается, даже если другие элементы находятся в изобилии [5].

Рассмотрим закон толерантности В. Шелфорда.

Ю. Либих показал, что лимитирующим фактором может быть его недостаток. Но и избыток тепла, света, воды также является лимитирующим фактором. Таким образом, организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом, диапазон между этими двумя величинами составляет то, что принято называть пределами толерантности. Представление о лимитирующем влиянии максимума (наравне с минимумом) ввел В. Шелфорд (1913 г.), который сформулировал закон толерантности: «лимитирующим фактором процветания организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического фактора, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) к данному фактору. В природе экологические факторы действуют в комплексе».

Ю. Одум привел ряд положений, дополняющих закон толерантности:

- 1) организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого;
- 2) организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены;
- 3) если условия по одному экологическому фактору не оптимальны, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам.

Контрольные вопросы для главы 1

1. Наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимоотношения между организмами и средой, в которой они обитают, называется ...
 - 1) экологией;
 - 2) биогеографией;
 - 3) биологией;
 - 4) геоэкологией.

2. Термин «Экология» ввел в научное обращение в 1866 г. ...
 - 1) Эрнст Генрих Геккель;
 - 2) Антони ван Левенгук;
 - 3) Чарльз Сазерленд Элтон;
 - 4) Фредерик Клементс.
3. Природный абиотический фактор – ...
 - 1) пожар;
 - 2) симбиоз;
 - 3) интродукция;
 - 4) рекультивация.
4. Биотическое взаимодействие двух видов в сообществе, возникающее при использовании одних и тех же ресурсов окружающей среды при недостатке последних, называется ...
 - 1) конкуренцией;
 - 2) комменсализмом;
 - 3) аллелопатией;
 - 4) аменсализмом.
5. Диапазон действия фактора, который наиболее благоприятен для организма, называется зоной ...
 - 1) оптимума;
 - 2) максимума;
 - 3) пессимума;
 - 4) минимума.
6. Закон, согласно которому лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического фактора, а диапазон между ними определяет величину выносливости организма к данному фактору, называется...
 - 1) ноосферы Вернадского;
 - 2) экологии Коммонера;
 - 3) минимума Либиха;
 - 4) толерантности Шелфорда.

2. ВАЖНЕЙШИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НИМ ОРГАНИЗМОВ (АУТЭКОЛОГИЯ)

Свет

Среди многочисленных абиотических факторов свет является одним из основных, особенно в жизни растений, поскольку без него невозможен фотосинтез зеленых растений. Он играет большую и разнообразную роль в различных жизненных процессах у животных.

Лучистая энергия Солнца – главнейший источник энергии, определяющий тепловой баланс и тепловой режим биосферы Земли. Интересно, что на долю Земли приходится лишь одна двухмиллионная часть солнечного излучения.

Свет – весь диапазон солнечного излучения, представляющий собой поток электромагнитных волн в пределах от 0,05 до 3000 нм (нанометров). Этот поток радиации распадается на несколько областей.

Спектральный состав солнечного излучения:

< 150 нм – это зона ионизирующей радиации;

150...400 нм – ультрафиолетовая радиация (УФ) – около 1 %;

400...800 нм – видимый свет – около 50 %;

800...1000 нм – инфракрасная радиация (ИК) – около 50 %.

За пределами зоны инфракрасной радиации располагается область так называемой дальней инфракрасной радиации – мощного фактора теплового режима среды. Инфракрасная радиация в основном несет тепловую энергию.

Та радиация, которая приходит к верхним слоям атмосферы планеты, составляет 2 кал/см² в мин, что соответствует освещенности порядка 140 000 люкс. Эта величина называется солнечной постоянной.

При прохождении через атмосферу солнечное излучение ослабевает. В среднем до земной поверхности доходит около 47 %. Более половины солнечных лучей сразу отбрасывается в мировое пространство. В зависимости от географической широты, высоты над уровнем моря, рельефа местности, степени облачности наблюдаются региональные и локальные различия в обеспеченности радиацией.

Наиболее коротковолновая часть спектра (до 300 нм) отражается озоновым экраном в стратосфере на высоте 20...25 км. Установлено, что изменение концентрации озона на 10 % вызывает изменение уровня ультрафиолетового (УФ) излучения в тропосфере в 1,5...2 раза.

Ионизирующее излучение включает космические лучи, а также естественную и искусственную радиоактивности. Биологическое действие радиации осуществляется в основном на субклеточном уровне. Радиационное излучение влияет на генетический аппарат. Могут проходить изменения в хромосомах – мутации.

Ультрафиолетовые лучи с длиной волны 200...300 нм оказывают мощное губительное действие на различные микроорганизмы. УФ лучи с длиной волны 250...300 нм способствуют образованию витамина Д в живых организмах. Особенно велико значение этого витамина для растущего молодняка. «Солнечное купание» свойственно норным животным и многим птицам.

Слишком сильное облучение УФ лучами вредно для организма. Как приспособление от передозировки у многих видов живых организмов в коже появляются темные пигменты, поглощающие эти лучи. Такова природа загара у человека.

УФ лучи в умеренных зонах стимулируют рост и размножение клеток, способствуют синтезу биологических соединений, повышают в растениях содержание витаминов, увеличивают устойчивость растительных клеток к различным заболеваниям.

Инфракрасное излучение воздействует на центры нервной системы животных и способствует у них регуляции окислительных процессов и двигательной активности.

Видимый свет. Видимые лучи имеют очень большое значение в жизни органического мира.

Значение видимого света для животных. Для животных видимая часть спектра связана, прежде всего, с ориентированием в окружающей среде. Зрительная ориентация характерна для большинства дневных животных. Многие ночные виды ориентируются с участием органов зрения, поскольку абсолютная темнота в сфере обитания животных встречается редко. Обитание в условиях полной темноты связано с редукцией зрения.

В океане интенсивность освещения падает с глубиной. Параллельно изменяется и спектральный состав: глубже всего проникают синие и голубые лучи. Известно, что на глубине 800...900 м интенсивность света составляет 1 % полуденного освещения на поверхности. На большой глубине у одних видов рыб происходит редукция зрения, а у других развиваются гипертрофированные глаза, способные воспринимать очень слабый свет.

Животные могут ориентироваться с помощью зрения во время дальних перелетов и миграций.

Видимый свет складывается из разных цветов: красного, оранжевого, желтого, зеленого, голубого, синего и фиолетового. Бабочки предпочитают растения с яркими цветами – красными и желтыми. Двукрылые насекомые выбирают белые и голубые. Муравьи, освещенные желтым светом, проявляют большое беспокойство. Пчелы не реагируют на красный, воспринимают его как темноту, но проявляют повышенную активность к лучам желто-зеленого, зеленого, сине-фиолетового и фиолетового цветов.

Разная длина видимого света по-разному действует на обменные процессы организмов, на их рост и развитие. Гусеницы медведицы развивались быстрее в садках под фиолетовым стеклом, чем под голубым.

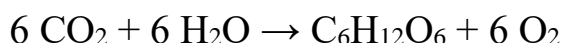
Экологические группы животных по отношению к свету:

- дневные,
- ночные,
- сумеречные.

Вследствие движения Земли вокруг Солнца наблюдается и сезонная ритмичность жизнедеятельности организмов. Сезонные ритмы определяются не абсолютной величиной дневных и ночных часов, а постепенным сокращением светлой части суток осенью и увеличением светлой части суток весной. Уменьшение светового дня вызывает у животных осеннюю линьку, определяет сроки формирования стай, миграции, перехода в состояние спячки [6].

Значение света в жизни растений. Зеленым растениям (автотрофам) свет нужен для образования хлорофилла, формирования структур хлоропластов. Он регулирует работу устьиц, влияет на газообмен и транспирацию, стимулирует биосинтез белков и нуклеиновых кислот. Свет влияет на деление и растяжение клеток, влияет на рост и развитие растений, определяет сроки цветения и плодоношения. Самое большое значение имеет свет в питании растений, в использовании ими солнечной энергии. С этим связаны основные адаптации растений по отношению к свету.

Фотосинтезирующая деятельность зеленых растений обеспечивает планету органическим веществом и аккумуляированной в нем солнечной энергией. Общий вид реакции фотосинтеза:



В процессе фотосинтеза свет выступает как источник энергии, которая используется пигментной системой (хлорофилл). В результате происходит расщепление воды с выделением газообразного кисло-

рода, а энергия, полученная фотохимической системой, утилизируется для преобразования диоксида углерода в углеводы.

Пигменты хлоропластов поглощают излучение примерно между 380 и 740 нм, поэтому эту область называют «фотосинтетически активной радиацией» (ФАР). Область ФАР совпадает с диапазоном видимой части спектра.

Часть радиации, которая падает на лист, отражается от его поверхности, часть поглощается и может оказать физиологическое действие, а остальная часть проходит через лист. Зеленый лист поглощает в среднем 75 % падающей на него лучистой энергии. Однако коэффициент использования ее на фотосинтез невысок, около 10 % при низкой освещенности и лишь 1...2 % при высокой. Остальная энергия переходит в тепловую энергию, которая затрачивается на транспирацию и другие процессы. Светопроницаемость листьев зависит от их строения и толщины. Очень тонкие листья проникают до 40 % радиации, средние – 10...20 %, толстые и жесткие могут быть совсем непроницаемы. Наибольшей проницаемостью обладают зеленые и инфракрасные лучи, поэтому под покровом листьев царит красно-зеленая тень, а во мраке леса – только красная и инфракрасная тень.

По отношению к свету выделяют экологические группы растений:

- световые виды (светолюбы, гелиофиты);
- теневые (тенелюбы, сциофиты);
- теневыносливые (факультативные гелиофиты).

К световым относятся виды, не выносящие затенения. Они обитают на открытых местах с хорошей освещенностью.

Теневые растения не выносят сильного освещения и живут под пологом леса в постоянной тени. В основном к теневым растениям относят: лесные травы, тонкие лесные папоротники. Оказавшись без затенения (на вырубках), они могут погибнуть.

В лесу теневыносливые деревья образуют густо сомкнутые насаждения. Под их пологом могут расти более теневыносливые кустарники и травы.

Для средней полосы России древесные породы по отношению к свету лесоводы выстраивают в таком порядке (от светолюбивых к теневыносливым): 1 – лиственница, 2 – береза, 3 – сосна обыкновенная, 4 – осина, 5 – ива, 6 – дуб, 7 – ясень, 8 – клен, 9 – ольха черная, 10 – ильм, 11 – сосна крымская, 12 – ольха белая, 13 – липа, 14 – граб, 15 – ель, 16 – бук, 17 – пихта.

Фотопериодизм. Движение Земли вокруг Солнца вызывает закономерные и периодические изменения освещенности, обуславливает длительность дня и ночи. Растения и большинство животных активно реагируют на соотношение между продолжительностью периодов освещенности и темноты в течение суток. *Фотопериодизм* – свойство организмов воспринимать соотношение длительность дня и ночи.

Под контролем находятся практически все метаболические процессы, связанные с ростом, развитием и размножением растений и животных.

У растений фотопериодический эффект проявляется в согласовании периода цветения и созревания с периодом наиболее активного фотосинтеза. В зависимости от фотопериодической реакции растений, которая определяется длительностью светового периода, необходимой для перехода их к цветению, выделяют растения *короткого дня*, у которых наступление цветения происходит при продолжительности светового периода суток 12 часов и менее. Это конопля, капуста, хризантема, соя, хлопчатник, подсолнечник, рис, кукуруза. По происхождению они из южных областей, где в период вегетации ночи длинные [7].

Растениям *длинного дня* для успешного цветения и дальнейшего развития необходима продолжительность светового периода более 12-ти часов в сутки. К растениям длинного дня относятся лен, лук, овес, морковь, картофель, пшеница, шпинат, рожь, ячмень, луговые злаки, клевер, горчица, редька, свекла, горох. Растения длинного дня происходят преимущественно из северных широт.

Есть и фотопериодически *нейтральные растения*, у которых развитие цветков наступает в широком интервале периода освещенности. К этой группе относятся бархатцы, виноград, одуванчик, сирень, флоксы, гречиха, маргаритка, мятлик, малина.

Знание о фотопериодизме различных растений позволяют искусственно регулировать их развитие в теплицах, оранжереях, парниках.

Температура

Во Вселенной температура колеблется в пределах многих тысяч градусов. Пределы температуры, при которых может существовать жизнь на Земле, очень узки (примерно 300 °С), от –200 до +100 °С. На самом деле большинство видов приурочены к еще более узкому диапазону температур, т. е. от 0 до +50 °С. При этих температурах возможно нормальное строение и функционирование белков.

Значение тепла как экологического фактора состоит в том, что от температуры окружающей среды зависит температура организмов. Температура также оказывает непосредственное влияние на скорость и характер протекания всех химических реакций.

Температура относится к числу постоянно действующих факторов. В разных географических зонах, в разное время года и суток она различна (табл. 2).

Таблица 2

Температурный диапазон активной жизни на Земле

Среда жизни	Температура, °С		
	максимум	минимум	амплитуда
Суша	+55,0	-70,0	+125,0
Моря	+35,6	-3,3	+38,9
Пресные воды	+93,0	0,0	+93,0

Таким образом, амплитуда температур, при которых возможна жизнь, довольно значительна, особенно на суше.

Все организмы можно разделить на 2 группы: *пойкилотермные* и *гомойотермные*.

К пойкилотермным организмам относятся все таксоны органического мира, кроме двух классов позвоночных животных: птиц и млекопитающих. Птицы и млекопитающие – гомойотермные организмы.

Особенность теплообмена пойкилотермных заключается в том, что они имеют относительно низкий уровень метаболизма. Главным источником поступления тепловой энергии у них является внешнее тепло. Именно этим объясняется прямая зависимость температуры тела пойкилотермных от температуры среды.

У гомойотермных животных приспособления к меняющимся температурным условиям среды основаны на функционировании комплекса адаптивных регуляторных механизмов, которые поддерживают тепловое постоянство внутренней среды организма. Благодаря этому биохимические и физиологические процессы протекают в оптимальных условиях. У птиц температура тела в норме составляет около +41 °С с колебаниями у разных видов от +38 до +43,5 °С. У млекопитающих температура тела несколько ниже, чем у птиц. У сумчатых животных около +34 °С, у грызунов – +35...+39,5 °С, у копытных – +35...+39 °С. Для многих млекопитающих характерно снижение температуры во время сна.

Виды, оптимум жизнедеятельности которых приурочен к области высоких температур, относят к группе *термофилов*. Такие теплолюбивые организмы встречаются на поверхности почв пустынь.

Виды, предпочитающие холод, относят к экологической группе *криофилов*. Это холодолюбивые виды. Они могут сохранять активность при температуре клеток до $-8...-10$ °С. Деревья и кустарники в Якутии не вымирают при -68 °С. Некоторые организмы после обезвоживания переносят температуру, близкую к абсолютному нулю (-273 °С), и затем снова возвращались к жизни. Приостановка всех жизненных процессов организма носит название *анабиоз*.

Температурные адаптации растений

Растения – организмы неподвижные, они не могут, как животные, искать укрытие от жары или холода. Тепловой режим растений изменчив. Основные пути адаптации растений – это биохимические, физиологические и морфологические перестройки.

В пустыне, в зоне высоких температур при пониженной влажности, сформировался своеобразный *морфологический* тип растений с незначительной листовой поверхностью, с полным отсутствием листьев (саксаул, кактусы). У многих пустынных растений образуется беловатое опушение (лох, песчаная акация). Для некоторых видов характерны гляцевитость поверхности, появление эфирных железок, наросты кристаллов, которые преломляют и рассеивают горячие лучи солнца. Растения жарких мест способны впадать в состояние покоя (например, баобаб).

Физиологические механизмы. Во-первых, это транспирация – испарение воды листьями через устьица для снижения температуры тела. Во-вторых, есть защитные приспособления, которые не допускают к хлорофиллу горячие лучи. В-третьих, происходит накопление солей в растении, что не дает свертываться протоплазме.

Жаровыносливость растений также основана на устойчивости протоплазмы клеток растений к тепловой денатурации. *Молекулярный* механизм приспособления к жаре основан на изменениях структуры белков и их стабилизации.

Приспособления растений к условиям низких температур. Некоторые виды (мак оранжевый, фиалка алтайская, лук Семенова) переносят неоднократное замерзание цветков. С потеплением воздуха растения оттаивают и продолжают свое развитие.

Морфологическое приспособление – это наличие стланцевых форм карликовой березы, ели, можжевельника и др. Стелющиеся ветви таких растений зимуют под снегом и не подвергаются вредному воздействию низких температур.

Клеточные и тканевые адаптации выражаются в изменении физико-химического состояния веществ, содержащихся в клетках. В них увеличивается запас органических веществ, повышается концентрация растворов, увеличивается осмотическое давление клеточного сока, уменьшается процент свободной воды, не связанной в коллоиды. «Связанная вода» трудно испаряется и плохо замерзает, утрачивает свойства растворителя, входит в структуру макромолекул белков и нуклеиновых кислот. Заморозить ее в таком состоянии трудно.

Важным приспособлением к выживанию при низких температурах является *отложение запасных питательных веществ* в виде жира, масла, гликогена. Так, масло, прежде всего, вытесняет воду из вакуоли и этим предохраняет ее от замерзания.

Важными являются биохимические изменения в запасных питательных веществах, которые протекают в период подготовки к зимнему состоянию. Крахмал превращается в сахар. Появляются такие сахара, как стахиоза и рафиноза.

Одним из тканевых механизмов приспособления является распределение резервных энергетических веществ в теле растений. К зиме сахара и масла откладываются в тканях наземных органов, а в подземных органах – крахмал. У растений наблюдается большое накопление масла во внутренних слоях древесины. Это увеличивает устойчивость организмов к сильным морозам.

Г.Ф. Морозов предложил такую классификацию видов деревьев, начиная от теплолюбивых и кончая холодостойкими: 1 – каштан, 2 – дуб, 3 – ясень, 4 – ильм, 5 – граб, 6 – сосна приморская, 7 – сосна австрийская, 8 – сосна обыкновенная, 9 – рябина, 10 – ольха, 11 – береза, 12 – пихта, 13 – ель, 14 – кедр, 15 – лиственница [7].

Температурные адаптации животных

В отличие от растений животные, обладающие мускулатурой, производят гораздо больше собственного внутреннего тепла. При сокращении мышц освобождается больше тепловой энергии, чем при работе любых других органов и тканей. Так, благодаря мускульной работе змеи обогревают кладку яиц.

По сравнению с растениями животные обладают более разнообразными возможностями регулировать постоянно или временно температуру собственного тела.

Основные пути температурных адаптаций у животных такие:

1) *химическая терморегуляция* – активное увеличение теплопродукции в ответ на понижение температуры среды;

2) *физическая терморегуляция* – изменение уровня теплоотдачи, способность удерживать тепло или, наоборот, рассеивать его избыток. Физическая терморегуляция происходит благодаря анатомическим и морфологическим особенностям строения животных: волосяному и перьевому покровам, устройству кровеносной системы, распределению жировых запасов, испарительной теплоотдачи;

3) *поведение животных*. Передвигаясь в пространстве или изменяя свое поведение, животные могут активно избегать неблагоприятных температур. Для многих животных поведение является почти единственным и очень эффективным способом поддержания теплового режима. Создание убежищ с определенным микроклиматом, их рассредоточение или сгущивание. Изменение активности в разное время суток.

У животных важное значение для поддержания температурного баланса имеет отношение поверхности тела к его объему. Количество продуцируемого тепла зависит от массы животного, а теплообмен идет через его покровы.

Правило Бергмана – по мере удаления от полюсов к экватору размеры тела у близких видов с непостоянной температурой увеличиваются, а с постоянной – уменьшаются.

К. Бергман сформулировал его в 1847 г., когда проанализировал зависимость размеров животных от климатических условий среды. Одной из причин такого явления служит повышение температуры в тропиках и субтропиках. У мелких форм относительная поверхность тела возрастает, и, соответственно, увеличивается теплоотдача. В холодном климате это невыгодно для организмов. Классическим примером правила Бергмана являются размеры двух видов пингвинов: большого императорского пингвина, который живет в Антарктике, вес его составляет 43 кг, рост – 120 см, и маленького по размерам пингвина на острове Галапагос около экватора, вес которого составляет 3 кг, рост – 40 см [8].

Правило Аллена – у животных с постоянной температурой тела в холодных климатических зонах наблюдается уменьшение площади выступающих частей тела (хвостов, ушей, клювов у птиц).

Джон Адам Аллен сформулировал это правило в 1877 г. после исследования многих млекопитающих и птиц северного полушария. Выступающие части тела отдают в окружающую среду наибольшее количество тепла. У млекопитающих при низких температурах относительно сокращаются размеры хвоста, конечностей, ушей, лучше развивается волосяной покров. Правило Аллена проявляется, например, при сравнении ушей экологически близких видов: песца, который является обитателем тундры, лисицы обыкновенной – типичной для умеренных широт, и лисицы фенек – обитателя пустынь Африки. Огромные уши лисицы фенек превратились в органы терморегуляции, поскольку они имеют большое количество кровеносных сосудов.

Реакции животных на тепловой режим проявляются в изменениях пропорций отдельных органов и тела. У многих мелких млекопитающих теплых стран вес некоторых органов часто меньше, чем у особей того же вида, что живет в более холодных климатических зонах. Так, у горностая из северных мест увеличены сердце, почки, печень, надпочечники по сравнению с животными из более южных районов. Обычно изменены органы, которые связаны с регулированием интенсивности обмена веществ.

Влажность

Известно, что без воды нет жизни. Живых организмов, не содержащих воду, на Земле не найдено. Живые существа возникли в водной среде. От ее физико-химических особенностей зависит обмен веществ гидробионтов – организмов, живущих в воде, все черты строения и физиологии которых приспособлены к жизни в воде.

Для многих видов вода служит средством распространения. Вода в организме – основная среда, в которой протекают биохимические процессы как водных, так и сухопутных растений и животных. Она образует коллоидные системы – протоплазму. От количества воды и растворенных в ней солей зависят осмотическое давление и ионное состояние соков тела, которые обуславливают внутриклеточный и межклеточный обмен. В виде водных растворов транспортируются питательные вещества и продукты распада. Только через водную пленку осуществляется поглощение кислорода и выделение углекислоты при дыхании. В виде водных растворах переносится в теле пита-

тельные вещества и продукты распада. Только через водную пленку осуществляется поглощение кислорода и выделение углекислого газа при дыхании животных, также работают органы обоняния (табл. 3). Содержание воды в теле организмов колеблется.

Таблица 3

Количество воды в разных организмах, % к массе тела
(Б. Кубанцев)

Растения	Содержание воды, %	Животные	Содержание воды, %
Водоросли	96...98	Губки	84
Корни моркови	87...91	Моллюски	80...92
Листья трав	83...86	Насекомые	46...92
Листья деревьев	79...82	Ланцетник	87
Клубни картофеля	74...80	Земноводные	до 93
Стволы деревьев	40...55	Млекопитающие	68...83
Зерновки злаков	12...14	–	–
Сухие мхи, лишайники	5...7	–	–

Количество воды может значительно снижаться в периоды покоя организмов, но полностью не исчезает. Потеря воды тяжелее голодания. Человек при голодании без угрозы для жизни может потерять до 40 % веса тела, включая половину белков, почти все углеводы и жиры, но при значительном уменьшении содержания воды в теле на 10 % наступает расстройство функций, а при потере 20 % наступает смерть.

Выносливость к обезвоживанию тканей зависит и от экологии вида животного. Например, живущая в сухих степях зеленая жаба гибнет при потере 50 % веса, тогда как влаголюбивая травяная лягушка не выдерживает утрату даже 15 % веса.

Водный обмен организма со средой состоит из двух процессов:

- поступление воды в организм;
- отдача ее во внешнюю среду.

У высших растений этот процесс представлен насыщением воды из почвы корневой системой, проведением ее (вместе с растворенными веществами) к отдельным органам и клеткам и выведением в процессе транспирации.

Животные получают влагу в виде питья. Выделение воды происходит с мочой и экскрементами, а также путем испарения. Для животных важным источником воды является пища, при этом значение ее в водном обмене не исчерпывается содержанием воды в тканях кормовых объектов. В процессе окисления органических веществ

(особенно жиров) образуется так называемая *метаболическая вода*. Усиленное питание сопровождается накоплением в организме жировых запасов, значение их двойное:

- 1) это органический резерв;
- 2) это внутренний источник поступления воды в клетки и ткани.

Растения и животные могут удовлетворять свои потребности в воде в первую очередь за счет атмосферных осадков и отчасти влажности воздуха.

Частые и тихие дожди обеспечивают равномерное проникновение воды в почву. Так, из 5,4 мм воды, поступившей с получасовым ливнем, в почву просочилось 35 %, а из 6,1 мм осадков, выпавших за 6 часов тихого дождя, почвы достигло 93 %. В некоторых случаях высокой эффективностью отличаются росы, туманы.

Для растений важно учитывать фактическое количество воды, которое оно использует. В биоценозе – взрослом сосновом лесу – на кронах задерживается до 20...25 %, в еловом лесу – до 40...60 % осадков. Далее влага задерживается кустарниками, травами. До корневой системы растения доходит очень мало воды. Просочившаяся вода через слои почвы переходит в грунтовые воды [9].

В умеренных зонах осадки выпадают в значительной мере в виде снега. Влияние снега на водный режим очень велико. Когда весной тает снег, то запас влаги в почве пополняется.

Состояние почв, когда при наличии воды она не может быть получена растениями, называют *физиологической сухостью*. *Физическая сухость* – когда в почве наблюдается недостаток влаги. Физиологически сухие почвы имеют широкое распространение в тундре и на болотах, в степях и пустынях (низкие температуры в одних, большая кислотность у других, засоление почв у третьих).

Сезонное распределение влаги. Исключительную важность имеет сезонное распределение влаги в течение года, а также ее суточное колебание. Влажность воздуха обуславливает периодичность активной жизни организмов, сезонную динамику протекания жизненных циклов, влияет на продолжительность их развития, плодовитость и смертность.

В сухом климате у некоторых растений выработались своеобразные ритмы. Это характерно для однолетних растений с очень коротким вегетационным периодом, который ограничен сроками весеннего или осеннего увлажнения. Такие быстро развивающиеся растения называют *эфемерами*. Бурачок маленький, крупка весенняя, вероника весенняя успевают пройти весь цикл (от прорастания до появления

нового семени) за 15...30 дней, т. е. за то время, когда в почве много влаги.

Нередко в период длительных засух отмечается массовая гибель растений. К гибели может привести и переувлажнение среды, что наблюдается в период выпадения обильных дождей, при разливах рек. Однако растения легче переносят переувлажнение, чем длительные засухи.

Экологические группы растений и животных. По отношению к фактору влажности среди сухопутных организмов различают:

- гигрофильные (влаголюбивые);
- мезофильные (предпочитающие умеренную влажность);
- ксерофильные (сухлюбивые).

Примером гигрофилов являются мокрецы, ногохвостки, комары, стрекозы, жужелицы. Среди растений – калужница болотная, кислица, лютик. Настоящие ксерофилы – это термиты, жуки-чернотелки, вараны, верблюды; среди растений – кактусы, алоэ.

Особенно четко особенности приспособления к тому или иному водному режиму выражены у растений, т. к. они не могут передвигаться и активно отыскивать необходимую среду.

По отношению к воде растения разделяют на следующие группы:

Гидатофиты – растения полностью погружены в воду. Это элодея, валлиснерия, многие рдесты, водяные лютики. Одни из них укореняются в грунте, другие свободно взвешены в толще воды. Строение гидатофитов определяется условиями жизни. Листья у них тонкие, составлены двумя слоями клеток и часто рассечены на нитевидные доли («листья-жабры»). На поверхности эпидермы отсутствует кутикула, или она тонкая для прохождения воды. В тканях водных растений много крупных межклеточников, заполненных газами. Поэтому водные растения свободно взвешены в воде и не нуждаются в наличие механических тканей. Плохо развиты или совсем отсутствуют сосуды, т. к. растения воспринимают воду всей поверхностью тела. У большинства гидатофитов сильно развито вегетативное размножение, которое возмещает ослабленное семенное размножение.

Гидрофиты – растения, приспособленные к водному образу жизни. Это полупогруженные в воду растения, имеющие подводную и надводную часть, или плавающие, т. е. живущие в водной и воздушной среде. Частуха, камыш, тростник, осоки – обычно они растут по берегам водоемов. Они образуют корневища с придаточными корнями, имеют хорошо развитые межклеточные пространства, через которые снабжаются кислородом органы, погруженные в воду. Листья,

погруженные в воду, имеют строение сходное с листьями типичными гидатофитов. Листья, которые возвышаются над водой, имеют плотную пластинку, прочный черешок. Листья, плавающие на воде, имеют промежуточный характер. Устьица находятся на верхней стороне листа. Их очень много, на 1 мм² поверхности приходится до 650.

Гигрофиты – в эту группу входят растения, обитающие на влажной почве (болотные луга, сырые леса). В листе, например, медуницы клетки эпидермиса тонкие, покрыты тонкой кутикулой. Устьица или находятся вровень с поверхностью листа, или приподняты над ней. Обширные межклетники создают общую большую испаряющую поверхность. В условиях влажной атмосферы усиление транспирации ведет к лучшему передвижению растворов питательных веществ к побегам.

Мезофиты – это растения умеренно увлажненных местообитаний. Мезофиты – обширная группа растений. Они преобладают в странах с умеренным климатом, где дожди выпадают на всем протяжении вегетационного периода (больше весной и осенью). Большинство мезофитов – многолетние растения. Травянистые мезофиты обладают корневищами или образуют дернину. Листья у них плоские, с умеренно развитой механической тканью, столбчатой паренхимой. Эпидермис тонкий, кутикула развита слабо. Как правило, устьица расположены только на нижней стороне листа. Осмотическое давление у мезофитов выше, чем у гигрофитов, но меньше, чем у ксерофитов, и равно 10..25 атмосфер. Типичные мезофиты – это тимopheевка луговая, ежа сборная, клевер, кислица, седмичник, липа, орешник, вяз.

Ксерофиты – растения засушливых местообитаний, растения сухих степей, пустынь и вообще областей с сухим и жарким климатом. Они способны переносить засуху, не снижая жизненной активности. Эта способность ксерофитов объясняется разнообразными анатомо-морфологическими и физиологическими приспособлениями. К таким *морфологическим* приспособлениям, которые помогают растению снизить транспирацию и ослаблять перегрев, относятся:

- редукция листовой пластинки;
- глубокое размещения устьиц в тканях листа, что способствует уменьшению испарения;
- складывание листьев вдоль;
- развитие на листьях, стеблях густого покрова из волосков;
- мощное развитие воскового налета на поверхности листьев и стебле;

- ориентировка листовой пластинки параллельно солнечным лучам у компасных растений;
- богатство слизями, связывающими в запас некоторое количество воды.

Физиологические признаки:

- повышенное осмотическое давление: 40...60 и даже 100 атмосфер;
- способность плазмы переносить длительное обезвоживание;
- более высокая способность к ассимиляции.

Ксерофиты разделяют на две группы:

- *суккуленты* – это сочные, мясистые растения с сильно развитой водозапасающей тканью. Они накапливают большое количество воды. Различают стеблевые суккуленты (кактусы, молочаи), листовые суккуленты (агавы, алоэ);
- *склерофиты* – это сухие, жесткие кустарники и травы. Они не содержат в себе влагу, а наоборот, интенсивно ее испаряют (саксаулы, верблюжья колючка, полыни, ковыли).

Известный ученый М. К. Турский расположил в следующий ряд древесные растения России по влаголюбию:

1 – ольха черная, 2 – ясень, 3 – клен, 4 – бук, 5 – граб, 6 – вяз, 7 – липа, 8 – дуб, 9 – осина, 10 – ель, 11 – пихта, 12 – лиственница, 13 – береза, 14 – сосна.

Контрольные вопросы для главы 2

2.1. Такие факторы, как свет, влажность, давление, температура, движение воздуха, называются ...

- 1) почвенными;
- 2) биологическими;
- 3) климатическими;
- 4) абиотическими.

2.2. Верхняя граница биосферы, проходящая в атмосфере, обусловлена таким фактором, как ...

- 1) концентрация кислорода;
- 2) интенсивность освещения;
- 3) УФ излучение;
- 4) плотность воздуха.

2.3. Годовой суммарной солнечной радиацией, состоянием атмосферы, характером рельефа и т. д. определяется такой абиотический фактор, как ...

- 1) влажность;
- 2) свет;
- 3) давление;
- 4) кислород.

2.4. Закономерность, когда действие одного фактора зависит от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы, получила название принципа ... факторов.

- 1) противодействия;
- 2) взаимодействия;
- 3) однонаправленности;
- 4) агрегации.

2.5. Среди почвенных факторов важнейшим свойством, влияющим на рост и продуктивность растений, является ее ...

- 1) влажность;
- 2) давление;
- 3) пористость;
- 4) плодородие.

3. ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НИМ ОРГАНИЗМОВ

В процессе длительного исторического развития живые организмы приспособились к существованию в строго определенных условиях. Первой средой жизни стала вода. Именно в ней возникла жизнь. Затем организмы начали заселять наземно-воздушную среду. В результате появились наземные растения и животные.

В процессе работы живого вещества на суше поверхностные слои литосферы постепенно превратились в почву – третью среду жизни. Почву стали заселять как водные, так и наземные организмы, создавая специфический комплекс. Параллельно шло формирование симбионтов, паразитов. Средой их жизни стали другие организмы – хозяева и сожители.

На повременной Земле выделяют четыре среды жизни: водную, наземно-воздушную, почву и живые организмы [10]. Рассмотрим каждую подробнее.

Водная среда

Гидросфера занимает 71 % площади Земного шара. Объем запасов воды равен 1370 млн км³, что составляет 1/800 часть объема Земного шара. Основное количество воды сосредоточено в морях и океанах. Это более 98 %. Льды в полярных областях составляют 1,24 %. Количество вод рек, озер, болот не превышает 0,45 %.

В водной среде обитает около 150 000 видов животных (около 7 % от общего их количества на Земле) и 10 000 видов растений, что составляет 8 %. Число видов в водной среде значительно меньше, чем в наземно-воздушной среде и почве. Эволюция на суше проходила значительно быстрее.

Рассмотрим основные свойства водной среды.

Плотность воды. Она достаточно большая, для дистиллированной воды равна 1 г/см³ при температуре 4 °С. В природе ее плотность может быть больше 1,35 г/см³, в то время как плотность воздуха равна 0,0012 г/м³.

Давление воды возрастает с глубиной примерно на 1 атмосферу на каждые 10 метров. Раба-удильщик, некоторые морские звезды обитают на больших глубинах, где давление 400...500 атмосфер. Плотность и давление определяют передвижение водных организмов. Плотность воды дает возможность как бы «опираться» на нее. Многие гидробионты (планктон) парят в воде. В состав планктона входят

простейшие, медузы, моллюски, мелкие рачки, мальки рыб. У них высокая плавучесть.

У рыб имеются плавательные пузыри, которые приближают их удельный вес к удельному весу воды. У многих крупных бурых водорослей имеются воздушные пузыри.

Плотность воды сильно влияет на возможность активного плавания. Быстрое движение возможно при наличии обтекаемой формы тела и сильно развитой мускулатуре. Это наблюдается у рыб, дельфинов – *нектонных* организмов. Меч-рыба способна развивать скорость до 130 км в час. Среди водных животных распространено плавание реактивным способом. Так могут двигаться медузы, личинки стрекоз [9].

Вода обладает большей выталкивающей силой, чем воздух, поэтому крупные наземные животные выглядят карликами по сравнению с некоторыми китами. Длина их тела достигает 30 метров, вес – более 100 тонн. Вес крупных слонов около 7 тонн.

Кислород. Кислородный режим отличается от атмосферного. Кислорода в воде меньше в 21 раз, чем в воздухе. Содержание его составляет 6...10 мл в 1 литре. В стоячих водоемах, в болотах кислорода иногда нет совсем. Среда, лишенная кислорода, называется анаэробной. Кислород поступает в воду в результате фотосинтеза водных растений, а также за счет диффузии из атмосферы. Верхние слои водной толщи богаче газом, чем нижние.

Дыхание водных организмов-гидробионтов осуществляется или через поверхность тела, или через жабры, легкие, трахеи – специализированные органы. Нехватка кислорода в воде может привести к заморам, когда гибнет много живых организмов. Зимние заморы вызваны образованием льда. Летние заморы вызваны повышением температуры и уменьшением из-за растворимости кислорода.

Солевой режим. В воде растворены различные соли. В морской воде их больше, чем в пресной, – 30 промилле (30 г в 1 литре) по сравнению с 0,5 промилле в пресной воде. Если соленость воды меняется, то животные перемещаются в поисках благоприятных условий. Рачки каланус могут опускаться на глубину до 100 м, если прошел дождь и были опреснены верхние слои моря. Пресноводные рыбы избыток воды удаляют усиленной работой выделительной системы, а соли поглощают через жабры. Морские рыбы, наоборот, вынуждены пополнять запасы воды. Поэтому они пьют морскую воду, а излишки поступающих с ней солей выводят из организма через жаберные лепестки.

Температура воды. Температурный режим водоемов более устойчив, чем на суше. Амплитуда годовых колебаний температуры

в верхних слоях океана – 10...15 °С. В континентальных водоемах не более 30...35 °С. С глубиной температура воды в океанах падает. Даже в тропических областях на глубине 1000 м она не превышает 4...5 °С. Однако в теплых источниках температура воды может достигать 93 °С.

Большое влияние на водные организмы оказывают прозрачность воды и световой режим. Особенно это сказывается на фотосинтезирующих растениях. В самых чистых водах зона фотосинтеза простирается до глубины не свыше 200 м. Солнечный свет не проникает совсем на глубине 1000...1500 м. В водоемах с высокой плотностью фитопланктона свет проникает до глубины 1 м. Окраска животных меняется с глубиной. Наиболее ярко окрашены обитатели литорали и сублиторали. В сумеречной зоне широко распространена красная окраска (морской окунь, красный коралл). Глубинные организмы могут не иметь пигментов. В темных глубинах океана есть организмы, обладающие свечением (биолюминесценцией).

Для ориентации в воде гидробионты выработали некоторые специфические приспособления. Звук распространяется в воде быстрее, чем в воздухе. Ряд видов улавливает инфразвуки. Многие животные сами издают звуки. Ракообразные трут разные части тела друг о друга, рыбы стучат глоточными зубами, лучами грудных плавников. Китообразные отыскивают пищу и ориентируются с помощью эхолокации. Некоторые рыбы могут генерировать электричество (электрический скат, электрический угорь). Частота разрядов доходят до 2000 импульсов в секунду.

Наиболее древний способ ориентации водных организмов – это восприятие химизма воды. Хеморецепторы у них очень чувствительны. Во время миграции рыбы ориентируются в основном по запахам.

Биологические фильтраторы. В воде находится большое количество мелких органических частиц – детрита. Некоторые водные организмы питаются им. Они отцеживают или осаждают взвешенные частицы. Животные-фильтраторы – это пластинчатожаберные моллюски, сидячие иглокожие, планктонные ракообразные. Они играют большую роль в биологической очистке воды. Например, колония мидий на 1 м² пропускает через мантийную полость до 250 м³ воды в сутки. Литоральная зона океана, особенно богатая скоплениями фильтрующих организмов, работает как эффективная очистительная система.

Наземно-воздушная среда жизни

Эта среда является самой сложной по экологическим условиям. Жизнь на суше потребовала много адаптаций животных и растений.

Особенностью наземно-воздушной среды является то, что организмы окружены воздухом – газообразной средой, которая имеет низкую влажность, низкую плотность и низкое давление, но высокое содержание кислорода. Животные в этой среде передвигаются по твердому субстрату – почве, а растения укреплены в ней.

Экологические факторы, действующие в наземно-воздушной среде, отличаются рядом специфических особенностей: свет здесь, по сравнению с другими средами, интенсивнее; температура имеет большие колебания; влажность значительно изменяется в зависимости от географического положения, сезона и времени суток.

У организмов выработались *специфические приспособления*. Животные и растения имеют для усвоения атмосферного кислорода в процессе дыхания (это легкие и трахеи у животных, устьица у растений).

Развитие получили скелетные образования, которые поддерживают тело в условиях незначительной плотности среды. Это механические и опорные ткани растений, скелет животных.

Выработались приспособления для защиты от неблагоприятных факторов (сложность строения покровов, механизмы терморегуляции, ритмика жизненных циклов). Также выработалась большая подвижность животных в поисках пищи. Появились летающие животные и переносимые воздушными течениями плоды, семена, пыльца растений.

Газовый состав воздуха. Воздух – это физическая смесь газов. Состав воздуха, лишенного газов и твердых примесей, практически одинаков во всех местах земного шара. Главные компоненты: азот – 78 %, кислород – 21 %, аргон – 0,9 %, углекислый газ – 0,03 % по объему. Кроме того, в состав воздуха входят и другие вещества. В воздухе есть водяной пар, выделения растений.

Кислород необходим для дыхания большинства организмов, а углекислый газ – для фотосинтеза. У организмов, которые пребывают в условиях постоянного недостатка кислорода: 1) повышена кислородная емкость крови; 2) у них более частые и глубокие дыхательные движения; 3) большой объем легких; 4) повышено количество миоглобина – аккумулятора кислорода в тканях животных. Наличие 14 % кислорода в воздухе являются критическим для многих млекопитающих.

Углекислый газ. Даже небольшие колебания углекислого газа в воздухе отражаются на процессе фотосинтеза. Главные источники поступления углекислого газа в атмосферу – это дыхание животных и растений, процессы горения, извержения вулканов, деятельность микроорганизмов и грибов, промышленные предприятия и транспорт. В атмосфере содержится не менее 2×10^{12} тонн углекислого газа. В древесной массе фитоценозов Земли запасено 500 млрд тонн связанного углерода, что составляет 2/3 всего атмосферного фонда углекислого газа.

В современных условиях мощным источником поступления дополнительного количества углекислого газа стала деятельность человека по сжиганию ископаемых запасов топлива. Углекислый газ влияет на оптические параметры и температурный режим атмосферы. Следствием этого является «парниковый эффект». Углекислый газ воздуха мало задерживает солнечную радиацию. Однако значительно задерживает тепловое излучение, возникающее при разогреве поверхности Земли. Таким образом, создаются условия для сохранения тепла в атмосфере, происходит разогрев атмосферы и переизлучение части энергии обратно к Земле. По мере увеличения углекислого газа температура воздуха может повышаться.

Азот. Атмосфера представляет собой самый большой резервуар самого обильного в ней газообразного азота – 78 % по объему. Для большинства организмов, особенно для животных, он является нейтральным газом. Лишь для группы микроорганизмов (клубеньковые бактерии, азотобактерии) азот воздуха является фактором жизнедеятельности. При отмирании эти микроорганизмы обеспечивают корни высших растений доступными формами этого элемента. В естественных условиях заметного накопления азота не наблюдается, т. к. скорость денитрификации, как правило, равна скорости фиксации азота.

Плотность воздуха. Воздух представляет собой газообразную среду с низкой плотностью. Низкая плотность обуславливает его малую подъемную силу и незначительную опорность.

Жизнь во взвешенном состоянии невозможна. Однако в воздухе присутствует много спор, семян, микроорганизмов. Это происходит благодаря перемещению воздушных масс (ветру). Ветер создает возможность пассивного полета и расселения мелких насекомых, пыльцы, простейших организмов [9].

Малая плотность воздуха обуславливает низкую сопротивляемость передвижению. Поэтому многие наземные животные приобрели

способность к полету. К активному полету способно 75 % видов всех наземных животных. В основном это насекомые и птицы.

Давление. Атмосферное давление на суше низкое. В норме оно равно 760 мм ртутного столба. С увеличением высоты над уровнем моря давление закономерно уменьшается. Так, на высоте 5800 м давление воздуха равняется лишь половине нормального. Пониженное давление является одним из факторов, которое ограничивает распространение по высоте, т. к. влечет за собой уменьшение обеспеченности кислородом, обезвоживание, нарушение репродуктивной функции. Большинство активных летунов занимают зону до 1000 м в высоту, хотя такие, как орлы, могут постоянно жить на высоте 4000...5000 м.

Почва как среда обитания

Почва представляет собой рыхлый тонкий поверхностный слой суши, который контактирует с воздушной средой. В почве происходит обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром. Растения получают воду и минеральные вещества из почвы. Листья и ветки, отмирая, возвращаются в почву, где они разлагаются. В поверхностных слоях почвы, куда поступают мертвые органические вещества, обитает множество организмов-разрушителей: бактерий, грибов, мелких членистоногих, червей, многоножек, насекомых. Их активность обеспечивает развитие почвы сверху, а физическое и химическое разрушение коренной породы способствует образованию почвы снизу.

На 1 м² почвенного слоя находится более 100 млрд клеток простейших, десятки миллионов плоских червей, сотни тысяч клещей и бескрылых насекомых, десятки и сотни дождевых червей.

Почвенные горизонты. Почвенные слои называют горизонтами. Они различаются по морфологическим и химическим свойствам. Это горизонты *A*, *B* и *C*. Самый верхний горизонт подразделяется на три подгоризонта.

A₀ – мертвая органическая подстилка. В этом горизонте обитает большинство почвенных организмов.

A₁ – гумусовый темноокрашенный горизонт. Он состоит из разложившихся органических остатков, перемешанных с минеральными компонентами почвы.

A₂ – подзолистый горизонт (пепельно-серого цвета). В нем происходит вымывание минеральных ионов из почвы. В этом слое сосре-

доточены корни растений, поскольку здесь минеральные вещества растворены в воде и более доступны.

B – иллювиальный горизонт. Сюда поступают ионы из верхнего горизонта *A*₂. Здесь мало органического материала.

C – горизонт – материнская порода, материал, который преобразуется в почву.

С увеличением глубины уменьшается влияние климата, возрастает влияние материнской породы. Живые организмы, перемещаясь всего на несколько сантиметров вверх или вниз, попадают в другие условия.

Наиболее рыхлые слои те, что содержат органическое вещество. Самый плотный – это горизонт *B*. По промежуткам между этими частицами глубоко проникают корни растений.

Влага в почве. Влага в почве находится в различных состояниях.

1. Парообразная (содержится в почвенном воздухе).
2. Химически связанная.
3. Физически связанная (гигроскопическая и пленочная) – прочно удерживается поверхностью почвенных частиц.
4. Капиллярная – занимает мелкие поры и может двигаться по ним.
5. Гравитационная – заполняет более крупные поры и медленно просачивается вниз под влиянием силы тяжести.

Термиты, мышевидные грызуны предпочитают сухие почвы, дождевые черви – увлажненные.

Почва – это полидисперсная трехфазная система. Кроме твердой и жидкой фаз есть и газообразная фаза – почвенный воздух.

Почвенный воздух. Сухая почва содержит воздух во всех своих пустотах. Увеличение влажности приводит к вытеснению воздуха водой. Состав почвенного воздуха изменчив. С глубиной в почвенном воздухе уменьшается содержание кислорода, но возрастает содержание углекислого газа. Он составляет 10 %, в то время как в атмосферном воздухе лишь 0,03 %. Почвенный воздух постоянно обновляется и пополняется атмосферным, что имеет большое значение для животных и растений. Подсчитано, что воздух в пахотном почвенном слое высотой 25 см обменивается с атмосферой каждый час.

Температурный режим. Почва характеризуется своеобразным температурным режимом. Поверхностный ее слой поглощает солнечные лучи и здесь наблюдаются резкие перепады температуры. С каждым сантиметром вглубь суточные и сезонные температурные изменения становятся все меньше. Чем суше почва, тем на большей глубине отмечают изменения температуры. Так, в условиях Ашхабада (Туркмения) суточные колебания в 2...3° сказываются на глубине

до 50 см, а в условиях Средней Европы такие колебания заметны на глубине 30 см.

Химические свойства почвы и их экологическое значение. Существенное влияние на население почвы оказывает ее химический состав. Химизм почвенного раствора в значительной степени плодородие почвы. Растения делят на три экологические группы, для которых необходимо разное количество питательных элементов. Эвтрофные растения нуждаются в большом количестве минерального питания (это растения лугов, степей, лесов, культурных растений). Мезотрофным растениям достаточно умеренного количества питательных элементов (растения горных лесов). Олиготрофные растения произрастают на почвах, в которых содержание минеральных элементов невелико (растения торфяников, сфагновых болот).

В зонах недостаточно увлажненных (южные степи, пустыни) около 25 % почв содержат избыток солей. Следовательно, происходит засоление почв. Растения, которые приспособились к высокому содержанию солей, называются *галофитами*. Такие растения, как солянка, солерос, имеют солеустойчивую цитоплазму. Они накапливают большое количество солей (до 45...50 % веса золь).

Существенное экологическое значение для растений имеет реакция почвенного раствора – концентрация в нем водородных ионов (рН среды). Различают почвы нейтральные (рН = 7), кислые (рН < 7) и щелочные (рН > 7). В зависимости от этого выделяют следующие группы растений:

- 1) *ацидофильные* – они предпочитают кислые почвы (фиалка, вереск, багульник, хвощ, черника);
- 2) *нейтральные* растут на нейтральных почвах (клевер, люцерна, орех);
- 3) *базифильные* – малочувствительны к щелочной среде. Это растения меловых отложений, степей, пустынь.

Растения торфяных болот и торфяников – это брусника, вереск, карликовая береза, болотные формы сосны. Недостаток минерального питания принудил некоторые растения болот обеспечивать себя внепочвенным азотом с помощью ловчего аппарата, как у росянки, венериной мухоловки. У багульника, клюквы на корнях поселились грибы-микоризообразователи, которые обеспечивают растения минеральными веществами [11].

Почва – среда жизни животных. Посчитано, что почвенная зоомасса составляет в хвойных лесах – 200 кг/га, в лиственных – 1000 кг/га,

в пустынях – 10 кг/га. Почвенная фауна перерабатывает 25 % вещества лесного опада.

Почвенные зоологи разделяют животных по размеру на три группы:

1) *микрoфауну* – это простейшие, коловратки, нематоды. Они живут в почвенных порах, заполненных гравитационной и капиллярной водой;

2) *мезофауну* – это дождевые черви, личинки насекомых, многоножки, клещи и т. д. Они ползают по стенкам почвенных полостей;

3) *макрофауну* – крупные землерои – слепыши, слепушонки, кроты, которые прокладывают целые системы ходов и нор. Внешний облик и анатомическое строение отражают их приспособленность к роющему подземному образу жизни. У них недоразвиты глаза, компактное тело с короткой шеей, короткий густой мех, сильные копательные конечности.

Кроме постоянных обитателей почвы, среди крупных животных выделяют экологическую группу обитателей нор: суслики, сурки, кролики, барсуки и т. д. Они кормятся на поверхности, но размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются от опасности.

По ряду экологических особенностей почва является средой, промежуточной между водной и воздушной, и для многих групп членистоногих животных почва послужила средой, через которую первоначально водные обитатели смогли перейти к наземному образу жизни и завоевать сушу.

Живые организмы как среда жизни

Такая среда подходит для животных и растений, которые поселяются на других или в других организмах. По-другому она называется «организм-хозяин», когда организм хозяина является биотопом, местообитанием для паразитов. С одной стороны, это дает паразитам целый ряд преимуществ, а с другой стороны, затрудняет прохождение жизненного цикла.

Все паразиты делятся на две группы:

– *эктопаразиты* – наружные паразиты, обитающие на поверхности тела хозяина (это клещи, вши, пухоеды, пиявки);

– *эндопаразиты* – внутренние паразиты, живущие внутри тела хозяина (большинство гельминтов, бактерий, вирусов, простейших).

Многие организмы в естественных условиях заражены теми или иными паразитами. Рассмотрим каждый вид подробнее.

Эндопаразиты. Одно из главных преимуществ паразитов – обильное снабжение их пищей за счет содержимого клеток, соков тканей. Они «купаются» в пищевом бульоне и всасывают пищу всей поверхностью тела. Поэтому они, как правило, имеют упрощенное строение. Многие паразиты из насекомых утрачивают крылья (вши и блохи). У некоторых редуцируются органы дыхания – аскариды.

У растений-паразитов сокращается количество зеленых частей тела. У раффлезии – паразита лиан – остался один цветок, все остальные органы превратились в нити.

Обильная и легкодоступная пища служит условием быстрого роста паразитов там, где позволяет пространство. Например, бычий и свиной солитеры (плоские черви) достигают в длину 8...2 м, тогда как самые крупные среди плоских червей в природе не превышают 60 см.

Неограниченные пищевые ресурсы способствуют громадной плодовитости паразитов. Человеческая аскарида продуцирует в среднем 250 тыс. яиц в сутки, а за всю жизнь – более 50 млн. Масса яиц, отложенных одной самкой аскариды за год, в 1700 раз превышает ее собственную массу. Такая плодовитость необходима паразитом, т. к. большинство яиц гибнет, не попав в очередного хозяина. Только высокая плодовитость увеличивает шансы на выживание [12].

Важным преимуществом для паразитов является и то, что они, находясь в теле хозяина, защищены от непосредственного воздействия факторов внешней среды.

Выход во внешнюю среду опасен для паразитов. Поэтому на стадии жизненного цикла, которую паразиты проводят вне хозяина, у них развиваются различные защитные приспособления, позволяющие пережить этот критический период (толстые и многослойные оболочки яиц гельминтов, цисты кишечных амёб, способность к анабиозу у ряда личинок нематод и т. д.).

Основные трудности, с которыми сталкиваются паразиты: ограниченность жизненного пространства; трудность распространения от одной особи хозяина к другим хозяевам; защитные реакции у организма-хозяина против паразитов. Так, полноценные здоровые растения и животные обладают защитными приспособлениями. Например, устойчивость хвойных деревьев к нападению стволовых вредителей (короедов, усачей, златок) обеспечивается выделением смолы, которая содержит соединения, токсичные для насекомых. Ослабленные деревья теряют сопротивляемость, их заселяют насекомые, грибы.

Ограниченность жизненного пространства сказывается на размерах паразитов. Грегарины, которые живут в полости кишечника, – это

крупные паразиты. Малярийный плазмодий – паразит кровяных клеток – имеет очень малые размеры. Распространению от одного хозяина к другому паразиту помогает высокая его плодовитость, чередование поколений (половое и бесполое размножение), смена двух или более хозяев. Так, малярийный плазмодий живет и в человеке (основной хозяин), и в кровососущем комаре (промежуточный хозяин).

Эктопаразиты. Эти паразиты живут на поверхности тела хозяина, находят здесь и пищу, и жилище. Для эктопаразитов одна из важных задач – это удержаться на теле хозяина. Поэтому у них образуются органы прикрепления: присоски, крючья, коготки.

Таким образом, паразиты, как и свободноживущие виды, обладают особыми прикреплениями к своей среде обитания. Их строение и жизненные циклы отражают специфику этой среды.

Контрольные вопросы для главы 3

3.1. Резкие колебания температуры характерны для ... среды жизни:

- 1) почвенной;
- 2) наземно-воздушной;
- 3) организменной;
- 4) водной.

3.2. Для крота характерна следующая среда обитания:

- 1) наземно-воздушная;
- 2) водная;
- 3) другой организм;
- 4) почвенная.

3.3. В какой среде могут жить очень крупные животные, масса которых равна массе самых крупных китов?

- 1) другой организм;
- 2) водная;
- 3) почвенная;
- 4) наземно-воздушная.

3.4. В какой среде живет больше всего видов живых организмов?

- 1) в водной;
- 2) в наземно-воздушной;
- 3) в почве;
- 4) в другом организме.

3.5. Биотическое взаимодействие «ресурс – эксплуататор», при котором один вид использует другой вид как среду жизни и как источник питания, называется ...

- 1) мутуализмом;
- 2) протокооперцией;
- 3) паразитизмом;
- 4) рабовладельчеством.

4. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОРГАНИЗМОВ

В природе можно видеть, что организмы, которые принадлежат к разным систематическим группам, но живут в одинаковых экологических условиях, приобретают сходные черты. Современная систематика растений и животных основана на степени родства. В экологической классификации такого главного критерия, как в систематике, нет. В экологии разнообразие способов и путей адаптации к среде создают необходимость множества классификаций. В основу экологических классификаций могут быть положены самые разнообразные критерии: способы передвижения, отношение к температуре, влажности, солености среды.

Простейшая экологическая классификация – это разделение всех организмов на *эврибионтов* и *стенобионтов*, т. е. организмов, имеющих разный диапазон приспособлений к среде.

Разделяют организмы **по способу питания**:

1) автотрофы:

- фототрофы (для синтеза органических веществ используют солнечную энергию);
- хемотрофы (используют энергию химических связей соединения серы);

2) гетеротрофы:

- фитофаги (потребители живых растений);
- зоофаги (нуждающиеся в животной пище);
- сапрофаги (питаются растительными остатками);
- некрофаги (трупоядные животные).

Экологическая классификация проведена в соответствии с положением организмов в пищевой (трофической) цепи: продуцентов, консументов и редуцентов [12].

В основу экологической классификации могут быть положены и **места обитания**. Так, водные организмы подразделяют на:

- 1) бентосные (живут на грунте и в грунте);
- 2) планктонные (свободно парящие в воде);
- 3) нектонные (активно плавающие);
- 4) плейстонные (погруженные у поверхности);
- 5) нейстонные (у поверхностной пленки).

Почвенных организмов классифицируют **по размерам**:

- 1) микро-;

- 2) мезо-;
- 3) макробиота.

Классификация **по способу добывания пищи**. Среди животных есть:

- 1) фильтраторы (киты, мелкие рачки, личинки кровососущих комаров);
- 2) пасущиеся формы (копытные, жуки-листоеды);
- 3) собиратели (дятлы, кроты, куры);
- 4) охотники (волки, львы, мухи-ктыри).

Экологические классификации помогают выявлять возможные пути приспособления организмов к среде. Наиболее распространена экологическая классификация организмов *по жизненным формам* – по типу внешней морфологии. Жизненные формы определяют приспособленность организмов к комплексу факторов, к специфике местобитания в отличие от экологических групп, характеризующих приспособление к отдельным факторам.

Жизненные формы животных

Классификации жизненных форм животных весьма разнообразны в зависимости от принципов, которые положены в их основу.

По характеру передвижения в разных средах А. Н. Формозов выделил среди *зверей* следующие адаптивные типы:

- 1) наземные формы;
- 2) подземные (землерои);
- 3) древесные;
- 4) воздушные,
- 5) водные.

Наземные млекопитающие передвигаются в основном посредством ходьбы, бега и прыжков, и это проявляется в их облике. Например, прыгающие животные – тушканчики, кенгуру, прыгунчики – имеют компактное тело с удлиненными задними конечностями и укороченными передними. Длинный хвост играет роль баланса и руля.

Профессор Д. Н. Кашкаров выделил жизненные формы *животных* по способу передвижения следующим образом:

- 1 – плавающие формы;
- 2 – роющие;
- 3 – наземные;
- 4 – древесные лазающие;
- 5 – воздушные формы.

Разные категории жизненных форм *насекомых* относительно среды обитания предложил В. В. Яхонтов:

- 1) геобионты (обитатели почвы);
- 2) эпигеобионты (обитатели более или менее открытых участков почвы);
- 3) герпетобионты (насекомые, живущие среди органических остатков на поверхности почвы, под опавшей листвой);
- 4) хортобионты (обитатели травяного покрова);
- 5) тамнобионты и дендробионты (обитатели кустарников и деревьев);
- 6) ксилобионты (обитатели древесины);
- 7) гидробионты (водные насекомые).

Жизненные формы отчетливо выделяются в пределах любой таксономической группы животных, характеризующейся экологическим разнообразием видов. Например, во внешнем *облике птиц* в наибольшей мере проявляются приуроченностью их к определенным типам местообитаний и характер передвижения при добывании пищи. В связи с этим различают птиц:

- 1) древесной растительности;
- 2) открытых пространств суши;
- 3) болот и отмелей;
- 4) водных пространств.

В каждой из групп выделяют специфические формы:

- 1) добывающие пищу при лазании (попугаи, кукушки, дятлы);
- 2) добывающие пищу в полете (в лесах – совы, козодои; на открытых пространствах – длиннокрылые; над водой – буревестники, альбатросы);
- 3) кормящиеся при передвижении (по земле – куриные, киви, страусы; на открытых местах, на болотах и отмелях – цапли, фламинго);
- 4) добывающие пищу с помощью плавания и ныряния (пингвины, гуси, гагары).

Жизненные формы у *рыб*, предложенные ихтиологом Г. В. Никольским: стреловидная (сарган), тарпедовидная (скумбрия), сплюснутая с боков (лещ), тип луны-рыбы, змеевидная (угорь), плоский (скат), шаровидный (кузовок).

Знание жизненных форм помогает определить специфику биогеоценоза, его структуру, своеобразие условий жизни в нем.

Жизненные формы растений

Важное место уделено изучению жизненных форм растений. Именно у растений были выделены сначала жизненные формы.

Например, среди них выделяют гидрофиты, мезофиты, ксерофиты. Эта классификация основана на физиологических особенностях растений. Делят растения на деревья, кустарники, травы. Данная классификация характеризует главные наземные сообщества.

Классификацию жизненных форм растений в первой половине XVIII в. предложил А. Гумбольдт. Он разделил их по внешнему виду: папоротники, лианы, пальмы, хвойные, кактусы и т. д. В конце XIX в. Е. Варминг характеризовал водные, сухопутные растения, свободные, прикрепленные растения, лианы.

Наиболее широкое распространение получила классификация жизненных форм растений, разработанная в 1905...1907 гг. датским ботаником С. Раункиером. В ее основе только один признак – положение почек возобновления или верхушек побегов в течение неблагоприятного времени года по отношению к поверхности почвы и снегового покрова. По этой классификации выделяют следующие жизненные формы:

1. Фанерофиты (от греч. фанерос – видимый). Наземные растения – деревья, кустарники, стеблевые суккуленты, травянистые стеблевые растения. Почки возобновления находятся у них на вертикально расположенных побегах высоко над землей, выше 30 см.

2. Хамефиты (от греч. хамес – приземистый, карликовый). Это растения с почками возобновления, расположенными у земли или не выше 20...30 см. В умеренных широтах побеги этих растений на зиму уходят под снег и не отмирают (например, брусника, черника).

3. Гемикриптофиты (от греч. криптос – тайный) – дернообразующие растения, у которых почки возобновления находятся на уровне почвы или даже в ней. Надземные побеги к зиме отмирают. Это очень многие луговые растения (например, крапива, одуванчик).

4. Криптофиты (или геофиты) – многолетние травы с отмирающими надземными частями. Почки возобновления располагаются на подземных органах (например, лук, картофель).

5. Терофиты (от греч. терос – лето) – однолетние растения. К зиме отмирают и наземные, и подземные части. Зимой переживают на стадии семян.

По современной классификации к пяти формам Раункиера добавлена еще одна – эпифиты.

Процентное распределение видов по жизненным формам в растительных сообществах на изучаемой территории называют *биологическим спектром*. Для разных зон и стран составлены биологические спектры, которые являются индикаторами климата. Жаркий и влажный

климат тропиков был назван климатом фанерофитов, континентальный климат умеренного пояса – климатом гемикриптофитов (табл. 4).

Таблица 4

Биологические спектры, % %

Районы	Фанерофиты	Хамефиты	Гемикриптофиты	Криптофиты	Терофиты
Тропики	61	6	12	5	16
Пустыня	12	21	20	5	42
Арктический	1	22	60	15	2
Костромская обл.	7	4	52	19	18
Нормальный спектр:					
• из 1000 видов	46	9	26	6	13
• из 400 видов	47	9	27	4	13

Для сухого и жаркого климата пустыни характерно обилие однолетников (терофитов). В Арктике господствуют гемикриптофиты, много хамефитов и почти нет терофитов.

«Нормальные спектры» С. Раункиер рассчитал, взяв без особого выбора 400 и 1000 видов из мирового перечня флоры, чтобы показать, как мало изменяется спектр в зависимости от богатства флоры. «Нормальные спектры» характеризуют мировую флору как состоящую главным образом из фанерофитов и гемикриптофитов. Меньше всего в ней криптофитов и хамефитов.

Биологические спектры пригодны и для характеристики климатических различий одной какой-либо области (табл. 5).

Таблица 5

Биологический спектр Ленинградской области, % %

Тип растительности	Фанерофиты	Хамефиты	Гемикриптофиты	Криптофиты	Терофиты
Леса хвойные	24	26	32	17	1
Леса дубовые	26	4	52	13	1
Луга	–	1	73	23	3
Травяные болота	–	–	47	53	–
Сфагновые болота	6	49	31	13	1

В табл. 5 видно, что в хвойных лесах много хамефитов, а в дубовых мало. Это объясняется тем, что в хвойных лесах много общих видов с флорой тундры. Они остались от послеледникового периода, нашли под пологом хвойного леса подходящую для себя среду (бедные почвы, затенение, влажность воздуха). Еще больший процент хамефитов на сфагновых болотах, флора которых еще ближе к флоре тундры. Терофитов в Ленинградской области мало, почти все они «пришельцы» из других зон. Это полевые и сорные растения.

Существуют и другие схемы классификаций жизненных форм растений. В. Р. Вильямс предложил классификацию злаков по способу кущения.

Г. Н. Высоцкий и Л. И. Казакевич в 20-х гг. XX в. предложили жизненные формы растений по характеру корневой системы и по способности к вегетативному размножению и расселению. Они выделили:

- 1) ползучие растения;
- 2) осевые;
- 3) дернистые;
- 4) луковичные;
- 5) клубневые.

Глубокостержневые формы указывают на глубокий уровень грунтовых вод и хорошую аэрацию почвы. Степная флора содержит больший процент глубокостержневых, чем луговая. Кистекорневые растения характерны для почв с плохой аэрацией, влажных и сырых.

Экологи часто пользуются удачной классификацией покрытосеменных растений, которые предложил И. Г. Серебряков. Он сосредоточил внимание на структуре и длительности жизни надземных скелетных осей, выделив четыре отдела и восемь типов жизненных форм растений.

Отдел А – древесные растения включают три типа: деревья, кустарники, кустарнички. Деревья сохраняют главный ствол. Кустарники имеют много разных по размеру стволов. Кустарнички – это низкие растения, до 60 см (например, черника, брусника).

Отдел Б – полудревесные растения – полукустарники и полукустарнички (степные полыни, эфедра, астрагал, прутник). Они свидетельствуют об аридности местности. Характерный признак для полукустарников – регулярное отмирание верхней части надземных побегов, оставшиеся части стеблей одревесневают.

Отдел В – наземные травы с двумя типами: монокарпические и поликарпические травы. Монокарпики плодоносят один раз в жизни (морковь, капуста). Поликарпики плодоносят много раз в своей жизни.

Отдел Г – водные растения с двумя типами: земноводные травы (стрелолист, рдест, осоки) и плавающие и подводные травы (кувшинки).

Фитоценотические стратегии Раменского – Грайма

Л. Г. Раменский (1938 г.) и Дж. Грайм (1979 г.) все растения разделили на три ценобиотических типа – по их стратегии выживания.

Л. Г. Раменский назвал их *виоленты* (львы), *пациенты* (верблюды), *эксплеренты* (шакалы).

Дж. Грайм назвал их *конкуренты*, *стресстолеранты*, *рудералы*.

Рассмотрим каждую группу отдельно.

Виолент – силовик, «лев». Это мощные растения, чаще деревья, кустарники, высокие травы, которые растут в благоприятных условиях при отсутствии нарушений. Они имеют распростертую крону (или корневище), за счет которой держат под контролем условия среды и полностью используют обильные ресурсы таких местообитаний. Виоленты всегда абсолютные доминанты в фитоценозах. Типичный виолент – бук. Виоленты могут процветать только при наличии значительного количества ресурсов, света, питательных веществ. При ухудшении условий (засоление и т. д.) или при нарушениях (рубка лесов, высокие рекреационные нагрузки, пожары и др.) «львы» растительного мира погибают, не имея приспособлений для переживания действия этих факторов.

Пациент – «вынослицев», «верблюд». Это разнообразные растения, обитающие в неблагоприятных условиях (засуха, засоление, холодный климат). Для переживания стресса у пациентов имеются специальные адаптации. Они не образуют сомкнутых фитоценозов, обычно их покров разрежен, и число видов в этих сообществах небольшое. При этом каждый вид выживает по-своему, и конкуренции практически нет. В некоторых фитоценозах пациенты обитают вместе с виолентами, занимая ниши под их густым пологом. Например, мхи в еловом лесу.

Эксплерент, рудерал, «шакал». Эти растения замещают виолентов при сильных нарушениях местообитаний или используют ресурсы в стабильных местообитаниях, но в период, когда они оказываются не востребованными доминантами. Большинство эксплерентов – однолетники с большим количеством семян, нередко к интенсивному семенному размножению добавляется вегетативное размножение (корневищами или корневыми отпрысками).

Таким образом, рудералы-эксплеренты первыми начинают восстанавливать растительность при нарушениях. К эксплерентам относятся все культурные растения и полевые сорняки.

***r*- и *K*-стратегии**

В экологии существует представление, что организмы могут обладать *r*-стратегией и *K*-стратегией.

r-отбор – это эволюция организмов в направлении увеличения затрат энергии на размножение (комары, мелкие грызуны, сорные растения), а *K*-отбор – на поддержание жизни взрослого организма (крупные хищники, древесные растения) [13] (см. табл. форму ниже).

Общая характеристика видов, обладающих разными стратегиями

<i>r</i> -виды	<i>K</i> -виды
Размножаются быстро	Размножаются медленно
Скорость размножения не зависит от плотности	Скорость размножения зависит от плотности
Потомков много, отсутствует забота о потомках	Потомков немного, забота о потомстве
Вид не всегда устойчив на данной территории	Вид устойчив
Расселяются широко. У животных может мигрировать каждое поколение	Расселяются медленно
Малый размер особей	Крупные размеры особей
Небольшая продолжительность жизни отдельной особи	Большая продолжительность жизни отдельной особи
Место обитания сохраняют недолго	Местообитание устойчиво
Слабые конкуренты	Сильные конкуренты
Слабые защитные приспособления	Хорошие защитные механизмы
Не становятся доминантами	Могут становиться доминантами
Слабая специализация	Высокая специализация

Несмотря на то, что часть организмов являются исключительно *r*- или *K*-стратегами, большинство все же имеют промежуточные характеристики между этими двумя крайними противоположностями. Например, у деревьев наблюдаются такие присущие *K*-стратегии черты, как долголетие и большая конкурентоспособность. Однако в процессе регенерации они вырабатывают тысячи плодов и распространяют их в большом диапазоне, что присуще *r*-стратегам.

Контрольные вопросы для главы 4

- 4.1. Экологическая классификация живых организмов основана
- 1) на родстве организмов;
 - 2) на сходстве приспособлений к среде обитания;
 - 3) на расходовании энергии.
- 4.2. К какой группе организмов относится серая крыса?
- 1) стенобионты;
 - 2) гидробионты;
 - 3) эврибионты.
- 4.3. Нектон – это водные животные, которые...
- 1) двигаются с токами воды;
 - 2) активно двигаются в толще воды;
 - 3) живут на дне;
 - 4) на поверхности водной глади.
- 4.4. Живых организмов делят на *r*-стратегов и *K*-стратегов. Кто из перечисленных животных относится к *K*-стратегам?
- 1) мышь;
 - 2) комар;
 - 3) тигр;
 - 4) многоножка.
- 4.5. Ксерофиты – это растения, которые произрастают ...
- 1) на болоте;
 - 2) в пустыне;
 - 3) в еловом лесу;
 - 4) в пруду.

5. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ (ДЕМЭКОЛОГИЯ)

Популяционная экология – наиболее молодая ветвь экологической науки. Развитие популяционного направления характеризовалось не столько накоплением полевого и экспериментального материала, сколько формированием нового подхода при его анализе: популяция как биологическая система характеризуется появлением специфических свойств, которыми не обладают отдельные организмы данного вида. Так, только на популяционном уровне выявляются такие свойства, как численность и плотность населения, половой и возрастной состав, уровень размножения и смертности и пр. свойства. По этим и другим признакам популяция качественно отличается от организменного уровня организации биологических систем.

Эмерджентность – свойство системы, когда ее признаки отличаются от суммы признаков элементов, составляющих эту систему.

Организм как биологическая система относительно недолговечен, популяция же при сохранении необходимых условий практически бессмертна.

Термин «популяция» происходит от латинского слова *populous*, что в дословном переводе означает «население». Впервые термин «популяция» был введен датским генетиком В. Иогансеном в 1903 г. для обозначения «естественной смеси особей одного и того же вида, неоднородной в генетическом отношении». Позднее этот термин приобрел экологическое значение.

Академик С. С. Шварц дал такое определение: «популяция – элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды» [7].

Популяция – это форма существования вида. Приспособительные возможности популяции гораздо выше, чем у слагающих ее отдельных организмов.

Итак, *популяция* – это совокупность особей одного вида, которая обладает общим генофондом и занимает определенную территорию.

Популяция рассматривается как элементарная единица процесса микроэволюции, которая способна реагировать на изменения среды перестройкой своего генофонда. Таким образом, на уровне популяции протекают повседневные экологические процессы, осуществляется деятельность естественного отбора, формируются видоые адаптации.

Н. П. Наумов, профессор МГУ, выделил три типа популяций. Он предложил иерархическую классификацию популяций, которую создал на основе ландшафтно-биотопического подхода.

Вид имеет совокупность популяций разного ранга:

- географические,
- экологические,
- элементарные.

Географические популяции. К ним принадлежат группы особей одного вида, которые населяют географически однородную местность. Однако биогеоценозы здесь могут быть различны. Это внутри-видовые группировки обширных географических пространств. У большой синицы известно пять таких популяций.

Размеры географической популяции могут быть очень различны. Например, популяция белого медведя занимает территорию всего бассейна Северного Ледовитого океана и его побережий. В то же время географические популяции некоторых моллюсков, амфибий, червей могут быть ограничены несколькими десятками квадратных метров.

Географические популяции распадаются на *экологические популяции*, или ценопопуляции, т. к. они приурочены к конкретным биогеоценозам. Например, такие экологические популяции мышевидных грызунов могут располагаться в глубине леса или на вырубках, пашнях, вдоль речек. Все члены популяции реагируют на одинаковые воздействия среды не вразнобой, а единообразно и одновременно. Каждая экологическая популяция слабо изолирована, и между ними происходит обмен генетической информацией. Следует отметить, что каждая экологическая популяция имеет свои особые черты, которые отличают ее от другой соседней популяции.

Любая экологическая популяция подразделяется не более мелкие пространственные группировки – микропопуляции, или *элементарные популяции*. Они соответствуют многообразным условиям среды в биогеоценозе. Это обитатели отдельных станций. В окрестностях Санкт-Петербурга у дроздов было найдено семь микропопуляций. Между такими популяциями происходит обмен особями.

Рассмотрим **свойства популяции**.

1. Популяция – это взаимоскрещивающееся единство.
2. Популяция всегда входит в состав какого-то сообщества (биоценоза). Следовательно, популяция – видовой компонент биоценоза.
3. Популяция всегда приурочена к определенной территории, и все особи подвергаются одинаковому влиянию экологических факторов.

4. Популяция – биологически самостоятельна в отличие от всех внутрипопуляционных группировок.

Рассмотрим **основные характеристики популяции**.

1. Характер проявления внутривидовых связей.
2. Генетическое своеобразие.
3. Фенотипическое своеобразие.
4. Генетическая разнородность.
5. Возрастная структура.
6. Пространственная структура.
7. Тип динамики численности.

Важно отметить, что выделяют две группы количественных показателей, которые характеризуют популяции: статические и динамические.

Статические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени:

- численность;
- плотность;
- половая структура;
- возрастная структура;
- размерная структура.

Динамические показатели характеризуют процессы, протекающие в популяции за какой-то промежуток времени. Основными динамическими показателями являются:

- рождаемость;
- смертность;
- скорость роста популяции;
- иммиграция;
- эмиграция.

Территориальные границы могут быть весьма подвижны. Надежно определяются границы немигрирующих животных (моллюски), которые создают так называемые локальные популяции.

Пространственная структура популяции

Закономерное распределение особей в пространстве имеет важное биологическое значение, является основой для нормального функционирования популяций.

Пространственная структурированность определяет:

- 1) эффективное использование ресурсов (пищевых, защитных и др.);
- 2) устойчивое поддержание внутри популяционных контактов между особями.

Различают следующие основные типы пространственного распределения:

- 1) равномерный (регулярный);
- 2) диффузный (случайный);
- 3) агрегированный (групповой, мозаичный).

Равномерный тип распределения в идеале характеризуется равным удалением каждой особи от всех соседей. В природе редко встречается такой тип распределения. Это можно видеть в популяциях морских многощитковых кольчатых червей, в чистых зарослях растений при посеве семян.

Чаще животные, растения распределены в пространстве неравномерно. Эта неравномерность обусловлена двумя причинами: неоднородностью территорий и биологией вида.

Диффузный (случайный) тип распределения особей встречается в природе значительно чаще, в нем особи распределены в пространстве случайно. Такой тип распределения широко встречается среди растений, многих таксонов животных. Например, распределения норок пауков-каракуртов.

Агрегированный (групповой, мозаичный) тип распределения выражается в образовании группировок особей, между которыми остаются достаточно большие незаселенные территории. Биологически это связано или с резкой неоднородностью среды, или с выраженной социальной структурой.

Демографическая структура популяций

Когда рассматривают демографическую структуру популяции, то в первую очередь имеют в виду соотношение половых и возрастных групп. Изменение этих показателей существенно влияет на темпы размножения и, соответственно, на общую численность популяции.

Возрастная структура популяции

Каждая особь входит не только в пространственную группировку, но всегда оказывается членом временной группировки – поколения, приплода, возрастной группы. Каждая популяция состоит из групп особей разных по возрасту.

В нормальной, устойчиво существующей популяции число молодых всегда больше, чем число особей более старшего возраста. Так, у оленей годовалые составляют более 50 % от общего числа животных в популяции, пятилетние – 8 %, девяти- и десятилетние – лишь 2...3 %.

При этом популяция оленей включает около десятка возрастных групп. Это характерно для многих долгоживущих видов растений и животных.

При благоприятных условиях в популяции присутствуют все возрастные группы, и поддерживается относительно стабильный уровень численности. Изучение распределения организмов по возрастам имеет большое значение. Когда у промысловых видов преобладают молодые особи, то это говорит о благополучном размножении вида, позволяет ожидать в следующем сезоне увеличения его численности. В этом случае человек может отлавливать большее их число [14].

В популяции обычно выделяют три *экологических возраста*:

- 1) предрепродуктивный (до наступления размножения);
- 2) репродуктивный;
- 3) пострепродуктивный.

У насекомых эфемеров, как подёнки, 95 % всего времени онтогенеза – это предрепродуктивный период – и лишь 5 % – репродуктивный. Пострепродуктивный период у них отсутствует, т. к. после размножения они гибнут. У травяной лягушки на первый период приходится 29 %, на второй – 65 %, а на третий – 15 % времени жизни.

В общем, можно отметить, что возрастной состав любой популяции зависит от ряда факторов:

- времени достижения половой зрелости;
- общей продолжительности жизни;
- длительности периода размножения;
- продолжительности жизни поколения;
- характера смертности в разных возрастных группах;
- типа динамики численности (в популяциях с резкими колебаниями численности, как правило, преобладают молодые).

Эти перечисленные факторы различаются в разных популяциях одного вида, поэтому возрастная структура является неустойчивой (подвижной) характеристикой.

Половая структура популяции

Половая структура популяции определяется первичным, вторичным и третичным соотношениями полов.

Первичное соотношение возникает при образовании зигот, *вторичное* – у новорожденных, *третичное* – к моменту наступления половозрелости.

Вопрос о соотношении полов в популяции возникает лишь в случае наличия разнополых особей, т. е. для большинства животных, двудомных растений.

У растений половая дифференциация особей имеет меньшее значение. Во-первых, у них велика роль вегетативного размножения, а во-вторых, для большинства видов характерна или двудомность цветков, или однодомность. Раздельнополые (двудомные) цветковые растения составляют не более 5 % от общего числа современных видов.

Первичное соотношение полов определяется сочетанием половых хромосом в процессе мейоза и обычно бывает близко 1:1. Однако и первичное соотношение полов может отличаться от соотношения 1:1, поскольку существует избирательность клеток, несущих X- или Y-хромосому.

Вторичное соотношение полов определяется у новорожденных. Оказывается, что на вторичное соотношение могут влиять различные факторы. Например, личинка кольчатого червя развивается в самку, если она оседает на дно моря. Если ей удастся прикрепиться к взрослой самке, то из нее образуется самец, который паразитирует на самке, т. к. он в сотни раз меньше ее по размеру.

К тому же известно, что жизнеспособность женских и мужских особей на разных этапах онтогенеза различна. Поэтому разная жизнеспособность зародышей и определение пола в зависимости от условий развития делают вторичное соотношение полов изменчивым показателем.

Третичное соотношение полов. Разнообразие первичного и вторичного соотношения полов однозначно говорит о разнообразии и третичного соотношения, т. е. числа самцов и самок среди половозрелых особей в популяции. Так, в популяциях соболя бывает 50...70 % самцов, в популяциях лося – 40...58 %.

Соотношение полов отражает как генетические и онтогенетические, так и биогеоценотические влияния на конкретные популяции.

Динамика численности популяции

Важными параметрами популяции являются ее численность и плотность.

Численность популяции – это общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Численность особей любого вида не остается постоянной. Она меняется в различные сезоны, увеличиваясь в период размножения и сокращаясь после его окончания. Она

не одинакова в разные годы, поскольку меняются запасы корма, погодные условия. Численность может увеличиваться или уменьшаться в течение долгого ряда лет.

Амплитуды колебаний численности могут быть различны. Огромные изменения численности многих насекомых-вредителей (например, у саранчи), однако у пчел они не велики.

Плотность популяции – это количество особей или их биомасса, которые приходятся на единицу площади или объема. Это 150 сосен на 1 га, или 0,5 граммов циклопов в 1 кубометре воды. Плотность также изменчива и зависит от численности. При возрастании численности плотность может не измениться, если происходит расселение особей в другие места, происходит расширение границ популяции.

Длительность существования популяции значительно превышает продолжительность жизни отдельных особей. В ней происходит смена поколений, постоянная прибыль и убыль особей.

Можно записать следующим образом:

$$\text{Изменение численности популяции} = (\text{рождение особей} + \text{иммиграция особей}) - (\text{гибель особей} + \text{эмиграция особей}).$$

С математическим выражением динамики численности можно познакомиться в учебнике «Экология» В. И. Коробкина и Л. В. Перельского на с. 94...97 [14].

Каждой популяции и виду в целом свойственен так называемый *биотический потенциал*, под которым понимают теоретически возможное потомство от одной пары особей.

Обычно биотический потенциал тем выше, чем ниже уровень организации организмов. Дрожжевые клетки при реализации своего биотического потенциала могли бы освоить все пространство Земного шара за несколько часов. Через 36 ч толщина слоя была бы толщиной 30 см, а еще через 2 ч толщина слоя достигла двух метров. Существует корреляция между уровнем плодовитости и средней нормой гибели организмов.

В природе биотический потенциал реализуется организмами редко, в течение короткого промежутка времени. Например, если насекомые или микроорганизмы осваивают какой-либо субстрат или среду, где нет конкурентов. В этом случае увеличение численности идет по *j-образной кривой*. Такой тип роста носит название *экспоненциального*. Рост численности происходит в геометрической прогрессии.

Для большинства популяций рост численности ограничен давлением среды. Такая кривая носит название *логистической*, или *S-образной кривой*. Такой ход кривой показывает, что в природе какие-то причины сдерживают чрезмерный рост популяции, не дают ей реализовать свой биотический потенциал.

Периоды резкого изменения численности носят названия «популяционных волн», «волн жизни», «волн численности». В одних случаях их связывают с пищевым фактором, в других – с погодными условиями, солнечной активностью, комплексом взаимосвязанных факторов.

Выделяют три типа динамики численности.

Стабильный тип характеризуется малой амплитудой и длительным периодом колебаний численности. Внешне она воспринимается как практически стабильная. Такой тип динамики свойственен крупным животным с большой продолжительностью жизни, поздним наступлением половой зрелости и низкой плодовитостью. Пример тому копытные животные.

Лабильный тип динамики отличается закономерными колебаниями численности с периодами порядка 5...11 лет и более значительной амплитудой. Численность меняется в десятки раз, как у зайцев и некоторых хищников.

Эфемерный тип динамики отличается резкой неустойчивостью с гибкими депрессиями. Затем они сменяются вспышками «массового размножения». Перепады идут очень быстро. Такие спады часто называют «крахом популяции». Общая длина цикла составляет до 4...5 лет. Пик численности занимает чаще всего не более одного года. Этот тип численности характерен для короткоживущих видов: мелких грызунов, многих видов насекомых.

Кривые выживания. Численность и плотность популяции зависят и от смертности организмов. У рыб, не охраняющих кладку, доживает до взрослой стадии всего 1...2 %, у сусликов – 15...20 %.

Если построить график зависимости доли доживших особей от возраста, то получим кривую, которую называют «кривой выживания». Р. Пёрль ввел в 1920-х гг. в экологию понятие о кривых выживания. Он выделил три основных типа.

Кривая I типа (сильно выпуклая) соответствует ситуации, когда смертность мала в течение большей части жизни, но затем резко возрастает и все особи погибают за короткий срок. Такое распределение наблюдается у дрозофил, поденок и других насекомых. Пёрль ее

назвал «кривой дрозодилы». К кривой I типа приближается кривая выживания человека в развитых странах.

Кривая II типа (диагональ) соответствует постоянной, т. е. независимой от возраста смертности в течение всей жизни. Диагональные кривые выживания встречаются среди рыб, птиц, многолетних травянистых растений. Она называется «кривой гидры».

Кривая III типа (сильно вогнутая) представляет другой крайний случай – массовую гибель особей в начальный период жизни, а затем относительно низкую смертность оставшихся особей. Данный тип кривой выживания называют «кривой устрицы», поскольку у этого моллюска его планктонные личинки гибнут в большом количестве. Во взрослом состоянии устрица ведет прикрепленный образ жизни.

Факторы динамики численности

В современной экологии факторы, ответственные за регулярные изменения численности особей, принято делить на две группы:

- 1) факторы, не зависящие от плотности населения;
- 2) факторы, зависящие от плотности населения.

К первой группе относится комплекс абиотических факторов, которые в своем воздействии на организмы реализуются через составляющие климата и погоды. Почти все жизненные явления, в том числе и динамика численности организмов, хорошо совпадают с изменениями погоды. Сильные бури, внезапные падения температуры и другие изменения физических факторов – наиболее характерные примеры независимых от плотности воздействий.

Важным условием динамики численности служит плотность популяции. С этим связано действие факторов «зависимых от плотности населения». Обычно при росте численности усиливается истребительная деятельность хищников (как в случае зайца и рыси). Усиливается и влияние конкуренции, и распространение паразитов. Возникает опасность недостатка корма. Начинают действовать приспособления, которые ограничивают размножение. Все это приводит к сокращению численности после ее подъема.

Контрольные вопросы для главы 5

5.1. Элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания численности необозримо длительное время в постоянно меняющихся условиях среды, называется ...

- 1) фитоценозом;
- 2) сообществом;
- 3) популяцией;
- 4) экосистемой.

5.2. Соотношение мужских и женских особей отражает ... структуру популяции

- 1) экологическую;
- 2) физиологическую;
- 3) полосу;
- 4) генетическую.

5.3. Общее количество особей в пределах территории (объема), которую занимает данная популяция, называется ... популяции

- 1) численностью;
- 2) плотностью;
- 3) населением;
- 4) выживаемостью.

5.4. К статическим параметрам популяции относятся:

- 1) рождаемость;
- 2) численность;
- 3) плотность;
- 4) смертность.

5.5. Скорость увеличения численности особей популяции при отсутствии лимитирующих факторов обозначается как ...

- 1) кривая выживания;
- 2) биотический потенциал;
- 3) демографический рост;
- 4) популяционная волна.

6. БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ (СИНЭКОЛОГИЯ)

Популяции различных видов живых организмов, заселяющих общие места обитания, неизбежно вступающие в определенные взаимоотношения при питании, использовании пространства, влиянии на особенности микро- и мезоклимата. Популяции разных видов объединяются в системы более высокого ранга – в биоценозы.

Биоценоз – это группа взаимосвязанных популяций растений, животных, грибов и микроорганизмов, живущих совместно в одних и тех же условиях среды.

Подбор видов в биоценозах не случаен, он определяется возможностью непрерывного поддержания круговорота веществ. Биоценоз представляет собой эволюционно сложившуюся форму организации живого населения биосферы, многовидовую биологическую экологическую систему.

Понятие «биоценоз» было предложено в 1877 г. немецким зоологом К. Мёбиусом в книге «Устрицы и устричное хозяйство». Он написал главу «Устричная банка как биологическое сообщество или биоценоз» [9].

Однако никакой биоценоз не может развиваться независимо от среды. В результате в природе складываются определенные комплексы из живых и неживых компонентов.

Пространство с более или менее однородными условиями, заселенное тем или иным сообществом организмов (биоценозом), называется *биотопом*, или экотопом. Соответственно, биотоп – это место существования биоценоза. Любой биоценоз образует с биотопом биологическую макросистему более высокого ранга – *биогеоценоз*. Термин «биогеоценоз» предложил в 1942 г. академик В. Н. Сукачёв. По Сукачёву блок «биотоп» включал гидротоп, климатоп, эфафотоп, блок «биоценоз» – фитоценоз, зооценоз и микробоценоз.

Есть еще такое понятие, как «экосистема». Термин введен английским ученым А. Тенсли в 1935 г. Под экосистемой понимается любая система, состоящая из живых существ и среды обитания, объединенных в единое функциональное целое. Основные свойства экосистемы – способность осуществлять круговорот веществ, производить биологическую продукцию, противостоять внешним воздействиям.

Экосистемы в отличие от биогеоценоза могут не иметь растительного звена. Таким образом, каждый биогеоценоз может быть назван экосистемой, но не каждая экосистема относится к рангу биогеоценоза. Любой биогеоценоз потенциально бессмертен, поскольку

все время пополняется энергией за счет деятельности растительных организмов. Экосистема без растительного звена заканчивает свое существование одновременно с разложением субстрата.

Трофическая (пищевая, функциональная) структура биогеоценозов

Основная функция биогеоценозов – поддержание круговорота веществ в биосфере – основывается на пищевых взаимоотношениях видов. Каждый биоценоз включает три экологические группы организмов: *продуценты*, *консументы* и *редуценты*. Первый уровень представлен растениями-автотрофами, или продуцентами. Второй и последующий уровни представлен животными. Их называют гетеротрофами, консументами.

Консументы I порядка – это растительноядные животные, консументы II порядка – плотоядные животные (хищники). Редуценты, или деструкторы, – это микроорганизмы и грибы, которые питаются мертвым веществом. Они разлагают органическое вещество до исходных минеральных элементов. Длина трофической цепи ограничена. Число звеньев бывает обычно 4...5.

Трофические цепи подразделяют на 2 типа. *Пастбищная* трофическая цепь, или цепь выедания, всегда начинается с растений. *Детритная* трофическая цепь, или цепь разложения, не имеет растительного звена. Она начинается с разложения мертвых растений и животных. Эти звенья переплетаются.

Экологические пирамиды

Экологические пирамиды – это графическое изображение трофической структуры экосистемы.

Различают следующие экологические пирамиды: пирамида численностей особей (или *пирамида чисел*), пирамида *биомассы* и пирамида *энергии*. Правило пирамид энергии можно сформулировать так: количество энергии, содержащейся в организмах на любом последующем трофическом уровне цепи питания, меньше ее значения на предыдущем уровне. Энергия не может передаваться по замкнутым циклам и использоваться повторно, а вещество может. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в среднем принимается близким в 10 % от энергии, потребленной с пищей. Эта закономерность рассматривается как «*правило десяти процентов*», или правило Линдемана. В результате таких огромных потерь энергии цепи

питания не могут быть очень длинными. Цепь питания имеет ограниченное количество уровней, обычно 4...5. Пройдя через них, практически вся энергия оказывается рассеянной.

Интересно, что для водных экосистем закономерности соотношения биомасс на различных трофических уровнях иное. Здесь пирамида биомасс перевернутая.

Видовая структура биоценоза

Под видовой структурой понимают количество видов, образующих экосистему и соотношение их численностей.

Точных данных о количестве видов в экосистеме нет, т. к. трудно учесть видовое разнообразие мелких организмов (особенно микроорганизмов). Видовое разнообразие обычно тем значительнее, чем богаче условия экосистемы. В этом отношении самыми богатыми по видовому разнообразию являются экосистемы дождевых тропических лесов. Биоценозы пустынь, тундры, высокогорий наиболее бедны видами.

Богатство видов зависит от возраста экосистем. Молодые экосистемы очень бедны видами. Но в хорошо сформировавшихся экосистемах обычно выделяют один или 2...3 вида, которые преобладают по численности особей. Например, в еловом лесу – ель, в степи – ковыль и типчак.

Виды, преобладающие по численности, называются *доминантами*. Наряду с доминантами в экосистемах выделяют виды *эдификаторы*. К ним относятся виды, которые являются основными образователями среды. Обычно вид-доминант – это эдификатор. Например, ель в еловом лесу и доминант и эдификатор. Под пологом елового леса доминантным видом может быть черника, но она не является эдификатором.

Видовое разнообразие – это важное свойство экосистем. С ним связана устойчивость систем к неблагоприятным факторам среды. Разнообразие обеспечивает подстраховку, дублирование устойчивости.

Количественное соотношение видов в биоценозе называется *индексом разнообразия*. Известны такие индексы, как индекс Шеннона, Симпсона, Макинтоша.

Консорции. В пределах любого биогеоценоза можно выделить различные группировки организмов, приуроченные к какому-либо одному виду, которые без него существовать не могут. Например, ель, береза, осина и др. На основе их развивается целый комплекс растений и животных, которые связаны с этим деревом. С елью связана

кислица, многие грибы, белки, птицы, короеды и другие организмы. На ней они находят питание, строят гнезда, укрываются от врагов.

Системы разнородных организмов, тесно связанных в своей жизнедеятельности вокруг одного какого-то вида в сообществе, называют *конкорцией*.

Пространственная система биогеоценоза

Видовые популяции в составе биоценоза закономерно располагаются не только по площади, но и по вертикали в соответствии с биологией каждого вида. Благодаря этому экосистема всегда занимает определенное трехмерное пространство. В водных экосистемах вертикальная структура задана внешними условиями. В наземных экосистемах основной фактор, создающий вертикальную структуру, связан с расчленением растительных сообществ по высоте. Особенно это четко выражено в лесных фитоценозах. Вертикальная структура их выражена в виде *ярусности*. В широколиственных лесах можно выделить 5...6 ярусов. Ярусность растений определяет и вертикальное распределение животных и микроорганизмов.

Горизонтальная структура биогеоценоза выражена их мозаичностью, т. е. неравномерным распределением популяций по площади. *Мозаичность* обусловлена неоднородностью микрорельефа, неоднородностью почв, взаимоотношениями организмов.

Экологическая ниша

Экологическая ниша – это пространственное и функциональное положение вида в составе биоценоза.

Экологическая ниша – это место организма в природе и весь образ его жизнедеятельности, включая отношения к факторам среды, видам пищи, времени и способам питания, местами размножения, укрытий и т. п.

Представление об экологической нише было впервые высказано американским зоологом Дж. Гриннелом (1914–1917 гг.). Он говорил о месте популяции в пространстве (пространственная ниша).

Ч. Элтон (1927 г.) под экологической нишей понимал тип питания вида, т. е. место в трофических цепях.

Дж. Хатчинсон (1957 г.) сформулировал это понятие как представление о всей сумме связей организмов данного вида с абиотическими условиями среды и другими видами живых организмов. Эта концепция представляет экологическую нишу как многомерное

пространство (гиперпространство), по каждой из многочисленных осей которого отложены пределы требования вида к отдельным экологическим факторам. Всю совокупность оптимальных условий организма Хатчинсон назвал *фундаментальной* нишей. *Реализованная* ниша учитывает различные факторы ограничения организма, такие как конкуренция, хищничество.

В каждой экосистеме имеются виды, которые претендуют на одну и ту же экологическую нишу или ее элементы. В таких случаях неизбежна конкуренция. Г. Ф. Гаузе сформулировал *правило конкурентного исключения*: «если два вида со сходными требованиями к среде (питанию, поведению, местам размножения и т. п.) вступают в конкурентные отношения, то один из них должен погибнуть или изменить свой образ жизни и занять новую экологическую нишу».

Динамика экосистем

Биоценозы непрерывно изменяются и развиваются под влиянием внешних и внутренних факторов. Динамичность – одно из фундаментальных свойств экосистем. Эта динамика может касаться как отдельных звеньев экосистемы (популяций, трофических групп), так и системы в целом.

Масштабы времени, в которых выражается динамика экосистем, различны: изменения могут иметь суточную или сезонную ритмику, длиться на протяжении ряда лет (многолетние) или охватывать целые геологические эпохи, отражая развитие биосферы в целом.

Самый простой тип динамики – суточный. Он связан с изменениями в фотосинтезе и транспирации растений. Эти изменения связаны с поведением животных. Разделение периодов активности во времени снижает уровень прямой конкуренции и позволяет существовать видам со сходными биологическими требованиями.

Сезонные изменения затрагивают более фундаментальные характеристики экосистем. В первую очередь это касается видового состава: перелеты птиц и миграции копытных. Некоторые виды насекомых имеют диапаузу, млекопитающие – спячку, змеи и лягушки впадают в оцепенение. Растительные сообщества меняются по сезонам. Возникает листопад, засыхание травы. В процессе суточной и сезонной динамики целостность биоценозов обычно не нарушается.

Экосистемы изменяются и в течение ряда лет. На лугу можно наблюдать увеличение численности клевера, и есть годы с резким увеличением злаков и других видов. Эти изменения в одних случаях

могут в какой-то мере повторяться, быть циклическими, в других иметь однонаправленный, поступательный характер, что способствует развитию экосистемы в определенном направлении. Последовательная смена одного биоценоза другим называется *экологической сукцессией*.

В современной экологии различают сукцессии *экзоэкогенетические* (или аллогенные) и *эндоэкогенетические* (или автогенные).

В первом случае смена одного биоценоза другим биоценозом происходит под влиянием внешних факторов. Например, иссушение болот, загрязнение водоемов, неумеренный выпас скота.

Эндоэкогенетические сукцессии вызываются в первую очередь изменением структуры и системы связей, которые существуют в сообществах.

По общему характеру сукцессии подразделяют на *первичные* и *вторичные*. Под первичной понимают сукцессию, развитие которой начинается на изначально безжизненном субстрате. Вторичные сукцессии отличаются от первичных тем, что они начинаются обычно не с нулевого значения, а возникают на месте разрушенных и нарушенных экосистем. Они протекают быстрее первичных, т. к. начинаются с промежуточных стадий (трав, кустарников и др.).

Общие закономерности первичной сукцессии:

- 1) заселение исходно безжизненного участка живыми организмами;
- 2) увеличение видового разнообразия живых организмов;
- 3) постепенное обогащение почв органическим веществом, возрастание плодородия почв;
- 4) усиление связей между различными видами или трофическими группами организмов;
- 5) уменьшение числа свободных экологических ниш;
- 6) постепенное формирование все более сложных биоценозов;
- 7) повышение их продуктивности;
- 8) более мелкие виды организмов, особенно растительных, сменяются более крупными видами;
- 9) ускорение процессов круговорота веществ;
- 10) снижение чистой продукции климаксного сообщества.

Следовательно, можно выделить последовательные стадии сукцессий, под которыми понимается смена одних экосистем другими, а сукцессионные ряды заканчиваются относительно стабильными экосистемами. Их называют климаксными, или климаксом.

Климакс – это финальная относительно устойчивая стадия естественного развития биоценоза. Климаксные экосистемы обычно чувствительны к различным вмешательствам.

Известны гипотезы моноклимакса (Клементс, 1902 г.), поликлимакса (Тенсли, 1920 г.), климакс-мозаика (Уиттекер, 1973 г.).

Заращение мелких озер – это гидрическая (водная) сукцессия.

Антропогенные воздействия ведут к упрощению экосистем. Такие явления называют дигрессиями. Различают пастбищные, рекреационные дигрессии. Смены такого типа завершаются не климаксными сообществами со сложной структурой, а стадиями катоценоза, которые заканчиваются полным распадом экосистем.

Знания о сукцессии в природных биоценозах позволяет с наименьшими затратами создавать нужные человеку искусственные лесные экосистемы.

Продуктивность и биомасса экосистем

Одно из важных свойств организмов, их популяций и экосистем – способность создавать органическое вещество. Продукцию растений называют первичной, а животных – вторичной.

Продукция – биомасса, производимая за единицу времени (час, сутки, год).

Продуктивность – продукция, производимая на единицу площади (квадратный метр, гектар). Например, продуктивность экосистемы 10 кг/в год/на га.

Биомасса – вся живая органическая масса, которая содержится в экосистеме или ее элементах вне зависимости от того, за какой период она образовалась и накопилась.

Повышенные концентрации живого вещества в биосфере обычно приурочены к условиям так называемого «краевого эффекта», или «эктона». Такой эффект возникает на стыке сред жизни или различных экосистем.

Сгущения жизни в океане:

- 1) прибрежные экосистемы;
- 2) коралловые рифы;
- 3) саргассовые сгущения;
- 4) апвеллинговые зоны;
- 5) рифтовые глубоководные (абиссальные) сгущения.

На суше высокопродуктивные экосистемы:

- 1) экосистемы берегов морей и океанов,

- 2) экосистемы пойм рек,
- 3) небольшие внутренние водоемы (например, лиманы),
- 4) экосистемы тропических лесов.

Контрольные вопросы для главы 6

6.1. Первый трофический уровень занимают ...

- 1) продуценты;
- 2) фитофаги;
- 3) животные;
- 4) грибы.

6.2. Растительоядные организмы (зебра, антилопа, лошадь, хомяк) в трофических цепях являются ...

- 1) детритофагами;
- 2) консументами 1-го порядка;
- 3) консументами 2-го порядка;
- 4) редуцентами.

6.3. Восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории, которое начинается в том случае, если в сложившемся биоценозе нарушены устоявшиеся взаимосвязи организмов в результате пожара, вырубки, вспашки и т. п., называется ...

- 1) первичной сукцессией;
- 2) стадией климакса;
- 3) стадией эвтрофикации;
- 4) вторичной сукцессией.

6.4. Заключительная фаза биогеоценотической сукцессии, т. е. финальная стадия развития биогеоценозов для данных условий существования, – это ...

- 1) флуктуация;
- 2) климакс;
- 3) консорция;
- 4) чапараль.

6.5. Функциональное место вида в экосистеме, определяемое его биотическим потенциалом и совокупностью факторов внешней среды, к которым он приспособлен, называется экологическим(-ой) ...

- 1) нишей;
- 2) спектром;
- 3) группой;
- 4) нормой.

7. БИОСФЕРА КАК СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

Биосфера – область жизни, пространство на поверхности земного шара, в котором распространены живые существа.

Термин был введен в 1874 г. австрийским геологом Эдуардом Зюссом. Обсуждая особенности Земли как планеты, он писал: «Одно кажется чужеродным на этом большом, состоящем из сфер небесном теле, а именно органическая жизнь... На поверхности материков можно выделить самостоятельную биосферу». Таким образом, Э. Зюсс рассматривал биосферу как пространство, заполненное жизнью.

Раньше, в 1802 г., знаменитый французский ученый Ж. Б. Ламарк, не упоминая термин «биосфера», отметил планетарную роль жизни в формировании земной коры как в настоящее время, так и в прошлые этапы истории планеты. Так он предвосхитил современный взгляд на это понятие [7].

На рубеже XIX...XX вв. идея о глобальном влиянии на природные явления была основана в трудах ученого почвовед В. В. Докучаева. Он показал тесную взаимосвязь живых организмов и неживой природы на примере почвообразования и выделения природных зон.

Учение о биосфере создано и разработано академиком Владимиром Ивановичем Вернадским. Он опубликовал в 1926 г. свой классический труд «Биосфера». С одной стороны, Вернадский рассматривает биосферу как оболочку Земли, в которой существует жизнь. В этом плане он различает газовую, водную и каменную оболочки, т. е. атмосферу, гидросферу и литосферу, как составляющие биосферу, области распространения жизни. С другой стороны, Вернадский подчеркивал, что биосфера – не просто пространство, в котором обитают живые организмы, ее состав определяется деятельностью живых организмов, представляет собой результат их химической активности в настоящем и в прошлые века.

Всю совокупность живых организмов он обозначил термином «живое вещество». Живое вещество противопоставил «косному веществу», к которому относил все геологические образования, не входящие в состав живых организмов и не созданные ими. Третья категория вещества в биосфере, по Вернадскому, это «биокосное вещество». Сюда он причислял комплекс взаимодействующих живого и косного веществ (это океаническая вода, почва). «Биогенное вещество» (нефть, газ, сланцы) было создано в ранние эпохи развития Земли.

Главным отличием живого вещества от косного является охваченность его эволюционным процессом, который создает новые

формы живых существ. Многообразие форм жизни и их многофункциональность создают основу устойчивого круговорота веществ и энергии. В этом специфика и залог устойчивости биосферы как уникальной оболочки земного шара.

Таким образом, биосфера по В. И. Вернадскому представляет одну из геологических оболочек земного шара, глобальную систему Земли, к которой геологические и энергетические превращения определяются суммарной активностью всех живых организмов – живого вещества.

Человечество входит в эту систему как ее составная часть. «Человечество как живое вещество неразрывно связано с материально-энергетическими процессами определенной геологической оболочки Земли – с ее биосферой. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту», – так писал В. И. Вернадский.

Основные свойства биосферы как системы

Именно эти основные свойства обеспечивают ее функционирование, саморегулирование, устойчивость.

1. Биосфера – *централизованная система*. Центральным звеном ее выступают живые организмы (живое вещество). Все живое вещество в своем многообразии гарантирует существование биосферы.

2. Биосфера – *открытая система*. Ее существование невозможно без поступления энергии извне. Она испытывает воздействие космических сил и, и прежде всего, солнечной активности.

3. Биосфера – *саморегулирующаяся система*. В. И. Вернадский говорил об «организованности» биосферы. В настоящее время это свойство называют гомеостазом, понимая способность системы возвращаться в исходное положение, гасить возникающие колебания.

4. Биосфера – *система, которая характеризуется большим разнообразием*. В чем же выражено это разнообразие? Это и разные среды жизни (водная, воздушно-наземная, почвенная, организменная). Это и разнообразие природных зон. Имеются геохимические провинции, т. е. регионы, которые различаются по химическому составу. Самое главное – биосфера состоит из элементарных экосистем со своим видовым разнообразием.

Однако практически вся деятельность человека приводит к упрощению экосистем. Идет уничтожение отдельных видов, резкое снижение их численности, уменьшение площади лесов. При создании промышленных районов нарушаются естественные экосистемы.

Биосфера как арена жизни. Разнообразие живых организмов Земли

Все живые организмы разделены на две группы:

- 1) доклеточные (вирусы и фаги);
- 2) клеточные:
 - доядерные (бактерии, сине-зеленые водоросли),
 - ядерные (растения, животные, грибы).

Если сравнить количество видов сухопутных организмов и водных, то это соотношение будет примерно одинаково и для растений, и для животных: количество видов на суше 92...94 %, в воде – 7...8 %. Значит, выход организмов на сушу дал мощный толчок эволюционному процессу в направлении увеличения видового разнообразия.

По разным оценкам на Земле существует более 2 млн видов организмов. Растений примерно 500 000 видов, животных – 1 500 000 видов, из них 1 млн – насекомые.

Интересное распределение биомассы организмов Земли. На континентах масса зеленых растений составляет 99,2 %, животных и микроорганизмов – 0,8 %. В океанах биомасса зеленых растений – 6,3 %, а животных и микроорганизмов – 99,7 %. На континентах преобладают растения, а в океане – животные. Живое вещество Земли в основном сосредоточено в зеленых растениях суши. Вся масса живого вещества, которое было на Земле хотя бы в течение 1 млрд лет, уже превышает массу земной коры. В данный момент времени биомасса Земли составляет 0,00001 % от массы земной коры.

Границы распространения живых организмов

На суше биосфера проникает вглубь Земли в основном с корнями растений. В морях живые существа обнаруживают во впадинах на десятикилометровой глубине. Однако большая часть живого концентрируется в слоях до 150 м. Споры некоторых бактерий и грибов были обнаружены на высоте до 22 км. Бактерии встречаются на глубине 1700 м в нефтяных водах, на дне океанов. Большинство почвенных обитателей не опускаются глубже одного метра. Область распространения жизни не ограничивается светом. На больших глубинах в водной среде обитают гетеротрофные организмы.

Основные этапы эволюции биосферы можно видеть в геохронологических таблицах. Считают, что химическая эволюция началась

4,5 млрд лет тому назад, биологическая эволюция – 3,5 млрд лет тому назад, антропогенез (эволюции человека) – 3 млн лет тому назад.

С точки зрения закономерности и последовательности формирования основных сред жизни можно выделить пять исторических этапов эволюции биосферы:

I – возникновение и развитие жизни в воде;

II – появление у гидробионтов симбионтов, мутуалистов и паразитов, т. е. формирование новой среды жизни – организмов-хозяев;

III – заселение организмами суши, формирование при этом наземно-воздушной среды и почвы;

IV – появление человека и превращение его из обычного биологического вида в социальное существо;

V – переход биосферы под влиянием разумной деятельности человека в новое качественное состояние – в ноосферу.

Пространственная (хорологическая) структура биосферы

Ю. Одум выделил биомы на суше и водные экосистемы.

Биом – крупная региональная или субконтинентальная экосистема, которая характеризуется каким-либо основным типом растительности и другой характерной особенностью ландшафта.

Выделяют наземные биомы: тундра, бореальные хвойные леса, листопадный лес умеренной зоны, степь умеренной зоны, тропические степи и саванны, пустыня, полувечнозеленый тропический лес, вечнозеленый тропический дождевой лес.

Водные экосистемы: пресноводные (озера, пруды, болота) и морские экосистемы (открытый океан, воды континентального шельфа).

Рассмотрим такие разные биомы, как тундра и вечнозеленый тропический дождевой лес.

Тундра характеризуется суровыми условиями для жизни растений: вегетационный период всего 2...2,5 месяца, осадков мало – 200...300 мм, сильные ветры, вечная мерзлота. Однако длительный полярный день и низкая испаряемость снижают действие некоторых лимитирующих факторов. В тундре отсутствуют деревья и преобладают мхи и лишайники. Кустарники – карликовые растения с опадающими листьями. Продуктивность тундры значительно ниже других биомов (в среднем 140 г/м²), но вместе с океаном они способны прокормить перелетных птиц, насекомых, северных оленей, медведей, волков, песцов и других животных.

Вечнозеленые тропические дождевые леса. Эти леса расположены вдоль экватора, в зоне, где 2000...2500 мм осадков в год. Осадки достаточно равномерно распределены по месяцам. Годовой ход температур – ровный. В дождевых тропических лесах деревья образуют три яруса:

- первый ярус – редкие высокие деревья образуют верхний ярус над общим уровнем полога;
- второй ярус – полог, образующий вечный покров на высоте 25...35 м;
- третий ярус – нижний ярус.

Это густой лес лишь в местах просвета в пологе. Травянистая растительность и кустарники практически отсутствуют. Однако здесь много лиан и эпифитов. Если число видов деревьев в этом биоме может достигать 170 и более, то трав – лишь около 20-ти видов. Лиан и эпифитов – 200...300 видов.

Эти леса – достаточно древние климаксные экосистемы, в которых круговорот веществ доведен до совершенства: вещества мало теряются и немедленно поступают в биологический круговорот, поэтому на скудных почвах пышно растет лес.

Здесь разнообразен животный мир. На 15 км² в Панаме нашли 20 000 видов насекомых, тогда как в Западной Европе их всего несколько сотен.

Вечнозеленый тропический дождевой лес очень продуктивен. В среднем он дает биомассы 2200 г/м² (при максимуме – 3500 г/м²). Чтобы тропический лес восстановился до состояния климакса, требуется длительный сукцессионный цикл.

Средообразующие функции живого вещества в биосфере. Биогенный круговорот. Ноосфера

Живое вещество на Земле – основа биосферы, хотя оно составляет незначительную часть на планете. Если его распределить равномерно по поверхности Земли, то это будет слой около двух сантиметров. Высокая химическая активность и геологическая роль живого вещества связана с тем, что живые организмы благодаря биологическим катализаторам – ферментам. Скорость химических реакций увеличивается в живых организмах на порядок. Поэтому В. И. Вернадский назвал живое вещество чрезвычайно активной материей.

Рассмотрим свойства живого вещества, которые обусловили его высокую средообразующую деятельность.

Свойства живого вещества

1. *Способность быстро занимать все свободное пространство.* В. И. Вернадский назвал это «всюдность жизни». Это свойство дало основание ученому сделать вывод, что для определенных геологических периодов количество живого вещества было примерно постоянным.

2. *Движение не только пассивное* (например, под действием силы тяжести), *но и активное.* Животные двигаются против течения воды, силы тяжести, против ветра.

3. *Устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти.* Происходит включение вещества в круговорот.

4. *Высокая приспособительная способность,* т. е. высокая адаптация к разным условиям. Это привело не только к тому, что живые организмы освоили все среды жизни. Некоторые из них приспособились переносить и высокие температуры, приспособились к бескислородной среде.

5. *Феноменальная скорость протекания реакций.* Она в сотни и тысячи раз выше, чем в неживом веществе. Так, гусеницы некоторых насекомых потребляют в день пищи в 100 раз больше веса их тела.

6. *Высокая скорость обновления живого вещества.* Подсчитано, что в среднем для биосферы скорость обновления составляет 8 лет, для биогеоценозов суши – 14 лет. Очень быстро обновляется живое вещество океана за счет быстрого размножения планктона.

В результате высокой скорости обновления за всю историю существования жизни общая масса живого вещества, прошедшая через биосферу, примерно в 12 раз превышает массу Земли.

Все перечисленные свойства живого вещества обусловлены концентрацией в нем больших запасов энергии.

Средообразующие функции живого вещества

Всю деятельность живого вещества разделяют на следующие функции.

1. *Энергетическая.* Благодаря этой функции происходит связь между биосферными явлениями планеты и космическим излучением. В основе этой функции лежит запасание энергии в процессе фотосинтеза растений, передача энергии по цепям питания и ее рассеивание.

2. *Газовая.* Эта функция обуславливает миграцию газов и их превращение, определяет газовый состав атмосферы.

Например, в нахождении кислорода отмечают два важных периода в развитии биосферы. Первый – содержание кислорода в атмосфере

достигло 1 % от современного уровня. Это обусловило появление первых аэробных организмов – 1,2 млрд лет назад. Второй – содержание кислорода в атмосфере достигло 10 % от современного уровня. Это создало условия для синтеза озона и образование озонового экрана в верхних слоях стратосферы. Создание озонового экрана обусловило освоение суши живыми организмами.

3. *Окислительно-восстановительная.* Эта функция заключается в химическом превращении веществ, содержащих атомы с переменной валентностью. Окисление происходит в среде богатой кислородом. Восстановительные процессы обычно сопровождаются образованием и накоплением сероводорода, а также метана.

4. *Концентрационная.* Она проявляется в том, что организмы способны концентрировать в своем теле химические элементы. Содержание их в организмах бывает во много раз больше, чем в косном веществе. Именно этим объясняется неоднородность химического состава биосферы.

5. *Деструктивная.* Она обуславливает разложение организмов после их смерти. Происходит минерализация органического вещества. Существенную роль в этом процессе играют редуценты, деструкторы – грибы и бактерии.

6. *Транспортная* – перенос вещества и энергии в результате активного движения организмов порой на большие расстояния. Это миграции и кочевки животных.

7. *Рассеивающая.* Она проявляется через трофическую и транспортную деятельности организмов. Рассеивание вещества происходит при гибели организмов, перемещении их в пространстве, смене покровов.

8. *Информационная.* Эта функция выражается в том, что в популяциях живых организмов идут микроэволюционные процессы, т. е. животные, растения, микроорганизмы изменяются под воздействием окружающей среды. Некоторые изменения могут закрепляться генетически и затем передаваться последующим поколениям. Это одно из важнейших проявлений адаптационных механизмов.

Таким образом, средообразующая функция живого вещества – это результат совместного действия других функций. С ней связано преобразование среды.

В широком смысле результатом данной функции является вся природная среда. Она создана живыми организмами. Они же поддерживают ее в относительно стабильном состоянии.

Локальная средообразующая деятельность живых организмов проявляется в изменении ими некоторых параметров среды. Так, в лесных экосистемах микроклимат отличается от такового в открытых пространствах.

Круговорот веществ

Различают два круговорота веществ.

Большой, или геологический (между сушей и океаном). Он наиболее четко проявляется в круговороте воды и циркуляции атмосферы. Около половины лучистой энергии Солнца, дошедшей до Земли, расходуется на испарение воды и ее круговорот. В процессе геологического круговорота с одного места на другое переносятся минеральные соединения.

Малый, или биологический (в пределах экосистем). Он обладает более низкой энергией. На создание органического вещества затрачивается всего 0,1...0,2 % солнечной энергии, падающей на Землю.

Биогеохимические циклы

С появлением живой материи химические элементы непрерывно циркулируют в биосфере, переходя из внешней среды в организмы и опять во внешнюю среду. Такая циркуляция по более или менее замкнутому циклу называется биогеохимическим циклом. Основными биогеохимическими циклами являются круговороты кислорода, углерода, азота, фосфора, серы, биогенных элементов. Биогеохимические циклы бывают *газовыми* (например, круговорот углерода) и *осадочными* (круговорот фосфора).

Всеобщий гомеостаз биосферы зависит от стабильности биогеохимического круговорота веществ в природе. Биосфера является планетарной экосистемой, но она состоит из экосистем всех уровней. Поэтому первоочередное значение для гомеостаза биосферы имеет целостность и устойчивость природных экосистем.

Ноосфера как новая стадия эволюции биосферы

Ноосфера – сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность ставится главным, определяющим фактором развития.

Под впечатлением лекций академика В. И. Вернадского, прочитанных им в Сорбонне, французский математик Э. Леруа в 1927 г. ввел понятие ноосферы.

В. И. Вернадский, развивая свое учение о биосфере, придавал понятию «ноосфера» вполне материалистическое содержание. Ноосферу следует рассматривать как высшую стадию развития биосферы, связанную с возникновением и развитием в ней человеческого общества, которое, познавая законы природы и развивая технику, становится крупнейшей планетарной силой. При этом человеческое общество начинает оказывать определяющее влияние на ход всех процессов в биосфере, глубоко изменяя ее своим трудом.

Оценивая роль человеческого разума и научной мысли как планетарного явления, Вернадский пришел к следующим выводам:

- 1) ход научного творчества является той силой, которой человек меняет биосферу, в которой он живет;
- 2) это изменение биосферы есть неизбежное явление, сопутствующее росту научной мысли;
- 3) изменение биосферы происходит независимо от человеческой воли, стихийно, как природный естественный процесс;
- 4) поскольку среда жизни есть организованная оболочка планеты – биосфера, то вхождение в ходе ее геологически длительного существования нового фактора ее изменения – научной работы человечества – есть природный процесс перехода биосферы в новую фазу, в новое состояние – ноосферу.

Рассмотрим признаки, характеризующие ноосферу:

- 1) возрастающее количество механически извлекаемого материала литосферы – рост разработки месторождений полезных ископаемых;
- 2) массовое потребление продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, преимущественно в энергетических целях. При этом в биосфере химическое равновесие смещается в сторону, противоположную глобальному процессу – фотосинтезу. Это приводит к росту содержания углекислого газа в биосфере и уменьшению содержания свободного кислорода;
- 3) процессы в ноосфере приводят к рассеиванию энергии Земли, а не к ее накоплению, что было характерно для биосферы до появления человека;
- 4) в ноосфере создаются вещества, которые в биосфере отсутствовали (чистые металлы, трансурановые элементы);
- 5) ноосфера выходит за пределы биосферы. Возникла космонавтика, которая обеспечила выход человека за пределы планеты;

б) в связи с образованием ноосферы планета Земля переходит в новое качество. Если биосфера – это сфера Земли, то ноосфера – это сфера Солнечной системы.

Контрольные вопросы для главы 7

7.1. Особая оболочка Земли, содержащая совокупность живых организмов и ту часть планеты, которая находится в непосредственном обмене с этими организмами, называется ...

- 1) экзосферой;
- 2) абиосферой;
- 3) антропосферой;
- 4) биосферой.

7.2. «Всюдностью жизни» В. И. Вернадский назвал ...

- 1) устойчивость живого вещества при жизни и быстрое разложение после смерти;
- 2) способность не только к пассивному, но и активному движению;
- 3) способность живого вещества быстро занимать все свободное пространство;
- 4) высокую скорость обновления живого вещества.

7.3. Этап эволюции биосферы, на котором определяющим фактором становится разумная деятельность человека, называется ...

- 1) техносферой;
- 2) антропосферой;
- 3) ноосферой;
- 4) социосферой.

7.4. Вещество, которое создается в биосфере одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя силы динамического равновесия тех и других, В. И. Вернадский характеризовал как ... вещество.

- 1) косное;
- 2) живое;
- 3) биокосное;
- 4) биогенное.

7.5. Произошло увеличение воды на планете на 1,5 % ее объема. Круговорот воды на Земле – это ...

- 1) большой круговорот;
- 2) малый круговорот;
- 3) внутрипопуляционный круговорот.

8. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СРЕДЫ

Человек издавна оказывал влияние на природу, воздействовал как на отдельные виды растений и животных, так и на сообщества. Он не может довольствоваться дарами природы, поэтому он использует и те природные ресурсы, которые накоплены за миллиарды лет в недрах Земли. Природные ресурсы многообразны по назначению, происхождению, способам использования.

Природные ресурсы – это природные объекты и явления, которые человек использует для создания материальных благ. Они обеспечивают не только поддержание существования человечества, но и постепенное повышение качества жизни [13].

Эти ресурсы по своему действию можно рассматривать как экологические факторы, в том числе и как лимитирующие, например, большая часть пищевых ресурсов.

Классификация природных ресурсов.

В основу классификации положены три признака:

- по источникам происхождения (биологические, минеральные и энергетические);
- по использованию в производстве (земельный фонд, лесной фонд, водные ресурсы, гидроэнергетические ресурсы, ресурсы фауны и флоры, полезные ископаемые);
- по степени истощаемости ресурсов.

С природоохранной точки зрения важное значение имеет классификация по третьему признаку – по степени истощаемости (табл. 6).

Таблица 6

Природные ресурсы по степени истощаемости

Неисчерпаемые	Непосредственно солнечная энергия
	Ветер, приливы, текучая вода
Исчерпаемые	Возобновляемые: <ul style="list-style-type: none"> • чистый воздух • пресная вода • плодородие почвы • растения и животные
	Невозобновляемые: <ul style="list-style-type: none"> • ископаемое топливо • металлическое минеральное сырье • неметаллическое минеральное сырье

Проблема истощаемости природных ресурсов с каждым годом приобретает все большую актуальность. Темпы роста потребления ресурсов на порядок превышает темпы роста населения.

Воздействие человека на биосферу многообразно. Оно может быть как положительным, так и отрицательным. Только на фитоценозы воздействуют: завоз растений; сокращение ареалов и уничтожение растений; воздействие на растительный покров; распашка земель; вырубка лесов; выжигание; выпас домашних животных; выкашивание; осушение; орошение и обводнение; действие дымов, газов и других вредных примесей в воздухе; создание рудеральных (сорных) местобитаний и отвалов; создание культурных фитоценозов; охрана растительного покрова.

Загрязнение биосферы

Одно из технологических форм воздействия человека на биосферу – это загрязнение биосферы.

Загрязнение окружающей среды – проблема не только сегодняшнего дня. Эта проблема является одной из самых древних. Она возникла с появлением первых поселений с их ручьями из сточных вод и различными отходами домашнего хозяйства на улицах. До развития промышленной цивилизации загрязнения были сильно ограничены по своей природе и распространению. В XX в. рост населения, качественный скачок в развитии наук и техники привели к тому, что антропогенные воздействия по своему значению для биосферы вышли на один уровень с естественными факторами планетарного масштаба.

Загрязнение – поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергии в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем.

Рассмотрим виды загрязнения окружающей среды.

Они бывают *физические*:

- тепловые;
- шумовые;
- радиоактивные;
- электромагнитные.

Бывают *химические*:

- тяжелые металлы;
- пестициды;
- отдельные химические вещества и элементы;

- синтетические поверхностные активные вещества (СПАВ).

И *биологические*:

- биогенные;
- микробиологические;
- генная инженерия.

Есть и другой подход для классификации видов загрязнения.

Под видами загрязнений понимают любые нежелательные для экосистем антропогенные изменения [14].

Ингредиентное загрязнение (минеральное и органическое) как совокупность веществ, чуждых естественным биогеоценозам (например, бытовые стоки, ядохимикаты, продукты горения).

Параметрическое загрязнение, связанное с изменениями качественных параметров окружающей среды (тепловое, шумовое, радиоактивное, электромагнитное).

Биоценотическое загрязнение, вызывающее нарушение в составе и структуре популяций живых организмов (перепромысел, направленная интродукция, акклиматизация видов и т. д.).

Стационально-деструкционное загрязнение (станция – место обитания популяции, деструкция – разрушение), связанное с нарушением и преобразованием ландшафтов и экосистем в процессе природопользования (зарегулирование водостоков, урбанизация, вырубка лесных насаждений и пр.).

Объекты загрязнения: почва, атмосфера, гидросфера, околоземное космическое пространство.

Источники антропогенного загрязнения:

- промышленные предприятия;
- теплоэлектростанции;
- транспорт;
- сельское хозяйство.

Масштабы загрязнения:

- локальное;
- региональное;
- глобальное.

Защита атмосферы. Методы очистки отходящих газов в атмосферу

В газах есть пыль, зола, токсические примеси. Чтобы их убрать используют сухие (циклоны, камеры) и мокрые *пылеуловители* (скрубберы Вентури, газопромыватели). Они обеспечивают 99 %

очистки. *Фильтры* (тканевые, зерновые) и электрофильтры задерживают мелкую пыль до 0,05 микрон.

Очистка от токсичных примесей:

- каталитический метод (поглощение примесей путем введения катализаторов – палладия, ванадия);
- абсорбционный метод (поглощение вредных примесей жидкостями: водой, щелочами);
- адсорбционный метод (поглощение вредных примесей с помощью твердых веществ с ультрамикроскопической структурой; это активированный уголь, глинозем, сланцевая зола и др.).

Защита гидросферы

Известно, что сточные воды от предприятий загрязняют поверхностные воды. Наиболее действенный способ защиты поверхностных вод – внедрение безотходной технологии, когда максимально полно используют сырье и образующиеся при этом отходы.

Рассмотрим методы очистки сточных вод.

Механическая очистка (до 90 % примесей):

- процеживание;
- отстаивание;
- фильтрация.

Химические способы очистки, чтобы убрать токсические вещества:

- нейтрализация;
- окисление.

Физико-химическая очистка:

- коагуляция – введение солей алюминия, железа, меди для образования хлопьевидных осадков, которые затем удаляют;
- сорбция – вводят активированный уголь, торф, которые поглощают загрязнители;
- флотация – пропускают воздух, и газовые пузырьки захватывают нефть, масла, СПАВ, образуя пенообразный слой на поверхности воды, который затем легко удаляют.

Биологический (биохимический) метод очистки:

- поля фильтрации;
- поля орошения;
- биологические пруды;
- биофильтры;

- аэротенки;
- метантенки.

В сточные воды вселяют микроорганизмы, которые для своего развития используют органические и неорганические вещества.

Проводят обеззараживание сточных вод с помощью хлора или сильных окислителей. При этом гибнут патогенные бактерии, вирусы, болезнетворные микроорганизмы.

Для очистки питьевой воды используют хлорирование. Более современные методы – это озонирование и обработка ультрафиолетовыми лучами.

Защита почв

Для защиты почв ведут борьбу с:

- эрозией почв;
- заболачиванием (используют дренаж, каналы, дамбы);
- засолением (для этого регулируют подачу воды при поливах: используют дождевание, капельное и прикорневое орошение, гидроизоляцию оросительных каналов);
- предотвращением загрязнения почв пестицидами (используют менее вредные пестициды и биологические методы борьбы с паразитами, разводя и выпуская на поля муравьев, божьих коровок, жуужелиц).

Проводят рекультивацию нарушенных территорий (техническую и биологическую) – комплекс работ для восстановления и приведение земельных участков в безопасное состояние

Урбанизация

Урбанизация – это рост и развитие городов, увеличение доли городского населения в стране за счет сельской местности, процесс повышения роли городов в развитии общества. Рост численности населения и его плотности – характерная черта городов.

Урбанистическая система, или экосистема города, является неустойчивой природно-антропогенной системой, которая состоит из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем.

Город рассматривают как *гетеротрофную* антропогенную экосистему. Эта экосистема получает энергию, пищу, волокнистые матери-

алы, воду и другие вещества с больших площадей, которые находятся за его пределами. Городская экосистема имеет три особенности:

- 1) необходимость постоянного поступления ресурсов и энергии;
- 2) неравновесность – невозможность достижения экологического равновесия;
- 3) постоянное аккумуляирование твердого вещества за счет того, что ввоз таких веществ больше, чем их вывоз, т. е. идет формирование культурного слоя, который в старых городах достигает нескольких метров.

Город как гетеротрофная экосистема отличается от природной гетеротрофной экосистемы (устричной банки) тем, что:

- 1) в городе более интенсивный метаболизм на единицу площади, для чего требуется больший приток концентрированной энергии извне;
- 2) город обладает большими потребностями в поступлении веществ извне (например, металлов для промышленности и торговли);
- 3) город имеет более мощный и ядовитый поток отходов, многие отходы – синтетические соединения – более токсичные, чем естественное сырье, из которого они получены.

Ю. Одум сказал, что «современный город – паразит своего сельского окружения, паразит биосферы, т. к. потребляет огромное количество кислорода, воды и других ресурсов, а продуцирует углекислый газ и загрязняет окружающую среду» [5].

Охрана окружающей природной среды

Экология как наука о структуре и функциях природы, как наука о жизни биосферы является теоретической основой охраны природы и рационального природопользования.

Наука об охране природы занимается разработкой и обоснованием практических мероприятий по разумному использованию природных ресурсов.

В деле охраны природы большое значение имеют заповедные территории. Их рассматривают как эталоны природы, наблюдения за которыми позволяют понять закономерности естественного развития экосистем. Сравнение таких эталонов с другими объектами, подвергающимися воздействию человека, помогают обосновать наиболее рациональные способы их использования.

ООПТ – особо охраняемые природные территории, которые включают в себя несколько категорий: заповедники, заказники, национальные парки, природные и дендрологические парки, памятники природы, лечебно-оздоровительные местности и курорты России. Создание ООПТ направлено в первую очередь на сохранение биологического разнообразия.

Заповедники. Основное их назначение – служить эталоном природы, быть местом познания хода естественных, не нарушенных человеком процессов, свойственных ландшафтам определенного географического региона.

Осуществление демонстрационных проектов, образовательных программ в области охраны окружающей среды, научных исследований и мониторинг на местном, региональном и глобальном уровнях – одна из функций *биосферного заповедника*.

Природоохранные эколого-просветительские учреждения, территории которых включают природные компоненты и объекты, имеющие особую экологическую ценность, называются *национальными парками*.

Территории государственных природных заповедников и национальных парков относятся к особо охраняемым природным территориям федерального значения.

Природоохранные рекреационные учреждения называются *природными парками*.

Заказники – территории и акватории с частичным или временным режимом охраны на 5...15 лет.

Научные, исторические и культурные уникальные объекты, взятые под охрану, называются *памятниками природы*.

В *ботанических садах* проводят создание специальных коллекций растений.

Курортные зоны – местности, обладающие природными лечебными средствами (особым климатом, минеральными источниками, грязями), в которых расположены лечебно-профилактические учреждения.

Экологический мониторинг

Экологический мониторинг – наблюдение, оценка и прогноз состояния природной среды, ее изменение под влиянием различных видов длительности человека.

По территориальному признаку выделяют локальный, региональный и глобальный (биосферный) мониторинг.

По используемым методам выделяют космический, авиационный, наземный.

По методам исследования различают геофизический, химический, биологический и др.

Для глобального мониторинга широко используют *космические наблюдения*. Эти космические наблюдения дополняются наземными исследованиями (например, в биосферных заповедниках). Наблюдения из космоса дают возможность составить представление об отдельных изменениях в биосфере. Так, можно оценить степень загрязнения океана и других водоемов и выявить характер загрязнения (нефтяная пленка, мусор, моющие средства). Такие наблюдения могут выявить катастрофические явления: оползни, снежные лавины, пожары.

Авиационные наблюдения в отличие от космических ориентированы на региональные и локальные явления. Наблюдения ведут за отдельными объектами, например лесными. Происходит учет лесных ресурсов, выявление площадей, пораженных вредителями, пожарами, промышленными выбросами.

Наземный мониторинг проводится в основном для двух целей. Первая – это уточнение данных, полученных из космоса или с самолета; вторая – наблюдения, которые не могут быть выполнены другими методами. Это и определение состояния приземного слоя воздуха, определение характеристик почв, растительности и вод.

При наземном мониторинге широко используют биологические методы наблюдений. В этом случае непосредственно наблюдают за природными объектами, также используют наиболее чувствительные организмы, которые чувствительны к отдельным типам воздействия. Такие виды живых организмов называют *биоиндикаторами*.

В качестве биоиндикаторов широко используют лишайники, а сам метод носит название лишеноиндикации. Высокая чувствительность лишайников к различным загрязнениям связана с тем, что они поглощают вещества из среды всем телом. Из-за медленного обмена веществ и слабой замены тела лишайники быстро отравляются и погибают [9].

Чувствительным индикатором являются хвойные деревья. Это и сосна, и ель, и пихта. В водоемах и почве есть свои виды-индикаторы.

Контрольные вопросы для главы 8

8.1. По возможности самовосстановления и культивирования выделяют такие природные ресурсы, как ...

- 1) доступные и недоступные;
- 2) возобновляемые и невозобновляемые;
- 3) реальные и потенциальные;
- 4) исчерпаемые и неисчерпаемые.

8.2. Среди возобновляемых энергоресурсов техносферы наибольший вклад в производство энергии вносит ...

- 1) энергия ветра;
- 2) энергия приливов;
- 3) гелиоэнергия;
- 4) гидроэнергия.

8.3. Бактериологическое загрязнение водоемов выражается в появлении в них ...

- 1) фторхлоруглеродов;
- 2) нефтепродуктов;
- 3) ядохимикатов;
- 4) микроорганизмов.

8.4. К физическим загрязнениям относят ...

- 1) вибрацию;
- 2) диоксин;
- 3) пестициды;
- 4) шум.

8.5. Служить эталоном природы, быть местом познания хода естественных, не нарушенных человеком процессов, свойственных ландшафтам определенного географического региона, – основное назначение ...

- 1) национальных парков;
- 2) ботанических садов;
- 3) заповедников;
- 4) памятников природы.

9. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ

С. С. Шварц в работе «Экологические закономерности эволюции» написал: «В эпоху, когда идеология технократов всеми средствами ищет оправдания неуклонному росту материальных благ, эколог должен доказать опасность такого подхода. Наша цивилизация не может бесконечно развиваться по экспоненциальному закону, и на ограниченном пространстве она не может идти против законов природы. В настоящее время экологи единодушны в том, что если наше общество не сможет установить равновесие с биосферой, оно разрушит биосферу и погибнет вместе с ней» [14].

Парниковый эффект

В глобальном масштабе Земли содержащийся в воздухе углекислый газ играет роль стекла в парниках. Световая энергия проникает сквозь атмосферу, поглощается поверхностью земли, преобразуется в ее тепловую энергию и выделяется в виде инфракрасного излучения. Однако углекислый газ и некоторые другие газы, в отличие от других природных элементов атмосферы, его поглощают. При этом он нагревается и в свою очередь нагревает атмосферу в целом. Значит, чем больше в ней углекислого газа, тем больше инфракрасных лучей будет поглощено и тем теплее она станет. Температура и климат, к которому мы привыкли, обеспечиваются концентрацией углекислого газа в атмосфере на уровне 0,03 %. Теперь мы увеличиваем эту концентрацию, и намечается тенденция к потеплению климата.

Ученые несколько десятилетий назад предупреждали человечество об усилении парникового эффекта и угрозе глобального потепления. Глобальное потепление происходит, и очень быстро. Климат меняется на глазах: невиданная жара в Европе и Северной Америке вызывает не только массовые инфаркты, но и катастрофические наводнения, жестокие засухи, чудовищные наводнения, ураганные ветры, бури. Так, в 1996 г. на Земле произошло 600 различных природных катаклизмов, в том числе 200 ураганов, 170 наводнений и 50 землетрясений. Стихия унесла 11 000 человеческих жизней, материальный ущерб от нее составил 60 млрд долларов.

Деятельность человечества в начале XXI столетия приводит к стремительному повышению концентрации загрязняющих веществ

в атмосфере, что вызывает угрозу резкого изменения климата, в частности, глобального потепления. Для снижения угрозы глобального экологического кризиса необходимо повсеместно значительно сократить выброс в атмосферу вредных газов. Ответственность за снижение таких выбросов должна быть разделена между всеми членами мирового сообщества.

Сейчас средняя температура Земли составляет $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Именно благодаря благодатной температуре на Земле зародилась жизнь. А температурой и, соответственно, уникальными климатическими условиями Земля обязана атмосфере и парниковому эффекту. Без парникового эффекта температура Земли была бы $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Проблема состоит не просто в парниковом эффекте, а в его искусственном росте, порожденном человеческой деятельностью, изменении оптимального содержания парниковых газов в атмосфере. Промышленная деятельность человека приводит к заметному их увеличению и появлению угрожающей диспропорции. Если человечество не сможет принять эффективные меры по ограничению выбросов парниковых газов и сохранению лесов, температура, согласно данным ООН, через тридцать лет вырастет еще на три градуса. Результаты исследований свидетельствуют о том, что при сохранении современных тенденций роста выбросов в атмосферу средняя мировая температура, вероятнее всего, будет возрастать на $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ каждое десятилетие, поэтому необходимо принять срочные меры и сократить выбросы в атмосферу более чем на 60 %.

Климат и ранее испытывал подобные изменения и колебания. В продолжение последнего миллиона лет произошло восемь так называемых ледниковых периодов, когда гигантский ледяной ковер достиг в Европе широт Киева, а в Америке – Нью-Йорка. Последний ледниковый период завершился около 18 000 лет назад, и в то время средняя температура была на пять градусов ниже, чем сейчас. Соответственно, и уровень мирового океана был на 120 м ниже нынешнего.

Важным проявлением глобального потепления является потепление мирового океана. В 1989 г. А. Стронг из Национального управления по исследованиям атмосферы и океана доложил: «Измерения температуры океанической поверхности, произведенные со спутников в период с 1982 по 1988 гг., показывают, что мировой океан постепенно, но заметно нагревается примерно на $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в год». Это чрезвычайно важно, поскольку из-за своей колоссальной теплоемкости океаны почти не реагируют на случайные климатические изменения. Обнаруженная тенденция к их потеплению доказывает серьезность проблемы.

Большую роль в этом процессе играет все же углекислый газ, и во всех странах его объемы непрерывно возрастают. Источники CO₂ могут быть разделены на две основных категории: промышленное производство и прочие, составляющие соответственно 77 % и 23 % общего объема его выброса в атмосферу. На всю группу развивающихся стран (примерно 3/4 мировой численности населения) приходится менее 1/3 общего объема промышленных выбросов CO₂. Если исключить из группы стран Китай, то этот показатель снизится примерно до 1/5. Поскольку в более богатых странах уровень доходов, а соответственно, и потребления выше, то и объем вредных выбросов в атмосферу на душу населения значительно выше. Например, уровень выбросов на душу населения в США более чем в 2 раза превышает среднеевропейский, в 19 раз – среднеафриканский и в 25 раз – соответствующий показатель для Индии.

Каждый год сжигается около 2 млрд т ископаемого топлива, значит, в атмосферу попадает почти 5,5 млрд т углекислого газа. Еще приблизительно 1,7 млрд т его поступает туда же за счет сведения и выжигания тропических лесов и окисления органического вещества почвы (гумуса). В связи с этим люди пытаются как можно больше сократить выбросы вредных газов в атмосферу, пытаются найти новые пути реализации своих традиционных потребностей.

Ученые знают, что некоторые виды загрязнителей на самом деле могут замедлять процесс потепления путем отражения в космическое пространство ультрафиолетовых лучей. Так что вопрос о том, происходит ли последовательное изменение климата или же эти изменения носят временный характер, маскирующий долговременное воздействие возрастающего парникового эффекта, является дискуссионным. Хотя на статистическом уровне мало доказательств того, что потепление климата – устойчивая тенденция, однако оценка потенциальных катастрофических последствий потепления климата вызвала всеобщие призывы к принятию предупредительных мер.

Озоновый экран

Мы защищены от агрессивного воздействия ультрафиолетового излучения, т. к. большая его часть (свыше 99 %) поглощается слоем озона в стратосфере на высоте около 25 км от поверхности Земли. Этот слой обычно называют озоновым экраном.

Озоновый слой — это широкий атмосферный пояс, простирающийся над поверхностью Земли. Концентрация озона в атмосфере

очень мала, и небольшие изменения количества озона приводят к серьезным изменениям интенсивности ультрафиолета, достигающего земной поверхности. Химически озон — это молекула, состоящая из трех атомов кислорода. Озон является аллотропной модификацией кислорода. Характер химических связей в озоне обуславливает его неустойчивость (через определенное время озон самопроизвольно переходит в кислород: $2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2$) и высокую окислительную способность. Окислительное действие озона на органические вещества связано с образованием радикалов: $\text{RH} + \text{O}_3 \rightarrow \text{RO}_2 + \text{OH}$.

Озоновая дыра диаметром свыше 1000 км впервые была обнаружена в 1985 г. в Южном полушарии, над Антарктидой, группой британских ученых. Каждый август она появлялась, но к декабрю или январю прекращала свое существование. Над Северным полушарием, в Арктике, образовывалась другая дыра меньших размеров.

Озоновая дыра — локальное падение концентрации озона в озоновом слое Земли. По общепринятой в научной среде теории во второй половине XX в. все возрастающее воздействие антропогенного фактора в виде выделения хлор- и бромсодержащих фреонов привело к значительному утончению озонового слоя.

К уменьшению концентрации озона в атмосфере ведет совокупность факторов. Это гибель молекул озона в реакциях с различными веществами антропогенного и природного происхождения, отсутствие солнечного излучения в течение полярной зимы, особо устойчивый полярный вихрь, который препятствует проникновению озона из приполярных широт, и образование полярных стратосферных облаков (ПСО), поверхность частиц которого катализируют реакции распада озона.

Научные данные укрепили вывод предыдущих оценок в том, что перевес в пользу научных доказательств свидетельствует о том, что наблюдаемая потеря озона в средних и высоких широтах в основном обусловлена антропогенными хлор- и бромсодержащими соединениями, а также простые вещества (водород, атомы кислорода и хлораброма), неорганические (хлороводородмоксид азота и органические соединения метан, фторхлор- и фторбромфреоны, которые выделяют атомы хлора и брома).

Быстрый рост промышленных и других загрязняющих атмосферу выбросов привел к драматическому увеличению парникового эффекта и концентрации газов, разрушающих озоновый слой. Например, с момента начала промышленной революции концентрация в атмосфере углекислого газа (CO_2) возросла на 26 %, при этом более

половины прироста приходится на период с начала 1960-х гг. Концентрация различных газообразных хлоридов, прежде всего разрушающих озоновый слой хлорфторуглеводородов (ХФУ), лишь за 16 лет (с 1975 по 1990 гг.) увеличилась на 114 %. Уровень концентрации еще одного газа, участвующего в создании парникового эффекта, – метана, возрос на 143 % с начала промышленной революции, в том числе около 30 % этого роста приходится на период с начала 1970-х гг. До тех пор, пока не будут приняты безотлагательные меры на международном уровне, быстрый рост населения и увеличение его доходов будут сопровождаться ускорением концентрации этих химических веществ.

Среди разрушителей озонового слоя выделяют фреоны (или хлордоны), реактивные самолеты, минеральные удобрения, ядерные взрывы, сжигание топлива.

Уменьшение озонового слоя приводит к усилению воздействия солнечного излучения на поверхность планеты. Солнечная радиация без озонового экрана несет смертельную опасность для живых организмов. Что касается влияния на человека, то повышение солнечной радиации отрицательно сказывается на состоянии кожного покрова, становится причиной возрастания случаев меланомы – рака кожи. Если количество поступающего на Землю ультрафиолета будет расти, то возрастет заболеваемость и другими онкологическими патологиями. Так, если уровень голубого газа в стратосфере понизится еще на 1 %, то количество раковых больных будет повышаться на 7000 в год.

Ученые думают о восстановлении озонового слоя. Поскольку наиболее активный разрушитель озонового щита Земли – хлор, основные меры, разрабатываемые для сдерживания истощения озона, сводятся к снижению выбросов в атмосферу хлора и хлорсодержащих соединений, прежде всего фреонов. Одна из главных технологических задач, решения которой ищут во всех промышленно развитых странах, – замена фреонов на другие хладагенты, не содержащие хлор и вместе с тем не уступающие фреонам по основным физическим свойствам и химической инертности.

Другая задача, уже практически решенная в ракетоносителе «Энергия», заключается в переводе ракетной техники и высотной реактивной авиации на экологически безопасные виды топлива и двигатели.

Чтобы начать глобальное восстановление, нужно уменьшить доступ в атмосферу всех веществ, которые очень быстро уничтожают озон и долго там хранятся. Люди должны это понимать и помочь

природе включить процесс восстановления озонового слоя, в частности нужны новые посадки лесов.

Кислотные дожди

Кислотный дождь – все виды метеорологических осадков (снег, дождь, град, туман, дождь со снегом), при которых наблюдается понижение водородного показателя (рН) дождевых осадков из-за загрязнения воздуха кислотными оксидами, обычно оксидами серы и оксидами азота. Чем выше концентрация водородных ионов, тем кислее жидкость. Ядовитые осадки негативно влияют на организм человека, флору и фауну планеты.

Основной причиной кислотных дождей считаются NO_2 и SO_2 (двуокиси азота, серы), накапливающиеся в воздушной оболочке планеты. В результате химических реакций эти элементы превращаются в кислоты.

Кислотные дожди могут образовываться из-за природных процессов, происходящих на Земле. Под влиянием естественных факторов в атмосфере аккумулируется 10...12 % производных азота и от четверти до трети (колеблется в разные сезоны) всех серосодержащих соединений на планете. Они образуются при извержении вулканов, грозových разрядов. Из-за гниения растений, животных и лесных пожаров за год в воздух поступает около 12 000 000 т оксидов азота.

Кислотные дожди чаще всего выпадают из-за загрязнений, связанных с жизнедеятельностью человека. В итоге антропогенных выбросов в воздух попадает более 60...65 % (65...75 млн т) производных серы, 37...50 % (57 млн т) азотсодержащих соединений и 100 % летучих органических соединений (ЛОС).

Это выбросы промышленных предприятий (нефтеперерабатывающие, металлургические и производящие серную кислоту предприятия) около 1 млн т азота в атмосферу земного шара. Это выхлопы транспортных средств. Они поставляют в тропосферу до 35...40 % оксидов азота. При сгорании дизельного топлива, бензина в приземном слое образуются вредные вторичные загрязнители (озон, серная кислота, формальдегид и пероксиацетилнитрат).

Это энергетические предприятия. Они лидируют по количеству выбросов SO_2 . От сжигания угля на электростанциях и заводах в атмосферу поступает 70 % соединений серы. Во время горения часть

вещества переходит в сернистый газ, часть оседает в твердом виде в золе.

Это удобрения и пестициды, используемые в сельском хозяйстве. Избыточное использование в сельском хозяйстве пестицидов и азото-содержащих удобрений выглядит оправданным, т. к. это улучшает рост культур, но на самом деле приводит к накоплению вредных веществ в почве, часть из которых поступает в воздух.

Основными элементами кислотных дождей служат сернистая, азотистая, серная, азотная кислоты и озон, появляющийся при грозе. Реже причиной возникновения ядовитых осадков становятся хлор, метан, летучие органические соединения. Состав зависит от вредных выбросов, загрязняющих воздух в определенном регионе. Самые распространенные виды кислотных осадков – серные, азотные и соляные осадки.

Чем могут быть опасны кислотные дожди? Они вызывают поражение или гибель растений, животных, насыщают землю и воздух токсинами. В результате их выпадения разрушаются минералы, питательные соединения, вода перестает быть пригодной для питья и жизни. Пораженные экосистемы долго восстанавливаются. На очищение отравленных районов уходят десятилетия.

Последствия кислотных дождей для животных и людей: микрочастицы солей азота и серы, присутствующие в воздухе, провоцирующие ожог слизистых оболочек, приступы удушья, астму, бронхиты, болезни сердца. В этих частицах, выпадающих вместе с осадками, могут быть примеси тяжелых металлов (никеля, кадмия, свинца, ртути), вызывающие отравления и патологии.

Воздействие кислотных дождей на растения:

- жидкость вызывает ожоги, пожелтение и опадание листвы;
- нарушаются течение фотосинтеза, испарения влаги листьями;
- из почвы вымываются полезные вещества, питающие растения;
- под воздействием кислот тяжелые металлы и алюминий растворяются, попадая в почву. Такие соединения токсичны для представителей флоры, они вызывают разрушение и отмирание корней, что ведет к гибели растений.

Окисление водных ресурсов. Классифицируют 3 стадии последствий кислотных дождей в водоемах:

- рН воды < 7. С повышением кислотности сокращается количество кислорода в водоеме. Происходит заболачивание, гибнут водные растения и креветки. Активно развиваются зеленые и бурые водоросли;

- $\text{pH} \leq 5,5$. Гибнет планктон, являющийся основным объектом питания живых организмов. Исчезают донные бактерии, разлагающие мусор органического происхождения;

- $\text{pH} \leq 4,5$. Гибнут земноводные, рыбы, околотовные насекомые.

Воздействие кислотных дождей на почву. Происходят процессы, приводящие к изменению видового состава микроорганизмов и обеднению плодородного слоя. Последствиями вредных осадков становятся подкисление почвы и связывание азота, делающее его недоступным для растений.

Разрушение материалов. Выпадение кислотных осадков ведет к коррозии металлов. Капли кислоты, осаждающиеся с дождем на поверхности материала, вызывают окисление металлоконструкций. Дома и памятники архитектуры, построенные из песчаника или известняка, разрушаются, вступая в химическую реакцию с кислотой. Из-за вредных осадков разрушаются Дельфы, Колизей, древние храмы Японии.

Кислотные дожди наносят серьезный вред экономике. Страдают посевы, скот, что приводит к голоду в аграрных странах. Приходится тратить средства на лечение людей, оказавшихся в зоне загрязнения. Ежегодные потери на восточном побережье США от экологического бедствия составляют 13 млн долларов.

Наиболее действенная мера – сокращение вредных выбросов в воздух и воду во всех странах мира. На предприятиях необходимо поставить современные очистные сооружения и фильтры. В дальнейшем открывать только экологически безвредные производства.

Переход на альтернативные источники энергии. Замена угля, газа и нефти на альтернативные источники энергии приведет к значительному улучшению экологической обстановки. Волновые, ветряные электростанции, солнечные батареи абсолютно безопасны.

Вместо машин, работающих на бензине, уже сегодня можно купить гибриды или электромобили. *Tesla* выпускает автомобили, работающие на аккумуляторных батареях. Автобусы надо заменить троллейбусами, трамваями и поездами на электротяге.

Другие действенные методы:

- не сжигать мусор, а открыть заводы по его переработке;
- известкование воды и почвы. Такой метод применяют в Скандинавии. Щелочь (CaCO_3) распыляют с вертолетов, снижая кислотность территории;

- высаживать леса, а не вырубать. Создать вокруг промышленных городов «санитарные зоны» из зеленых насаждений, где не будет фабрик;

- уменьшение содержания серы в разных типах топлива.

Меры защиты от кислотных осадков. Выяснив, с чем связано выпадение кислотных дождей и насколько они опасны, необходимо знать, как обезопасить себя. Ядовитые осадки обычно не имеют запаха и цвета, поэтому зная, что на каком-то предприятии региона произошли выбросы вредных веществ, из дома не стоит выходить без плаща и зонтика.

На ногах должна быть закрытая обувь, а не босоножки или сандалии. Дыхательные пути лучше защитить марлевой маской. В случае попадания капель на кожу или волосы, примите прохладный душ, тщательно смыв опасную жидкость.

Итак, кислотные дожди – глобальная экологическая проблема планетарного значения. Они наносят непоправимый вред природной среде, жизни человека, экономикам всех стран. Больше всех от них пострадали страны с развитой промышленностью – США, Германия, Чехия, Россия, Нидерланды и многие другие государства. К сожалению, технологии, уменьшающие объем вредоносных выбросов, внедряются медленно.

Радиоактивность и ее воздействие на живые организмы

Радиация является постоянным спутником жизни. Мы живем в мире, в котором радиация присутствует повсюду. Свет и тепло ядерных реакций на Солнце являются необходимыми условиями нашего существования. Радиоактивные вещества естественного происхождения присутствуют в окружающей среде. Зарождение жизни на Земле и ее последующая эволюция протекали в условиях постоянного воздействия радиации.

Явление радиоактивности было открыто в 1896 г. французским ученым Анри Беккерелем. В настоящее время оно широко используется в науке, технике, медицине, промышленности. Рентгеновские лучи и радиоактивные изотопы используются в медицинских исследованиях, однако сразу же стало ясно, что радиация является потенциально опасным источником для живых организмов. В больших объемах образуются искусственные радионуклиды, главным образом в качестве побочного продукта на предприятиях оборонной промышленности и атомной энергетики. Попадая в окружающую среду, они

оказывают воздействие на живые организмы, в чем и заключается их опасность.

В живых клетках ионизирующая радиация вызывает образование свободных радикалов, накопление которых ведет к разрушению белков, гибели или перерождению клеток, а в итоге может вызвать смерть животных, растений, человека.

Причиной радиоактивности вещества являются нестабильные ядра, входящие в состав атомов, которые при распаде выделяют в окружающую среду невидимые излучения или частицы. Рассмотрим виды ионизирующего излучения.

Альфа-излучение. Альфа-частицы (2 протона + 2 нейтрона) довольно громоздки и потому легко задерживаются даже незначительными преградами: одеждой, обоями, оконными занавесками и т. д. Даже если альфа-излучение попадает на обнаженного человека, в этом нет ничего страшного, дальше поверхностных слоев кожи оно не пройдет. Однако, несмотря на малую проникающую способность, альфа-излучение обладает мощной ионизацией, что особо опасно, если вещества-источники альфа-частиц попадают непосредственно в организм человека, например в легкие или пищеварительный тракт.

Бета-излучение. Представляет собой поток заряженных частиц (позитронов или электронов). Такое излучение обладает более значительной проникающей способностью, чем альфа-частицы, задержать его может деревянная дверь, оконное стекло, кузов автомобиля и т. д. Для человека опасно при воздействии на незащищенные кожные покровы, а также при попадании внутрь радиоактивных веществ.

Гамма-излучение и близкое к нему рентгеновское излучение. По своему характеру это высокоэнергетическое коротковолновое электромагнитное излучение. Основным источником этого вида излучения в природе является Солнце, однако до человека смертоносные лучи не доходят благодаря защитному слою атмосферы.

Существуют бытовые предметы, которые излучают радиацию, хотя и в пределах допустимых нормативов. Это, например, часы или компас, стрелки которых покрыты солями радия, за счет чего они светятся в темноте. Также можно с уверенностью сказать, что радиация есть в помещении, в котором установлен телевизор или монитор на базе обычной ЭЛТ. Радиоактивному облучению человек подвергается на всех этапах своей жизни, работая на промышленных предприятиях, находясь дома и даже проходя курс лечения. Считается, что самым опасным источником радиации, с которым можно столкнуться в быту, являются продукты питания, являющиеся источником радиации.

Радиационная пища сильнее других источников излучения воздействует на организм, т. к. попадает непосредственно внутрь него [9, 12].

Результаты экспериментального облучения показывают, что наиболее чувствительны к действию радиации млекопитающие, за ними следуют птицы, рыбы, пресмыкающиеся и насекомые. Чувствительность растений к излучению варьируется в самых широких пределах, частично совпадая с показателями для животных. Менее всего чувствительны к высоким дозам радиации мхи, лишайники, водоросли и микроорганизмы, в частности, бактерии и вирусы.

У человека облучение может вызвать нарушение обмена веществ, инфекционные осложнения, лейкоз и злокачественные опухоли, лучевое бесплодие, лучевую катаракту, лучевой ожог, лучевую болезнь. В основе генетических эффектов облучения лежит повреждение клеточных структур, ведающих наследственностью – половых яичников и семенников. Плод человека весьма чувствителен к облучению, особенно в период органогенеза (на 4...12 неделях беременности). Особенно чувствительным является мозг плода (в этот период происходит формирование коры).

Одна из первых систем регистрации воздействия радиации на здоровье человека была организована в Японии после атомной бомбардировки городов Хиросима и Нагасаки в 1945 г. Начало крупномасштабным эпидемиологическим исследованиям последствий ядерного взрыва было положено в 1948 г. по решению Правительства Японии. Число внесенных в регистр Хиросимы и Нагасаки лиц, переживших атомную бомбардировку, составляло 86,5 тыс. человек, которые находятся под постоянным медицинским наблюдением.

На основе опыта, полученного японскими специалистами, в России сразу после аварии на ЧАЭС был создан Национальный чернобыльский регистр. Результатом аварии чернобыльского реактора стало глобальное загрязнение среды радиоактивными веществами. Дозиметрический контроль населения, эвакуированного из 30 км зоны, выявил большой процент людей (особенно детей) с высоким содержанием радиоактивного йода в щитовидной железе. На участках со средней загрязненностью выжил заметный процент зимовавших животных, и, наконец, на участках с низким загрязнением изменения численности популяции мышей по сравнению с контролем не отмечено. Крупные животные (лисы, зайцы, одичавшие собаки) начали быстро размножаться на зараженной территории из-за отсутствия

человека и благодаря большому количеству кормов в виде мелкого домашнего скота, птицы и неубранным сельхозугодьям.

Экономическая и технологическая необходимость использования атомной энергии в современном мире велика. Привлекательность использования АЭС связана с ограниченностью и постоянным ростом стоимости энергоносителей для тепловых электростанций, меньшими радиоактивными и значительно более низкими химическими загрязнениями окружающей среды, гораздо меньшими объемами транспортных перевозок у предприятий ядерного цикла. Радиация, связанная с нормальным развитием ядерной энергетики, составляет лишь малую долю радиации, порождаемой деятельностью человека. Значительные дозы мы получаем от других источников: применение рентгеновских лучей в медицине, сжигание угля, использование воздушного транспорта, пребывание в хорошо герметизированных помещениях.

Демографический взрыв

Причина современного экологического кризиса – демографические проблемы человечества, связанные с экспоненциальным ростом численности и усилением миграции населения. Демографический взрыв XX в. – результат резкого снижения смертности во всех возрастных группах, в то время как рождаемость осталась такой же, особенно в развивающихся странах.

Такое значительное увеличение средней продолжительности жизни обусловлено несколькими причинами. Развитие медицины, использование антибиотиков, химиотерапия (вакцинация населения), улучшение условий жизни в городах (общественная гигиена), достижения агротехники, снижение числа голодающих – это те факторы, которые способствовали резкому снижению смертности.

Средняя продолжительность жизни, которая в неолите составляла едва 18 лет, увеличилась до 25 лет во времена Римской империи. Ее оценивают в 30 лет для средних веков, в 35 лет в 1720 г., 50 лет в 1900 г. и, наконец, в 73 года в 1955 г. в Нидерландах, в настоящее время больше 80 лет в Японии. Малая продолжительность жизни у древних женщин обусловлена высоким процентом смертности при родах.

С начала современного периода наметилась тенденция к увеличению продолжительности жизни. Однако уровень детской смертности оставался высоким до середины XIX в. Он резко снизился с началом эры Луи Пастера, что позволило повысить среднюю продолжительность жизни. Когда первые эмигранты ступили на землю

Северной Америки, средняя продолжительность жизни была равна 33 годам, а в 1965 г. в США она достигла 70 лет. С 1900 по 1970 гг. в некоторых странах смертность упала с 17,2 до 9,4 % [15].

Еще больше, чем увеличение средней продолжительности жизни, на современный взрыв повлияло снижение детской смертности. Более половины населения Земли родилось после 1945 г. В настоящее время самая низкая детская смертность наблюдается в промышленно развитых странах, и это сопровождается уменьшением рождаемости. При этом в развивающихся странах – Азии, Африки, Латинской Америки – уровень рождаемости не изменился.

Большая часть населения в странах с демографическим взрывом, которая находится в предрепродуктивном периоде, несет в себе потенциальную возможность роста населения. Это означает, что даже если немедленно приступить к реализации плана по эффективному ограничению рождаемости в масштабах всей планеты, пройдет примерно 30 лет, прежде чем обнаружится заметное уменьшение прироста.

Таким образом, за исключением европейских стран – США, России – демографическое положение не изменилось к лучшему для населения Земли в целом: снижение смертности не сопровождалось таким же снижением рождаемости. В октябре 2011 г. численность населения достигла 7 млрд человек, что почти в 3 раза выше, чем в 1950 г. В настоящее время численность составляет 7,5 млрд.

На основе программ ООН с целью снижения уровня рождаемости и уровня смертности разработана политика помощи развивающимся странам, включая медико-санитарную помощь, а также экономические меры, чтобы поднять уровень жизни и образованности населения.

Контрольные вопросы для главы 9

9.1. Переход численности населения от примитивной (высокая рождаемость и высокая смертность) стабильности к «современной» (низкая смертность и низкая рождаемость) называется ...

- 1) простым воспроизводством;
- 2) демографическим переходом;
- 3) социальным переходом;
- 4) промышленной революцией.

9.2. Резкое увеличение темпов роста общей численности населения планеты в XX в. характеризуется как ...

- 1) количественная экспансия;
- 2) демографический взрыв;

- 3) демографическая стратегия;
- 4) социальный прогресс.

9.3. Наиболее активный разрушитель озона в настоящее время считается ...

- 1) метан;
- 2) этан;
- 3) пропан;
- 4) бутан.

9.4. Механизм образования «кислотных дождей» состоит в соединении с атмосферной влагой ...

- 1) смеси окислов кальция;
- 2) оксидов серы и азота;
- 3) аммиака и сероуглерода;
- 4) гидроокислов калия и натрия.

9.5. Сколько в процентах доля использования ядерного топлива как источника энергии в мире?

- 1) 25,0;
- 2) 6,3;
- 3) 34,5;
- 4) 8,7.

СЛОВАРЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Абиотические факторы среды – это все факторы неживой природы (физические, химические, климатические, орографические).

Агрэкосистема – сложная развивающаяся система, включающая агрофитоценозы (поля, сады и др.), используемую людьми почву с ее обитателями, сельскохозяйственную технику и сооружения, вкладываемые труд и энергию и др.

Адаптация – приспособление строения и функций организма к условиям существования.

Аллелопатия – взаимовлияние одних видов растений на другие с помощью выделяемых (летучих или растворимых) биологически активных веществ, изменяющее конкурентную способность видов и структуру сообщества.

Аменсализм – асимметричная форма взаимодействия видов, при которой представители одного вида, мешая другому, не получают видимой пользы.

Анемохория – пассивное расселение пыльцы, семян, плодов, спор, мелких беспозвоночных животных и т. п. в потоках воздуха.

Антропогенные факторы – влияние человека на среду обитания.

Ареал – территория или акватория, в пределах которой распространен вид или совокупность близкородственных видов.

Бентос – животные или растения, обитающие на дне или у дна водоема.

Биогеоценоз – крупного ранга комплексная экосистема, состоящая из биотопа и экосистемы (фитоценоза) и составляющая вместе с другими биогеоценозами биосферу Земли.

Биом – крупное экосистемное подразделение (совокупность экосистем) в пределах природно-климатической зоны: таежной, степной и др.

Биомасса – вся живая органическая масса, которая содержится в экосистеме или ее элементах вне зависимости от того, за какой период она образовалась и накопилась.

Биосфера – заселенная живыми организмами нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы; самая крупная из экосистем Земли.

Биота – совокупность живых организмов (животных, растений и др.), обитающих на крупной территории или в какой-либо среде (водной среде, океане, тундре и т. д.).

Биотоп – заселенное каким-либо сообществом пространство или участок абиотической среды с относительно однородными условиями.

Биоценоз – обитающее в пределах какого-либо биотопа сообщество популяций растений, животных, грибов и микроорганизмов, состоящее из продуцентов, консументов и редуцентов.

Вид доминантный – преобладающий по численности, господствующий в сообществе вид.

Вид эндемичный – вид, обитающий только в данном регионе, чаще всего в географических или экологических изолятах.

Гидрофиты – растения, часть которого находится в воде, другая часть выступает над водой (например, кувшинка, стрелолист).

Гигрофиты – сухопутные растения, обитающие в условиях достаточной влажности и слабо приспособленные к изменениям водного режима.

Гидатофиты – растения, живущие в толще воды (например, элодея, рдест).

Гидробионты – водные животные или растения (например, бентос, перифитон, планктон, обитатели литорали и др.).

Гидросфера – вся не связанная минералами земной коры свободная вода Земли.

Дендрохронология – научная дисциплина о методах датировки событий и природных явлений, основанная на изучении годичных колец древесины.

Демографический взрыв – вызванное изменением условий жизни резкое (сверх оптимального) увеличение народонаселения, представляющее угрозу благополучному существованию человечества.

Деструкторы – комплекс бактерий, грибов, простейших и других организмов, разлагающих органические вещества до минерального состояния.

Детрит – полуразложившиеся остатки организмов в виде взвеси в воде или ила на дне, а также в верхних слоях почвы.

Жизненные формы – группы растений, различаемые по комплексам сформированных в процессе эволюции морфофизиологических адаптаций (например, фанерофиты, хамефиты и др.).

Загрязнение – поступление в окружающую среду любого вещества (твердого, жидкого, газообразного) или вида энергии (тепло, звук, радиоактивность) в количествах, превышающих допустимый уровень.

Заказник – участок суши или водоема, где с целью охраны каких-либо видов живых существ запрещены какие-либо формы хозяйственной деятельности (охота, пастьба скота и др.).

Закон минимума (Ю. Либиха) – закон, согласно которому величину урожая определяет (ограничивает) содержание в почве того элемента питания, который находится в минимуме.

Закон толерантности (В. Шелфорда) – согласно этому закону (с последующими дополнениями) существование вида ограничивают не только факторы, находящиеся в минимуме, но также в максимуме, т. е. превышающие пределы толерантности вида.

Заповедники – охраняемые законом, обычаями территории или акватории, исключенные из хозяйственной деятельности ради сохранения в естественном виде природных комплексов (видов, уголков природы), «святых» или имеющих историческое значение мест.

Зеленая революция – вызванное вследствие научно-технического прогресса скачкообразное производство зерна и масличных культур в передовых государствах мира.

Здоровье – это состояние физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических недостатков.

Здоровый образ жизни – способ жизнедеятельности, соответствующий генетическим особенностям данного человека и конкретным условиям жизни. Он направлен на формирование, сохранение и укрепление здоровья, а также на полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

Зоохория – перенос животными спор, пыльцы, семян или плодов растений.

Иммиграция – пополнение популяций за счет переселения (миграции) в них особей из других мест.

Канцерогены – химические вещества или физические агенты (ультрафиолетовые лучи и др.), вызывающие возникновение злокачественных новообразований.

Климатические зоны – площади поверхности Земли, неодинаково обеспеченные лучистой энергией Солнца (тропическая, умеренная и холодная зоны).

Комменсализм – форма биотических взаимоотношений, при которой существа одного вида предоставляют убежище или пищу представителям другого вида-комменсала.

Конкуренция – отрицательные («взаимовредные») внутри- или межвидовые взаимоотношения особей в борьбе за пищу, свет, места обитания и другие ресурсы.

Консорция – совокупность разнородных организмов, объединенных вокруг главного члена сообщества (вида-эдификатора).

Консументы – гетеротрофные организмы (животные и бесхлорофильные растения), питающиеся органическими веществами, созданными первичными продуцентами.

Красная книга – официальное издание, в котором дан перечень видов животных и растений мира, отдельных стран или областей, которым угрожает опасность исчезновения, с краткими сведениями об ареале и биологии видов, мерах их охраны.

Криофиты – растения холодных мест (гор и сухих участков тундры).

Криптофиты – растения, у которых почки возобновления расположены под землей или на дне водоемов (на луковицах, корневищах, корнях).

Кровообращение – физиологический процесс непрерывного направленного движения крови в организме в результате деятельности сердца и сосудов.

Круговорот веществ – многократное участие химических элементов в разнообразных процессах, идущих в атмосфере, гидросфере, литосфере и биосфере.

Ксерофиты – растения степей, полупустынь и пустынь, приспособленные к постоянному или временному недостатку влаги в почве или воздухе.

Ландшафт – природный комплекс, в котором рельеф, почвы, воды, растительность и животные взаимодействуют и образуют единую систему (например, степные, горные, антропогенные и др.).

Лес – составная часть биосферы, биогеоценоз, одна из наиболее ценных наземных экосистем (система биогеоценозов), восстанавливаемых природных ресурсов и элементов географического ландшафта, сформировавшаяся в течение длительного развития совокупность древесных, кустарниковых и травянистых растений, животных, грибов и микроорганизмов.

Лесистость – степень облесенности территории (отношение покрытой лесом площади к общей площади страны, района или лесхоза, в %), зависящая от физико-географических, климатических и почвенных условий.

Лесная зона – физико-географическая зона земной поверхности с почвенно-климатическими условиями, благоприятными для лесных пород (особенно хвойных) и богатыми, высокопродуктивными биоценозами.

Лесопарковая зона – зона вокруг города, окультуренная человеком, т. е. приспособленная для массового отдыха, спорта, развлечений.

Лимитирующие факторы – все факторы, уровень которых близок к пределам выносливости особей того или иного вида или превышающих эти пределы (пределы толерантности вида).

Литораль – прибрежная (обычно – волноприбойная) зона водоема (озер, морей, рек, океанов), занятая своеобразной флорой и фауной.

Литосфера – земная кора и часть верхней мантии Земли, сложенная магматическими, осадочными и метаморфическими горными породами.

Мезофауна – обитающие в почве животные средних размеров.

Мезофиты – обширная экологическая группа растений умеренно влажных мест тропической и умеренной зон, в том числе лесные и луговые травы, сорняки и культурные растения.

Миграция – массовые переселения особей между популяциями (эмиграция, иммиграция) или между такими местами, где постоянное проживание невозможно (суточные, сезонные миграции).

Микроэлементы – химические элементы, входящие в состав живых организмов, необходимые для жизни в небольших концентрациях (от 0,001 до 0,00001 % массы тела) как компоненты ферментов, гормонов и т. п.

Мониторинг – система действий, организованная в мире, стране или регионе для слежения за состоянием биосферы и других экосистем, для изучения степени и факторов антропогенного воздействия на окружающую среду.

Мутуализм – взаимовыгодное сожительство двух или более видов растений, грибов, бактерий и животных.

Национальный парк – достаточно большая территория, на которой сохраняются ценные ландшафты, растения и животные, однако допускается туризм или другие формы рекреации.

Обилие вида – число особей конкретного вида на единицу площади биоценоза или единицу объема.

Озоновый экран – сосредоточенный в стратосфере на высоте 15...25 км слой газа (озона), образуемого атомами кислорода при действии ультрафиолетовых лучей Солнца или грозе, экранирующий биосферу от жесткого ультрафиолета.

Организмы гомойотермные – птицы и млекопитающие, поддерживающие температуру тела на постоянном уровне независимо от температуры среды.

Организмы пойкилотермные – виды разных систематических групп, не обладающие активной терморегуляцией тела, температура

которого зависит от температуры среды и соотношения между поглощением и отдачей тепла.

Отходы – побочный результат деятельности промышленных и сельскохозяйственных предприятий, остатки производства.

Памятники природы – объекты природы, представляющие научный, исторический или культурно-эстетический интерес (старые деревья, гейзеры, пещеры, палеонтологические отложения, парки, музеи-усадыбы и т. д.).

Паразитизм – форма биотических связей, при которой особи одного вида живут за счет другого, находясь внутри или на поверхности тела, используя его как место обитания и источник пищи.

Парниковый эффект – разогрев атмосферы вследствие того, что находящийся в ней в избытке углекислый газ поглощает инфракрасные лучи, идущие от поверхности Земли, и возвращает тепло обратно к Земле.

Пестициды – химические средства защиты растений от вредителей и болезней.

Пирамида биомасс – схематическое изображение пищевой сети в виде последовательности прямоугольников, отражающей соотношение биомасс каждого звена пищевой цепи (продуцентов, первичных и вторичных консументов, деструкторов).

Пищевая (трофическая) сеть – разветвленные цепи питания, отображающие трофические и сопутствующие им энергетические связи в биогеоценозе.

Планктон – небольшие плавающие в толще воды растения (фитопланктон) и животные (зоопланктон), перемещающиеся главным образом с помощью течений.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – жиры, масла, смазочные материалы и другие органические вещества, образующие пленку на поверхности воды, препятствуя газообмену между водой и воздухом.

Популяция – группа особей одного вида, населяющая определенное пространство и образующая самостоятельную генетическую систему.

Плотность популяции – число особей популяции на единицу площади или объема.

Поток энергии – характеризующий экосистему перенос энергии через трофический уровень (уровни пищевой цепи).

Почва – природное образование, состоящее из генетически связанных почвенных горизонтов, преобразованных под воздействием

воды, воздуха и живых существ поверхностных слоев литосферы, обладающее плодородием.

Правило Д. Аллена – увеличение выступающих частей тела (конечностей, хвоста и ушей) у теплокровных животных близких видов при рассмотрении их с севера на юг.

Правило К. Бергмана – закономерность, в силу которой у подверженных географической изменчивости теплокровных животных (около 50 % видов, преимущественно птиц) размеры их тела в среднем больше в северных, нежели южных популяциях.

Прерии – степные формации восточной части Северной Америки.

Продукция – биомасса, производимая живыми организмами за единицу времени.

Продукция первичная – продукция растений.

Продукция вторичная – продукция животных (консументов).

Продуктивность – продукция (биомасса), производимая живыми организмами за единицу времени и на единицу площади.

Продуценты – автотрофные организмы (в основном зеленые растения и водоросли), производящие пищевые органические вещества из простых неорганических веществ.

Промышленные зоны – территории сосредоточения промышленных объектов различных отраслей (металлургической, химической, машиностроительной, электронной и др.), которые являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

Промышленные отвалы – искусственные насыпи (например, терриконы шахт) из вскрышных пород, образуемые при добыче полезных ископаемых, или из отходов предприятий промышленности и тепловых электростанций.

Псаммофиты – растения сыпучих песков аридных и умеренных зон.

Радиация ионизирующая – излучение с высокой энергией, способное отнимать электроны от атомов и присоединять их к другим атомам с образованием ионов. В природе создается космическим излучением, излучением солнечных вспышек и излучением внутреннего (протоны) и внешнего (протоны и электроны) радиационных поясов Земли.

Радиоактивное загрязнение – загрязнение биосферы радиоактивными продуктами ядерного взрыва, изотопами, радионуклидными отходами.

Разложение (деструкция) – переработка (вплоть до минеральных веществ) избытков или остатка растительной биомассы

беспозвоночными животными, грибами и бактериями, составляющими редуцентное звено экосистем.

Растительное сообщество (фитоценоз) – одна из форм биоценозов – условно выделяемый и связанный со средой (экотопом) участок растительности с ассоциированными под влиянием определенных факторов видами растений.

Редуценты – организмы, главным образом бактерии и грибы, в ходе своей жизнедеятельности превращающие органические остатки в неорганические вещества.

Рекреация – восстановление здоровья и трудоспособности людей путем их отдыха вне постоянного жилища: в санатории, на лоне природы.

Рекультивация – искусственное восстановление плодородия почвы и растительного покрова после техногенного нарушения природы.

Рудеральные растения – растения, которые заселяют нарушенные местообитания (свалки, обочины дорог, пустыри).

Сапрофаги – организмы, использующие для питания органические вещества отмерших растений и животных.

Селитебная зона – территория сосредоточения жилых домов, административных зданий, объектов культуры, просвещения и т. п.

Синантропизация – приспособление организмов к обитанию вблизи человека (в населенных пунктах, людских жилищах и т. д.).

Социальная среда – организованная совокупность связей людей – от семьи до этноса или государственного общества, в котором формируются и удовлетворяются психологические, культурные, социальные и экономические потребности личности.

Среда обитания – все, что окружает организм и прямо или косвенно влияет на его состояние, развитие, рост, выживаемость, размножение.

Стенобионт – экологически непластичный, маловыносливый организм.

Стресс: 1) состояние напряжения организма – совокупность физиологических реакций, возникающих в организме в ответ на воздействие различных неблагоприятных факторов; 2) напряженное состояние экосистемы, испытывающей повреждающее воздействие необычных природных и антропогенных факторов.

Сукцессия – последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории.

Терофиты – однолетние растения, переживающие сухой или холодный период в виде семян или спор.

Толерантность – способность организмов относительно безболезненно выносить отклонения факторов среды от оптимальных для этих организмов значений.

Трофический уровень – совокупность организмов, объединенных типом питания.

Тяжелые металлы – металлы с большой атомной массой: свинец, медь, цинк, никель, кобальт, сурьма, олово, висмут, ртуть. Они оказывают токсическое воздействие даже в малых дозах в результате их биоаккумуляции в живых организмах.

Урбанизация – процесс повышения роли городов и городского населения в развитии общества.

Условия существования – это важные и необходимые экологические факторы для жизни вида.

Устойчивое развитие – развитие общества, которое удовлетворяет потребности настоящего времени и не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности.

Фанерофиты – деревья, кустарники, лианы и почки, возобновления которых расположены высоко над поверхностью почвы.

Фитопланктон – совокупность растительных организмов, населяющих толщу воды водоемов, пассивно переносимых течением.

Фитоценоз – растительное сообщество, для которого характерны определенный видовой состав и структура.

Хамефиты – невысокие растения: кустарнички и полукустарнички. У них почки возобновления на зимующих побегах расположены на высоте 20...30 см над уровнем почвы, что обеспечивает их зимовку под защитой снежного покрова.

Ценопопуляция – совокупность особей одного вида растений с общим генофондом, расположенная в границах одного фитоценоза.

Цепь питания – ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей следующему звену.

Человек – один из видов животного царства со сложной социальной организацией и трудовой деятельностью.

Эврибионт – экологически пластичный, выносливый организм.

Экологическая ниша – совокупность экологических условий (ресурсов, пространства), необходимых для существования популяции в экосистеме.

Экологический фактор – любой элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы.

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

Экосистема – совокупность взаимодействующих живых организмов и условий среды. Это, в известном смысле, безразмерное понятие (экосистема – мертвое дерево, муравейник, биосфера).

Эфемеры – однолетние растения с необычайно коротким периодом вегетации.

Ярусность – пространственная структура биоценоза – закономерное распределение растений по ярусам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Розенберг Г. С. Еще раз к вопросу о том, что такое «Экология»? / Г. С. Розенберг // Международный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2010. – Т. 2, № 3. – С. 324–335. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esche-raz-k-voprosu-o-tom-chto-takoe-ekologiya/viewer> (дата обращения: 17.07.2023).
2. Проблемы восприятия современным обществом основных понятий экологической науки / В. Н. Большаков, С. В. Криницин, Ф. В. Кряжимский, Рика Х. П. Мартинес // Экология. – 1996. – № 3. – С. 165–170.
3. Бигон, М. Экология: особи, популяции и сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд. – В 2 т. Т.1. – Москва : Мир, 1989. – 667 с.
4. Чернова, Н. М. Экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – Москва : Дрофа, 2007. – 416 с.
5. Комов, С. В. Введение в экологию. Десять общедоступных лекций : учебное пособие / С. В. Комов. – Екатеринбург : УрГУ, 2001. – 224 с.
6. Гиляров, А. М. Популяционная экология / А. М. Гиляров. – Москва : Изд-во МГУ, 1990. – 192 с.
7. Некрасова, Л. С. Экологический анализ перенаселенности личинок кровососущих комаров / Л. С. Некрасова. – Екатеринбург : УрО РАН СССР, 1990. – 124 с.
8. Моисеев, Н. Н. Экология человечества глазами математика / Н. Н. Моисеев. – Москва : Молодая гвардия, 1980. – 254 с.
9. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений : учебник для вузов / И. С. Серебрякова, Н. С. Воронин, Ф. Г. Еленевская [и др.]. – Москва : Академкнига, 2007. – 543 с.
10. Вернадский, В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – Москва : Наука, 1989. – 261 с.
11. Степановских, А. С. Биологическая экология. Теория и практика : учебник для вузов / А. С. Степановских. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 791 с.
12. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – Москва : Прогресс, 1980. – 327 с.
13. Комплексная экологическая оценка техногенного воздействия на экосистемы южной тайги / А. М. Степанов, Р. Р. Кабиров, Т. В. Черненкова [и др.]. – Москва : ЦЕПЛ, 1992. – 246 с.
14. Шварц, С. С. Экологические закономерности эволюции / С. С. Шварц. – Москва : Наука, 1980. – 276 с.

15. Эффект группы и химическая экология / С. С. Шварц, О. А. Пястолова, Л. А. Добринская, Г. Г. Рункова. – Москва : Наука, 1976.
16. Бигон, Майкл. Экология. Особи, популяции и сообщества : В 2 т. / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд ; пер. с англ. под ред. А. М. Гилярова. – Москва : Мир, 1989. – ISBN 5-03-001122-6.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА	4
Экологические факторы среды	8
Классификация экологических факторов	8
Закономерности действия экологических факторов	10
Контрольные вопросы для главы 1	11
2. ВАЖНЕЙШИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НИМ ОРГАНИЗМОВ (АУТЭКОЛОГИЯ)	13
Свет	13
Температура	17
Температурные адаптации растений	19
Температурные адаптации животных	20
Влажность	22
Контрольные вопросы для главы 2	27
3. ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К НИМ ОРГАНИЗМОВ	29
Водная среда	29
Наземно-воздушная среда жизни	32
Почва как среда обитания	34
Живые организмы как среда жизни	37
Контрольные вопросы для главы 3	39
4. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОРГАНИЗМОВ	41
Жизненные формы животных	42
Жизненные формы растений	43
Фитоценотические стратегии Раменского – Грайма	47
<i>r</i> - и <i>K</i> -стратегии	48
Контрольные вопросы для главы 4	49
5. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ (ДЕМЭКОЛОГИЯ)	50
Пространственная структура популяции	52
Демографическая структура популяций	53
Возрастная структура популяции	53
Половая структура популяции	54
Динамика численности популяции	55
Факторы динамики численности	58
Контрольные вопросы для главы 5	58
6. БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ (СИНЭКОЛОГИЯ)	60
Трофическая (пищевая, функциональная) структура биогеоценозов	61
Экологические пирамиды	61
Видовая структура биоценоза	62
Пространственная система биогеоценоза	63

Экологическая ниша	63
Динамика экосистем	64
Продуктивность и биомасса экосистем	66
Контрольные вопросы для главы 6	67
7. БИОСФЕРА КАК СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ	68
Основные свойства биосферы как системы	69
Биосфера как арена жизни. Разнообразие живых организмов Земли	70
Границы распространения живых организмов	70
Пространственная (хорологическая) структура биосферы	71
Средообразующие функции живого вещества в биосфере. Биогенный круговорот. Ноосфера	72
Свойства живого вещества	73
Средообразующие функции живого вещества	73
Круговорот веществ	75
Биогеохимические циклы	75
Ноосфера как новая стадия эволюции биосферы	75
Контрольные вопросы для главы 7	77
8. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СРЕДЫ	78
Загрязнение биосферы	79
Защита атмосферы. Методы очистки отходящих газов в атмосферу	80
Защита гидросферы	81
Защита почв	82
Урбанизация	82
Охрана окружающей природной среды	83
Экологический мониторинг	84
Контрольные вопросы для главы 8	85
9. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИИ	87
Парниковый эффект	87
Озоновый экран	89
Кислотные дожди	92
Радиоактивность и ее воздействие на живые организмы	95
Демографический взрыв	98
Контрольные вопросы для главы 9	99
СЛОВАРЬ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ	101
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	111

Учебное издание

*Некрасова Любовь Степановна
Лантинова Анна Владимировна*

ЭКОЛОГИЯ

ISBN 978-5-94984-886-9



Редактор З. Р. Картавцева

Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 09.10.2023. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Цифровая печать.

Уч.-изд. л. 7,54. Усл. печ. л. 6,74.

Тираж 300 экз. (1-й завод 36 экз.).

Заказ № 7740

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.

Редакционно-издательский отдел. Тел. 8 (343) 221-21-44.

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ».

620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2.

Тел. 8(343)362-91-16.