

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ



ЭКОЛОГИЯ

*Методические указания
по выполнению лабораторных работ
студентами технологического факультета
Квалификация бакалавр*

Пенза 2015

УДК 574 (075)
ББК 28.081(я7)
И 46

Печатается по решению методической комиссии технологического факультета от «09» ноября 2015 г., протокол № 4

Ильина Г.В., Ильин Д.Ю.

Экология: методические указания / Пенза: РИО ПГСХА, 2015 – 156 с.: ил.

В методических указаниях приводится теоретический материал, необходимый для выполнения лабораторных работ студентами технологического факультета реализуемых направлений подготовки, квалификация бакалавр. Содержатся задания к лабораторным работам, контрольные вопросы, вопросы для самостоятельной подготовки и программы коллоквиумов по каждому разделу.

© ФГБОУ ВО
Пензенская ГСХА, 2015
© Г.В. Ильина, 2015

Содержание

Введение.....	4
Раздел 1 Аутэкология	6
Занятие 1 Методы исследований в экологии.....	6
Занятие 2 Общие закономерности в действии экологических факторов.....	15
Занятие 3 Принципы экологической классификации организмов. Жизненные формы	23
Занятие 4 Коллоквиум по аутэкологии	29
Раздел 2 Демэкология – учение о популяциях.....	31
Занятие 5 Статические характеристики популяции и их значение	31
Занятие 6 Динамика популяции и демографические процессы	36
Занятие 7 Регуляция численности и плотности популяций. Экологические стратегии выживания	43
Занятие 8 Коллоквиум по демэкологии	50
Раздел 3 Синэкология – учение об экосистемах	52
Занятие 9 Живые организмы в экосистемах. Биоценозы.....	52
Занятие 10. Экосистема. Потоки вещества и энергии	62
Занятие 11 Продукция и продуктивность экосистем	66
Занятие 12 Динамика экосистемы. Экологические сукцессии..	68
Занятие 13 Коллоквиум по синэкологии	73
Раздел 4 Глобальная экология. Учение о биосфере.....	75
Занятие 14 Понятие, границы и структура биосферы	75
Занятие 15 Круговороты веществ и биогенных элементов	80
Занятие 16 Экологический кризис	86
Занятие 17 Охрана природы	90
Занятие 18 Регулирование природопользования	96
Занятие 19 Коллоквиум по глобальной экологии	102
Тестовые задания	106
Темы докладов с презентациями	133
Глоссарий.....	136
Рекомендуемая литература.....	155

Введение

Экологическая проблема, будучи проблемой глобальной, затрагивает интересы всего населения нашей планеты, интересы всех без исключения современных государств, и, наконец, интересы каждого отдельного человека, живущего на Земле. Наука *экология* изучает все типы взаимодействия живых организмов между собой и с окружающей их неорганической средой, а также все формы взаимного влияния организмов, в том числе и человека со всем спектром его деятельности. Антропогенное вмешательство в комплекс проблем природного взаимодействия, как случайное, так и целенаправленное, нарушает хрупкое естественное равновесие. Изучение влияния этого вмешательства на биосферу относится к важнейшей проблеме современности. Изучение экологических закономерностей взаимодействия человека и окружающей среды, особенно в сфере природопользования, в частности, в процессе производства и переработки сельскохозяйственной продукции должно опираться на фундаментальные знания.

Целью настоящих «Методических указаний» является оптимизация выполнения студентами лабораторных работ по дисциплине «Экология», концентрация их внимания на основных теоретических и прикладных вопросах. «Методические указания» призваны облегчить выполнение основной задачи курса – формирования у студентов верной мировоззренческой установки на взаимоотношения человека и природы.

Дисциплина направлена на формирование у студентов следующих компетенций:

✓ владения культурой мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);

✓ умения логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь (ОК-2);

✓ готовности к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);

✓ способности находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовности нести за них ответственность (ОК-4);

направление подготовки 35.03.07:

✓ способности использовать основные законы естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);

✓ готовности к оценке физиологического состояния, адаптационного потенциала и определению факторов регулирования роста и развития сельскохозяйственных культур (ПК-2);

✓ способности к обобщению и статистической обработке результатов экспериментов, формулированию выводов и предложений (ПК-25);

направление подготовки 36.03.02:

✓ способностью к обоснованию принятия конкретных технологических решений с учетом особенностей биологии животных (ПК-5);

✓ способностью прогнозировать последствия изменений в кормлении, разведении и содержании животных (ПК-8);

✓ готовностью к участию в проведении научных исследований, обработке и анализу их результатов исследований (ПК-21).

Тема 1 Аутэкология

Занятие 1 Методы исследований в экологии

Цель занятия: усвоить принцип эмерджентности и системного подхода в экологии, рассмотреть основные современные приемы экологических исследований, ознакомиться с теорией оргграфов, получить практические навыки построения оргграфов, отражающих различные экологические ситуации.

Теоретические сведения.

Экология - это комплексная наука. Признание экосистем предметом экологии и принцип *эмерджентности* неизбежно приводят к необходимости использовать в качестве методологической основы науки экологии системный анализ и междисциплинарный синтез явлений. *Системный анализ* – это направление методологии научного познания и социальной практики, в основе которого лежит исследование объекта как системы. Системный подход в экологии состоит в определении составных частей экосистемы, установлении совокупности внутренних связей, а также связей между экосистемой и средой за ее пределами; нахождении законов функционирования и их изменений в результате внешних воздействий.

Экологи в своей работе пользуются широким ассортиментом разнообразных методов. Они распадаются на три основные группы:

- ✓ методы сбора информации о состоянии экологических объектов: растений, животных, микроорганизмов, экосистем, биосферы;
- ✓ методы обработки полученной информации, ее обобщения, статистической оценки, верстки наглядных конструкций: таблиц, графиков, схем, диаграмм;
- ✓ методы интерпретации полученных данных для получения ответов на поставленные вопросы и формирования выводов.

Методы сбора информации включают, прежде всего, *натурные наблюдения*. Этот метод берет начало от красочных описаний картин природы, образцы которых можно видеть в работах А. Гумбольдта, А. Уоллеса, Ч. Дарвина, и продолжается до современных компьютерных баз данных о видовом составе и параметрах среды обитания в тех или иных экосистемах. Любое экологическое исследование начинается с наблюдений, отличи-

тельной чертой которых является невмешательство наблюдателя в происходящие события. Современные экологические наблюдения ведутся с применением разнообразных приборов и технических средств. Приборное наблюдение – один из основных методов исследования. Для изучения свойств объектов окружающей среды - воздуха, воды и почвы применяются приборы и установки, к обслуживанию которых допускаются только специально подготовленные лица. Специфичны методы наблюдений за живыми организмами. Для их реализации необходимы специалисты биологи и микробиологи.

Экология широко пользуется методом *эксперимента*. Его суть состоит в том, что в экосистему сознательно вносится какое-то, обычно одно, изменение и, спустя определенное время, сопоставляется состояние контрольного (он обязателен) и экспериментального участков экосистемы. Чаще организуется *многофакторный эксперимент*, когда изменяются значения сразу нескольких факторов, а состояние экосистемы в конце эксперимента оценивается по ее многим параметрам. Обычно эксперименты подразделяют на *полевые* и *лабораторные (модельные)*. Первые имеют огромное значение в экологических исследованиях. Например, внесение минеральных удобрений в замкнутый водоем с регистрацией размера первичной биопродукции и взаимоотношений разных групп организмов; искусственное вытаптывание и уплотнение почвы в лесах или на лугах для установления влияния рекреации (отдыха населения) на эти экосистемы и т.п. Большую роль в экологии играют лабораторные или модельные эксперименты. В результате таких экспериментов было получено немало интересных экологических данных и выводов.

В связи со сложностью экологических систем при их изучении часто используют прием *моделирования*. Разновидности моделей представлены на рис. 1. *Лабораторная модель* – это имитация того или иного явления реального мира, позволяющая делать прогнозы. В качестве модели может выступать *материальная копия* объекта, обычно в той или иной степени упрощенная. Например, моделью пруда может быть аквариум. Другой класс материальных моделей – *натурные*, которые представляют собой реальные объекты природы, специально выделенные для изучения в естественной природной обстановке. Наиболее широко в

экологии используют *абстрактные модели*. Это абстрактное описание того или иного объекта или явления реального мира, позволяющее анализировать его свойства. Преимущества абстрактных моделей состоят в том, что они сравнительно простыми и недорогими средствами позволяют анализировать поведение экологических систем и предсказывать характер их изменений при внесении в систему тех или иных нарушений. В зависимости от используемого аппарата абстрактные модели подразделяют на ряд видов.

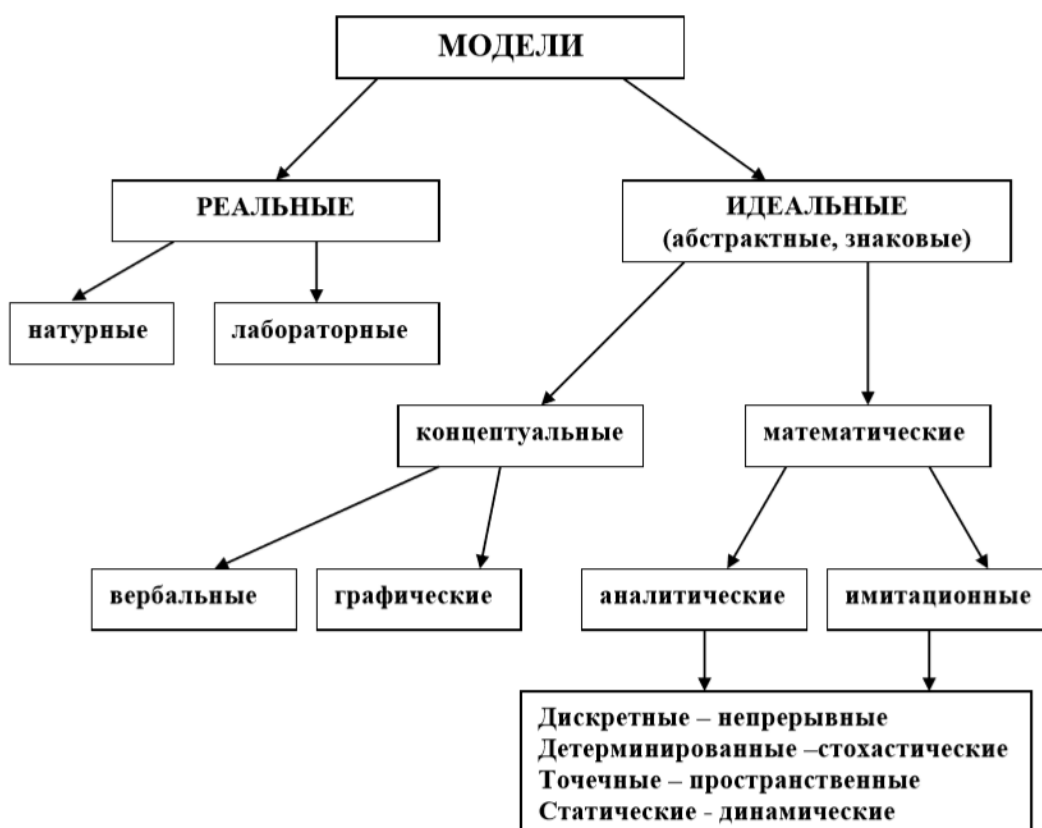


Рисунок 1 – Классификация моделей в экологии

Основными видами абстрактных моделей являются:

✓ Вербальные модели - это чисто словесное описание элементов и процессов экосистем;

✓ Графические модели представляют собой схематические изображения компонентов системы и связей между ними, подобно тому, как это сделано на рис. 2. Связи имеют вид стрелок. Очень важна количественная оценка всех параметров, участвующих в функционировании объектов. Для примера, приведенного

на рис. 2, это могут быть оценки емкости почвы в отношении количества минеральных веществ, скорость минерализации органических веществ, размер биомассы растений, животных и микроорганизмов и т.п.

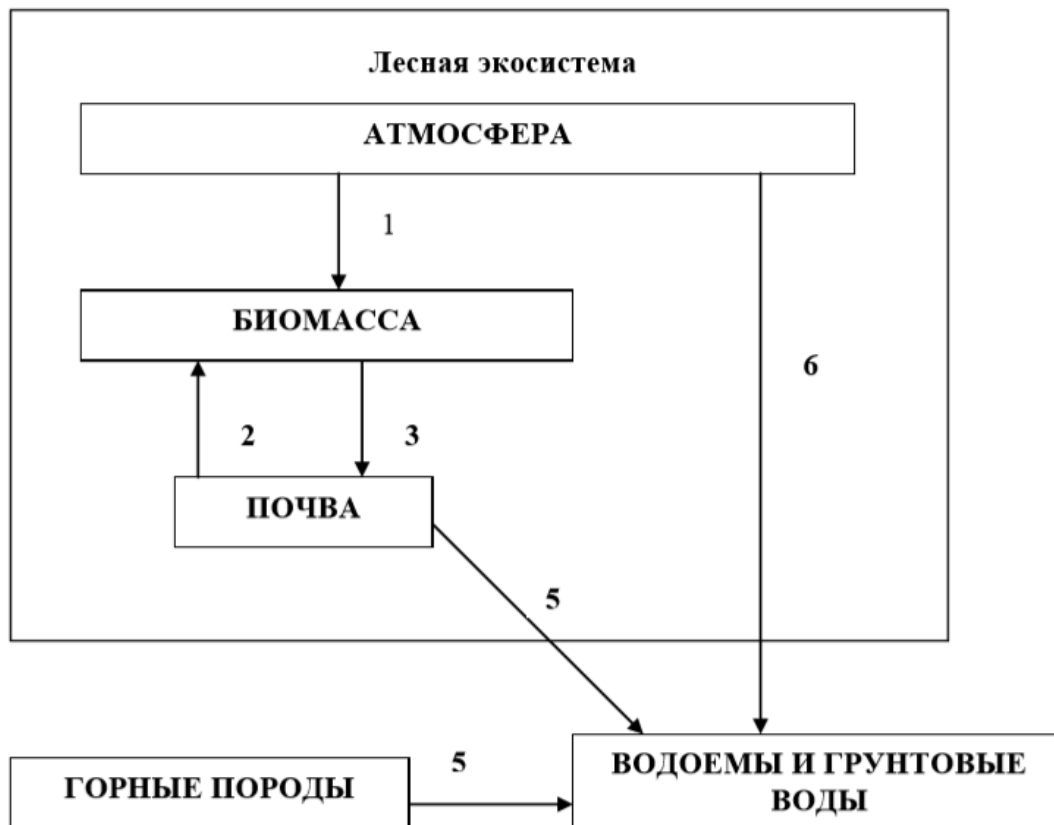


Рисунок 2 – Упрощенная графическая модель лесной экосистемы, показывающая миграцию элементов минерального питания: 1 - поступление минеральных веществ с осадками, 2 - поступление минеральных веществ из почвы, 3 - минерализация органических веществ и возврат минеральных веществ в почву, 4 - выветривание горных пород с обогащением почвы минеральными элементами, 5 - вымывание минеральных веществ из почвы и горных пород, 6 - поступление минеральных веществ в водоемы с осадками.

✓ Математические модели задают экологическую систему в виде одного или нескольких математических выражений. Так, выражение $y = y_0 e^{rt}$ представляет собой простую математическую модель роста популяции. В этом выражении y - плотность популяции, y_0 - исходная плотность популяции, r - константа, от-

ражающая способность к увеличению размера популяции у данного вида, t - время, e - основание натуральных логарифмов. В данной модели рост популяции полностью определяется, то есть *детерминирован* параметрами y_0 , r и t . Поэтому рассматриваемая разновидность моделей называется *детерминистскими*. Но биолого-экологические процессы чаще всего зависят от случайных, стохастических колебаний значений какого-то одного или нескольких параметров данной системы. Так, стохастический характер может иметь освещенность в течение суток из-за непредсказуемого движения облаков, случайным оказывается посещение насекомым-опылителем конкретного цветка. Введение стохастического компонента в математические модели улучшает их соответствие реальности и повышает достоверность прогнозов. Модели такого рода называют *стохастическими*. Для их реализации в математические выражения включают переменные, значения которых имеют случайный характер и лежат в пределах некоторой амплитуды. Использование математических моделей требует достаточного знания математики.

С практических позиций удобным и доступным является прием моделирования экосистем с использованием *ориентированных графов* или *орграфов*. Начало теории графов было положено Л. Эйлером в 1736 г. Прием предполагает отображение в формируемых моделях *обратных связей*, которые присутствуют в любой сложной системе. Благодаря наличию обратных связей в моделях, результаты моделирования (анализа и прогноза) оказываются более достоверными, чем при использовании только математического аппарата, который эти обратные связи отобразить не способен. Геометрически ориентированный граф можно представить в виде набора вершин, обозначаемых кружками, и дуг, соединяющих эти вершины. Дуга задает направление от одной вершины к другой. На рис. 3 показан орграф из четырех вершин. *Путем* в орграфе называется такая конечная последовательность дуг, в которой начало каждой последующей дуги совпадает с концом предыдущей. Дуги можно обозначить парой вершин, которые она соединяет.

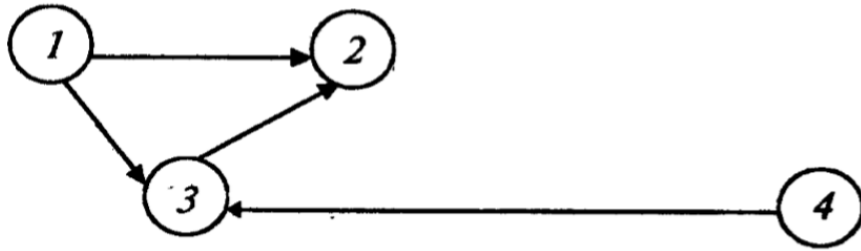


Рисунок 3 – Пример ориентированного графа

Например, от вершины 1 к вершине 2 ведет два пути: первый путь $\{(1,2)\}$ и второй путь $\{(1,3);(3,2)\}$. Путь можно записать в виде последовательности вершин, через который он проходит. Например, второй путь можно записать следующим образом: $\{1,3,2\}$. *Контуром* называется путь, начальная вершина которого совпадает с конечной. В орграфе, представленном на рис. 3, нет контура. Орграф с контуром, проходящим через вершины 2, 4 и 3, представлен на рис. 4. Вершины, в которые не заходят дуги, называются *начальными*. Вершины, из которых не выходит ни одной дуги, называются *конечными*.

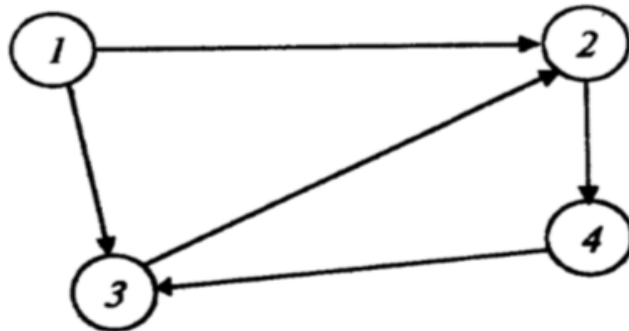


Рисунок 4 – Пример орграфа с контуром

Матрицей смежности вершин орграфа называется квадратная матрица, каждый элемент которой численно равен единице, если есть дуга, идущая от вершины i к вершине j . Если такой дуги нет, то элемент ij матрицы смежности равен нулю. При решении многокомпонентных задач используются орграфы, в которых любые вершины i и j может непосредственно соединять только одна дуга. В табл. 1 показана матрица смежности для орграфа, представленного на рис. 4.

Таблица 1 – Матрица смежности для орграфа, представленного на рис.4

Показатель i	Показатель j			
	1	2	3	4
1	0	1	1	0
2				
3				
4				

Модель можно сделать более информативной, если дугам орграфа приписать знак «плюс» или «минус». Знак «плюс» ставится в том случае, если при увеличении значения показателя, от которого идет дуга, показатель, к которому дуга приходит, увеличивается. Знак «минус» ставится в обратном случае. Полученный орграф называется *знаковым*. Знаковый орграф развития промышленного региона и состояния окружающей природной среды в регионе показан на рис. 5.

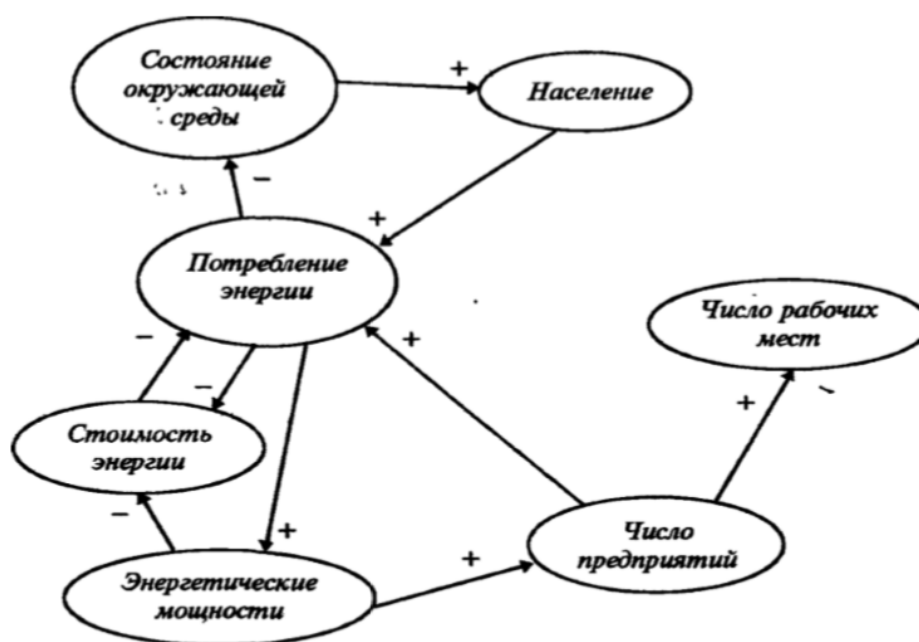


Рисунок 5 – Орграф развития промышленного региона и состояния окружающей природной среды

Поскольку на дугах знакового орграфа стоит +1 или -1, то этот коэффициент обозначим ϵ_{ij} .

Задания к лабораторной работе

Задание 1. В тетради заполните до конца таблицу смежности для орграфа, представленного на рис. 4. Первая строка таблицы заполнена в качестве примера.

Задание 2. Используя приведенные на рис. 6 вершины, в тетради постройте орграф, отражающий проблему состояния окружающей среды и развития крупного промышленного центра (рис. 6).



Рисунок 6 – Компоненты знакового орграфа для изучения влияния развития промышленного центра на состояние окружающей среды

Задание 3. Пользуясь полученными навыками, постройте знаковый орграф для любой экологической системы.

Задание 4. Контур положительной обратной связи содержит четное число дуг со знаком "минус", контур отрицательной обратной связи – нечетное число дуг со знаком "плюс". На рис. 7 изображен контур отрицательной обратной связи. Постройте в тетради контуры положительной и отрицательной обратных связей, предложив свои объекты в качестве вершин.

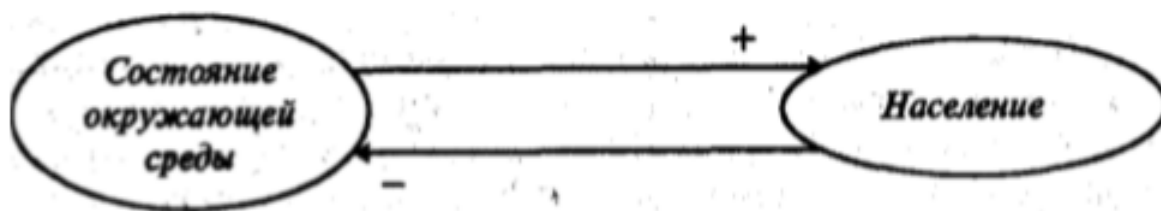


Рисунок 7 – Контур отрицательной обратной связи

Задание 5. Заполните таблицу в тетради

Таблица 2 – Характеристика типов моделей в экологии

Вид модели	Описание модели	Назначение модели
Лабораторные		
Натурные		
Вербальные		
Графические		
Детерминистские		
Стохастические		
Обратных связей		

Контрольные вопросы:

1. Какие методы исследований в экологии используются для оценки состояния флоры и фауны?
2. Почему моделирование получило широкое распространение в сфере экологии?
3. Приведите примеры живых систем – объектов изучения в экологии. Что такое система? Какие виды связей координируют работу системы?

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Маршрутный и стационарный методы наблюдений за животными. Метод ловчих канавок, мечения.
2. Косвенные методы оценки численности животных.
3. Методы изучения растений и растительных ассоциаций.
4. Маршрутный метод и метод площадок при изучении растительных популяций.
5. Учет жизненного состояния растений.

Занятие 2 Общие закономерности в действии экологических факторов

Цель занятия: усвоить роль среды в формировании адаптаций организмов, получить представление о группах экологических факторов, получить практические навыки построения графиков, иллюстрирующих действие факторов на живые организмы, определения факторов, лимитирующих развитие и выживание организмов.

Теоретические сведения

Среда – все, что окружает организм и прямо или косвенно влияет на его состояние, развитие, рост, жизнедеятельность. Выделяют четыре жизненные среды: водную, наземно-воздушную, почвенную и организменную.

Экологические факторы – компоненты среды, которые прямо или косвенно воздействуют на живые организмы. Экологические факторы — составляющая часть жизненной среды, во многом определяющая ее характер (состав, структуру и функцию). Экологические факторы делятся на *абиотические*, т.е. факторы неорганической, или неживой, природы, и *биотические* – факторы, связанные с жизнедеятельностью организмов. Абиотические экологические факторы в любой среде определяют характер биотических экологических факторов и состав экосистемы. К абиотическим экологическим факторам относятся:

- ✓ климатические — свет, тепло, воздух, вода (включая осадки в различных формах и влажность воздуха);
- ✓ эдафические, или почвенно-грунтовые (механический и химический состав почвы, ее водный и температурный режим);
- ✓ орографические — условия рельефа.

Климатические и эдафические экологические факторы во многом определяются географическим положением экосистемы: ее удаленностью от экватора и от океана и высотой над уровнем моря.

Биотические экологические факторы – следствие взаимоотношений организмов (как межвидовых, так и внутривидовых) или изменений биотопа вследствие деятельности живых организмов.

В отдельную группу выделяются *антропогенные* факторы, т.е. факторы, связанные с влиянием человека. В настоящее время

роль антропогенных экологических факторов резко возросла, поэтому изучение последствий их влияния, разработка способов регулирования отношений человека и природы являются важнейшими проблемами экологии.

Любой организм в среде своего обитания подвергается воздействию самых разнообразных экологических факторов. Несмотря на очень большое разнообразие факторов в природе можно выявить общие закономерности их воздействия на организм и ответных реакций организма на них. Эффект воздействия экологических факторов среды зависит от их характера, дозы, воспринимаемой организмом (высокая или низкая температура, яркий свет или темнота, дефицит или избыток влаги), его физиологического состояния и возраста. Для каждого организма существуют наиболее благоприятные конкретные значения факторов, при которых все процессы его жизнедеятельности осуществляются наиболее активно. Наиболее благоприятное значение факторов для жизнедеятельности получило название *точки оптимума*. При изменении экологического фактора как в сторону снижения от точки оптимума, так и увеличения жизнедеятельность организм будет угнетаться.

Таким образом, на кривой жизнедеятельности выделяются три точки: точка оптимума (наиболее благоприятная для жизни организма), точки минимума и максимума, соответствующие крайним значениям факторов, при которых еще возможна жизнедеятельность. Соответственно, на кривой выделяется несколько зон: *зона оптимума* – ограничивает диапазон благоприятных факторов, *зоны верхнего и нижнего пессимума* – охватывают диапазоны резкого избытка и недостатка фактора, в пределах которых организм находится в состоянии сильного угнетения. Зона жизнедеятельности (экологическая валентность или спектр жизни), располагается между экстремальными точками (минимумом и максимумом) (рис. 8).

Организмы существенно отличаются по приспособленности к каждому фактору среды, поэтому принято выделять две группы по экологической пластичности: *эврибионты* и *стенобионты*. Если первые имеют широкие пределы выносливости, то последние, наоборот, узкие.

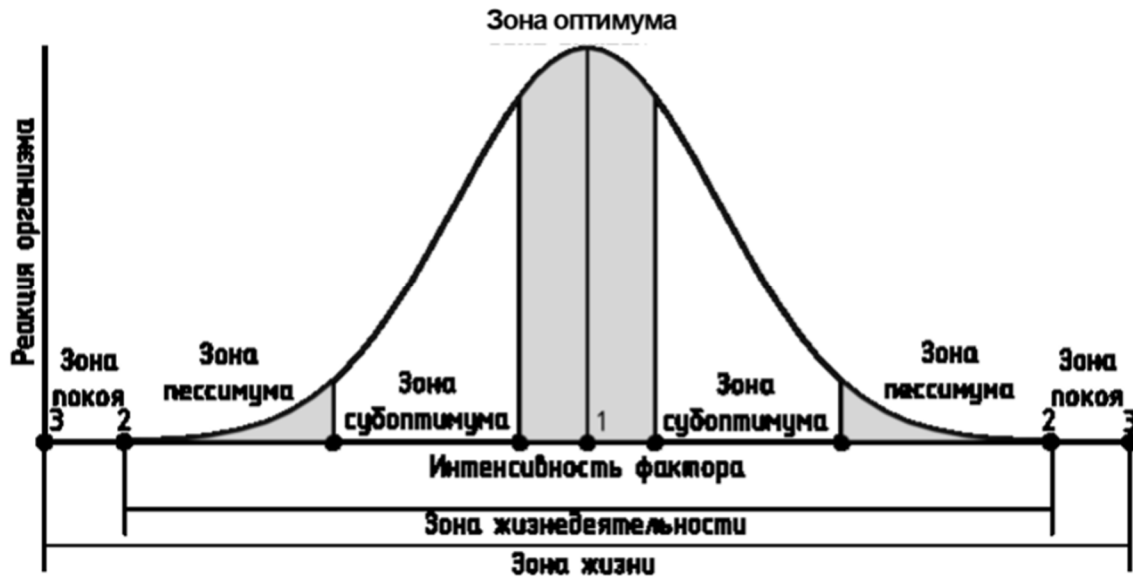


Рисунок 8 – Графическое выражение зависимости реакции организма от интенсивности действия фактора

Обратите внимание, что по отношению к факторам среды выделяют экологические группы живых организмов. Например, по отношению к температуре у прокариот выделяют *психро*-, *мезо*- и *термо*филы, соответственно, от холодостойких до адаптированных к температурам порядка $+100^{\circ}\text{C}$. В царстве растений принято выделять *морозоустойчивые*, *холодостойкие*, *теплолюбивые* виды. У животных – *пойкилотермные* (холоднокровные), *гомойотермные* (теплокровные) и *гетеротермные* (теплокровные, но способные снижать температуру тела до температуры окружающей среды). Кроме того, адаптация к температуре окружающей среды у животных осуществляется через размеры и форму тела (*правило Бергмана*), а регулирование температуры через выступающие части тела (конечности, ушные раковины, органы обоняния) (*правило Аллена*).

Для успешного освоения темы необходимо также изучить экологические группы живых организмов по отношению к другим факторам среды.

Для растений и пойкилотермных животных важно общее количество тепла, которое они могут получить из внешней среды. Это количество, необходимое для развития, определяется *суммой эффективных температур*. Зная нижний температурный порог

развития, легко определить период развития. Например, если нижний порог развития 10°C , а реальная в данный момент температура воздуха 25°C , то эффективная температура составит 15°C .

Большое значение имеет *закон толерантности* и его частный случай *закон минимума Либиха*. Суть этих экологических законов сводится к тому, что фактор, значение которого в наибольшей степени удалено от оптимума, ограничивает жизнедеятельность организма и вида и определяет их распространение, даже в том случае, если сочетание других факторов среды близко к оптимальному. Обратите внимание, что *толерантность* (устойчивость) к факторам среды хотя и закрепляется генетически, но может варьировать в зависимости от возраста и индивидуальных особенностей организма. Все закрепляющиеся в ходе эволюции особенности организма представляют те или иные адаптации (приспособления). *Адаптации* – это специальные приспособления, способные обеспечить выживание и размножение организма в конкретных условиях среды. Все изменения признаков организма вызываются воздействием окружающей среды и в большинстве случаев имеют адаптивный характер, т.е. оказываются полезными для обитания организма в данных условиях. Приспособление к одним условиям перестает быть таковым в других условиях, на других уровнях, поэтому приспособления *относительны*.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. На рис. 9 приведена экологическая пластичность некоторых рыб. Обозначьте, какие из них являются стенобионтами, какие эврибионтами. Объясните положение оптимумов, максимумов и минимумов для каждой группы организмов.

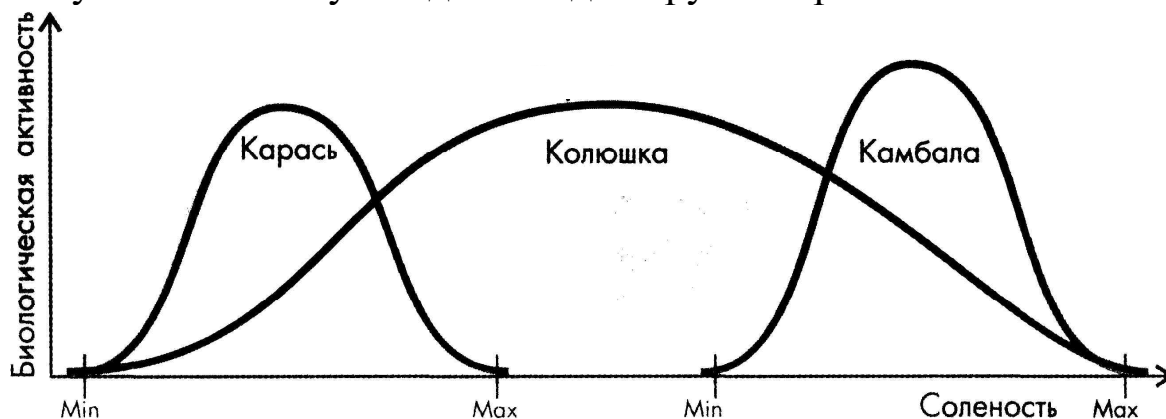


Рисунок 9 – Экологическая пластичность некоторых рыб.

Задание 2. Известно, что среди растений выделяют ряд экологических групп по отношению к солнечному свету: гелиофиты (светлюбивые), тенелюбивые (сциофиты) и теневыносливые. Представители этих групп формируют имеют адаптации, в том числе в строении листовых пластинок. Зарисуйте рис.10 в тетради, обозначьте на рисунке лист сциофита и гелиофита. Перечислите анатомические особенности листьев этих групп растений.

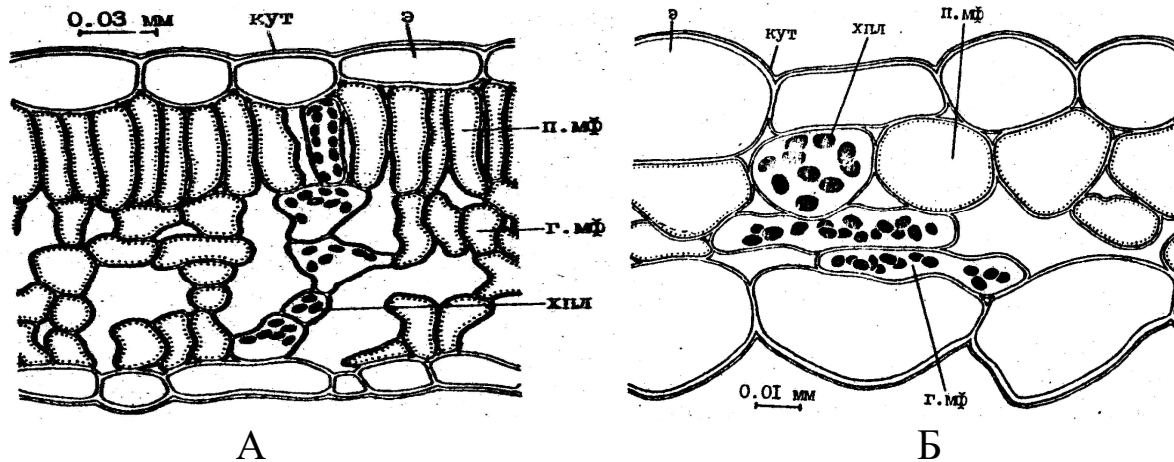


Рисунок 10 – Поперечный срез листьев *Quercus robur* (А) и *Oxalis acetosella* (Б)

Задание 3. Рассмотрите рис. 11. Сформулируйте письменно правило Бергмана и объясните, как размеры и пропорции тела связаны с климатом.

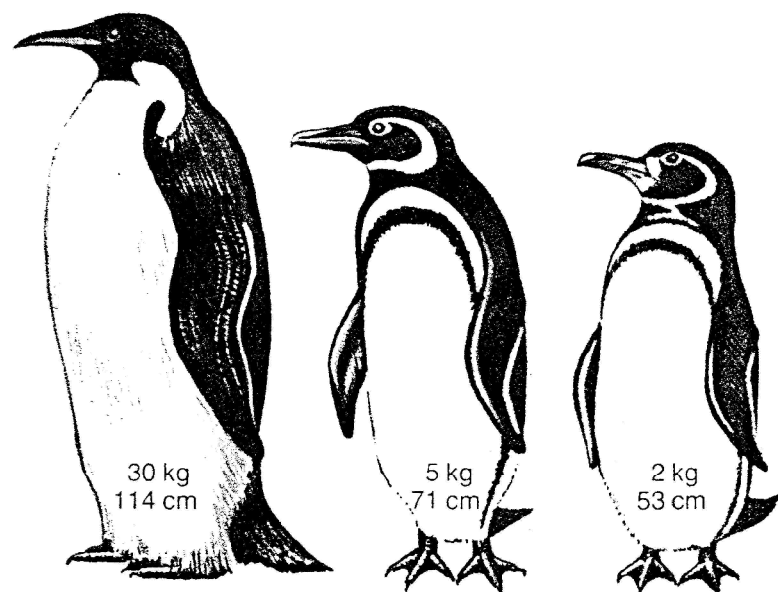


Рисунок 11– Пингвины (слева направо): императорский (65° ю.ш.), магеллана (50° ю.ш.), галопогосский (1° ю.ш.)

Задание 4. Пользуясь примером, представленным на рис. 12, сформулируйте и запишите правило Аллена.

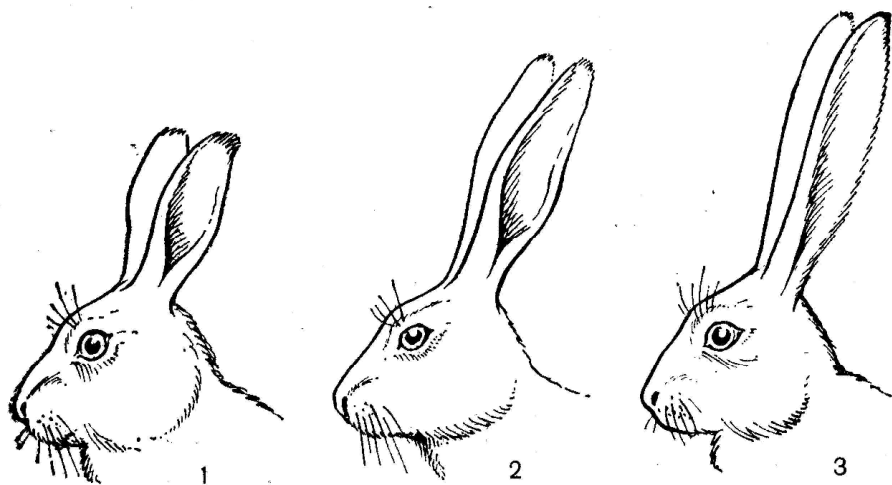


Рисунок 12 – Относительный размер ушных раковин у зайцев:
1-беляк, 2 - толай, 3 - американский заяц

Задание 5. Для растений и пойкилотермных животных важно общее количество тепла, которое они могут получить из внешней среды. Используя данные таблицы 3, рассчитайте количество дней развития, необходимое для особей разных видов рыб. Занесите таблицу в тетрадь.

Таблица 3 – Темпы развития икры рыб разных видов в различных условиях

Вид	Температурный порог развития	Сумма эффективных температур	Температура воды	Срок развития, дней
Сазан	3 °С	100 °С	18 °С	
Щука	1 °С	70 °С	6 °С	
Форель	2 °С	410 °С	12 °С	
Сом	2 °С	160 °С	27 °С	

Задание 6. Физиологические приспособления к регуляции водного обмена у наземных животных - это способность к образованию метаболической влаги, экономии воды при выделении, развитие выносливости к обезвоживанию организма, величина потоотделения и отдачи воды со слизистых. Заполните в тетради таблицу 4.

Таблица 4 - Адаптации к засушливым условиям у животных

Адаптации	Примеры организмов
Уменьшение потери воды:	
Выделение азота в виде мочевой кислоты	
Удлиненная петля Генле в почках	
Ткани выносливы к высоким температурным изменениям из-за уменьшения потоотделения	
Животные прячутся в норах	
Дыхательные отверстия прикрыты клапанами	
Увеличение поглощения воды:	
Прорытие ходов к воде	
Запасание воды:	
В специализированном мочевом пузыре	
В виде жира (вода - продукт окисления)	
Физиологическая устойчивость к потере воды:	
Потеря значительной части массы тела и быстрое ее восстановление при наличии доступной воды	
"Уклонение" от проблемы:	
Поведенческие реакции избегания	
Летняя спячка в слизистом коконе	

Задание 7. На рисунке 13 высота налитой в бочку воды соответствует биологической функции (например, урожайность), боковые рейки обозначают экологические факторы (например, обеспеченность почвы биогенами), а высота реек означает степень отклонения того или иного фактора от нормы. Если фосфора в почве 20% от нормы, а кальция – 50%, какой элемент будет лимитировать урожай?

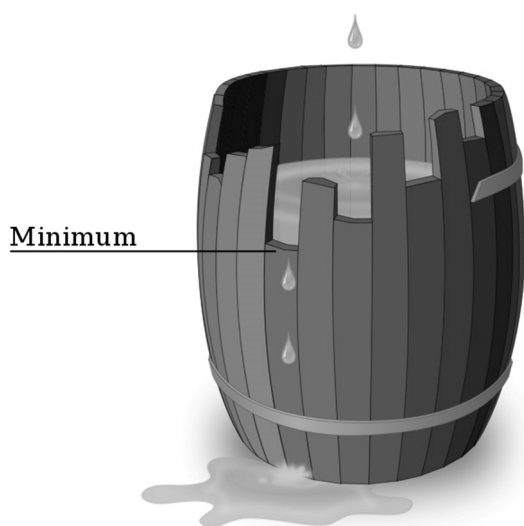


Рисунок 13 – Иллюстрация закона минимума – «Бочка Либиха»

Задание 8. Определите и запишите под соответствующими номерами, какой фактор и почему является ограничивающим в предложенных утверждениях:

1. Простейшие широко распространены в почве и водной среде, но не могут жить в кипяченой воде.
2. Пресноводная гидра встречается чаще в стоячих водоемах.
3. В загрязненных сточными водами реках раки практически не встречаются.
4. Разнообразие и численность змей в тропических странах значительно выше, чем в умеренных.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под экологическим фактором?
2. Как называется наиболее благоприятная точка в интенсивности действия экологического фактора для жизнедеятельности организма?
3. Как называется значение экологического фактора, при котором жизнедеятельность максимально угнетается?
4. Что понимается под экологической толерантностью организма?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Существуют ли альтернативные системы классификации экологических факторов?
2. Приведите примеры действия направленных и ненаправленных, периодических и непериодических факторов.
3. Что такое комплексное взаимодействие факторов? Из чего складывается коэффициент суровости климата?
4. Какие экологические факторы определяют возможность успешного ведения аграрной деятельности?

Занятие 3 Принципы экологической классификации организмов. Жизненные формы

Цель занятия: сформировать понятие о жизненных формах (биоморфах) растений и животных. Рассмотреть основные способы экологической классификации организмов. Сформировать навыки определения жизненной формы растений и животных.

Теоретические сведения

Экологическая классификация организмов отличается от систематики тем, что в последней главным критерием служит филогенетическая близость организмов, т. е. систематика на всех ступенях таксономии базируется на едином критерии – филогенезе. В экологической классификации такого критерия нет, поэтому она имеет очень много схем.

Экологическая классификация организмов может быть проведена:

- ✓ по отношению к органическому веществу выделяются *гетеротрофы* и *автотрофы*;
- ✓ по функции в биогеоценозе – *продуценты*, *консументы* и *редуценты* (*деструкторы*);
- ✓ по местам обитания.

Водные организмы (*гидробионты*) при этом подразделяются на *бентосные*, *планктонные* и *нектонные*. Их можно классифицировать и по занимаемым зонам. При таком подходе важно выяснить положение организма во всех трех системах классификации, а также иметь в виду, что многие виды на разных стадиях развития ведут различный образ жизни (головастик и лягушка, личинка стрекозы и взрослое насекомое).

Особые затруднения вызывает классификация наземных животных, поскольку они представляют огромное разнообразие форм, что связано с особенностями мест обитания. Уже среди травоядных имеются и мелкие и очень крупные. Практически не поддается учету и экологической классификации обилие насекомых и других членистоногих, а также птиц. Еще сложнее классифицировать редуцентов. Почвенные организмы обычно классифицируют по размерам, в связи с чем различаются *микро*-, *мезо*- и *макробиота*.

Наиболее распространена экологическая классификация организмов по *жизненным формам*, т.е. по типу внешней морфоло-

гии, отражающей важнейшие моменты образа жизни, отношение вида к среде. Жизненные формы определяют приспособленность организмов к комплексу факторов (в отличие от экологических групп, характеризующих приспособление к отдельным факторам), к специфике местообитания.

Существует много различных трактовок жизненных форм животных. Это связано с тем, что за основу классификации в одних случаях берутся особенности размножения, в других – способы передвижения или добывания пищи. Нередко классификация базируется на приуроченности организмов к определенным экологическим нишам, ландшафту, ярусу. Тем не менее, анализ жизненных форм дает возможность судить об особенностях среды обитания и путях выработки у животных адаптации к определенным условиям. Например, Д.Н. Кашкаров (1945) классифицирует жизненные формы животных следующим образом.

I. Плавающие формы:

1. Чисто водные: а) нектон; б) планктон; в) бентос.
2. Полуводные: а) ныряющие; б) не ныряющие; в) добывающие из воды лишь пищу.

II. Роющие формы.

1. Абсолютные землерои (всю жизнь проводят под землей).
2. Относительные землерои (выходят на поверхность земли).

III. Наземные формы.

1. Не делающие нор: а) бегающие; б) прыгающие; в) ползающие.
2. Делающие норы: а) бегающие; б) прыгающие; в) ползающие.
3. Животные скал.

IV. Древесные, лазающие формы.

1. Не сходящие с деревьев.
2. Лишь лазающие по деревьям.

V. Воздушные формы.

1. Добывающие пищу в воздух
2. Высматривающие пищу с воздуха.

Как видно, в основу этой классификации положены приспособления для передвижения.

Разные категории жизненных форм насекомых относительно среды обитания (*геобионты*, *гидробионты* и т. д.) предлагают В.В. Яхонтов, Ф.Н. Правдин, И.Х. Шарова. Зонально-ландшафтную категорию жизненных форм птиц разработали орнитологи А. К. Рустамов, Г. П. Дементьев, С. М. Успенский.

Растения классифицируют на основании адаптации к окружающим условиям. Например, среди них выделяются *гигрофиты*, *мезофиты* и *ксерофиты*. Данная классификация базируется на физиологических свойствах растений, а деление растительности на деревья, кустарники и травы характеризует главные наземные сообщества.

В связи с многообразием условий на земле у растений выработалось огромное количество жизненных форм. Понятие о жизненных формах растений впервые ввел в 1806 г. А. Гумбольдт. Обычно выделяют *древесные*, *полудревесные*, *наземные травянистые* и *водные травянистые растения*. Каждая из этих форм может быть представлена более мелкими группами. Широкое распространение получила классификация жизненных форм растений, разработанная в 1905 - 1907 гг. датским ботаником К. Раункиером. За ее основу принято расположение почек возобновления и наличие приспособлений для переживания неблагоприятного времени года. На этой классификации базируется современная классификация, в которой различают шесть жизненных форм растений (рис.4).

✓ *Фанерофиты* – наземные растения (деревья, кустарники, лианы, стеблевые суккуленты, травянисто-стеблевые растения). Почки возобновления находятся у них на вертикально расположенных побегах высоко над землей.

✓ *Хамефиты* – травянистые растения с почками возобновления, расположенными у земли. В умеренных широтах побеги этих растений на зиму уходят под снег и не отмирают.

✓ *Гемикрептофиты* – дернообразующие растения, у которых почки возобновления находятся на уровне почвы или даже в ней. Надземные побеги к зиме отмирают. Это очень многие луговые растения.

✓ *Криптофиты*, или *геофиты*, - многолетние травы с отмирающими надземными частями. Почки возобновления распо-

лагаются на подземных органах (клубневые или корневищные растения).

✓ *Терофиты* – однолетние растения. К зиме отмирают и надземные и подземные части их. Неблагоприятный период (зиму) переживают на стадии семян.

В приведенном ряду жизненных форм отчетливо проявляется возрастающая адаптация к неблагоприятным условиям. Во влажных тропических лесах большинство видов принадлежит к фанерофитам и эпифитам. В северных районах преобладают растения с защищенными почками возобновления.

Существуют и другие схемы классификаций жизненных форм. Наибольшее признание получила классификация злаков по способу кушения, разработанная В.Р. Вильямсом. Г.Н. Высоцкий и Л. И. Казакевич в основу классификации жизненных форм положили характер подземных органов и способность растений к вегетативному размножению. Классификацию покрытосеменных растений предложил И. Г. Серебряков, сосредоточив внимание на структуре и длительности жизни надземных скелетных осей. Он выделял типы древесной, кустарниковой, полукустарниковой, травянистой растительности. Каждый тип в свою очередь подразделяется на формы. Жизненные формы, доминирующие в том или ином сообществе, могут служить индикаторами условий обитания. Так, преобладание столонообразующих растений в широколиственных и темнохвойных лесах свидетельствует о малоплодородной, рыхлой и избыточно увлажненной почве. В жарком и засушливом климате преобладают животные, обитающие в глубоких норах, а на высокоплодородных и рыхлых почвах землерои создают большое количество ходов.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Изучите систему жизненных форм растений К. Раункиера (рис. 14). Какой принцип лежит в основе этой классификации? Зарисуйте схему, обозначив положение почек возобновления на каждом из растений. Приведите примеры, сделайте вывод.

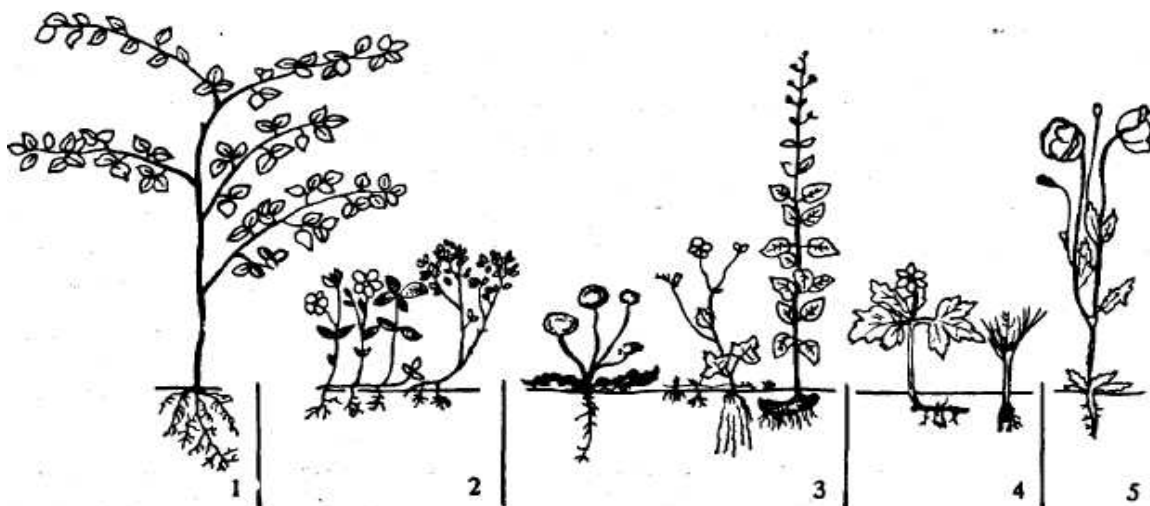


Рисунок 14 – Система классификации жизненных форм растений К. Раункиера: 1) фанерофиты; 2) хамефиты; 3) гемикриптофиты; 4) криптофиты; 5) терофиты

Задание 2. Изучите систему жизненных форм растений А.Г. Серебрякова. Постройте схему, сделайте вывод о подходах к выделению групп. Приведите примеры.

I. Древесные растения:

1. Деревья;
2. Кустарники;
3. Кустарнички;

II. Полудревесные растения:

1. Полукустарники;
2. Полукустарнички;

III. Наземные травы:

1. Монокарпические травы;
2. Поликарпические травы;

IV. Полуводные травы.

V. Плавающие и подводные травы.

Задание 3. В таблице 5 представлены биоморфы растений, предложенные Л.Г. Бельгардом. Перенесите таблицу 5 в тетрадь, приведите характерные примеры и заполните пустые ячейки таблицы.

Таблица 7 – Жизненные формы растений разных фитоценозов

Группа	Расшифровка	Виды растений
Сильванты	Растения леса	
Степанты	Растения степи	
Пратанты	Растения луга	
Полюданты	Растения болот	
Галофиты	Растения солончаков	
Рудеранты	Растения сорных мест	

Задание 3. Изучите схему Н.А. Кашкарова. Сделайте выводы, приведите примеры, составив самостоятельно соответствующую таблицу.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается такая категория как жизненная форма от таксономических категорий? Приведите примеры этих понятий.
2. Какие способы классификации жизненные форм растений вам известны?
3. Какое применение находит знание закономерностей, связанных с биоморфами в хозяйственной деятельности человека, особенно в сфере декоративного растениеводства, животноводства?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Какие экологические группы гидробионтов существуют? Приведите примеры.
2. Какие преимущества имеет корнеотпрысковая жизненная форма одуванчика по сравнению со стержнекорневой?
3. Что такое конвергентное сходство? Приведите примеры животных, не родственных между собой, но составляющих одну жизненную форму. Всегда ли имеет место конвергентное сходство?

Занятие 4
Коллоквиум по аутэкологии
Вопросы для подготовки

1. Что такое экология?
2. Что является предметом этой науки?
3. В чем отличие экологии и охраны природы?
4. Какова связь экологии и охраны природы?
5. Что изучает аутэкология?
6. Что называется экологическим фактором?
7. Какова главная закономерность действия экологических факторов?
8. Какие виды экологических факторов вам известны?
9. В чем выражается взаимодействие экологических факторов?
10. Что такое лимитирующий фактор?
11. Кто такие стенобионты и эврибионты?
12. Какие пути адаптации вам известны?
13. Как классифицируются адаптации?
14. Что такое сумма активных (эффективных) температур?
15. Какие экологические группы организмов и биологические особенности их представителей вам известны?
16. Назовите четыре среды жизни. Почему не принято выделять отдельно воздушную среду жизни?
17. Характеристика наземно – воздушной среды. Основные лимитирующие факторы наземно – воздушной среды.
18. Что такое орографические факторы и что от них зависит?
19. Какие природно-климатические зоны выделяют на Земле? Чем они отличаются? Кто автор учения о природно-климатической зональности?
20. Назовите главные особенности почвы как среды жизни.
21. Что такое эдафические факторы? Приведите их примеры.
22. Какие типы почв Вам известны? От каких факторов зависит химический состав почв?
23. Что такое жизненная форма?
24. Роль света в жизни организмов.
25. Что такое цирканные ритмы? Чем они определяются? В чем заключается их биологическое значение?

26. Принципы классификации экологических факторов по Мончадскому.

27. Роль температуры окружающей среды в жизни организмов.

28. Роль влажности в жизни организмов.

29. Каковы адаптации растений к недостатку и избытку влаги? Группы растений по отношению к влажности среды.

30. Какие выделяют экологические группы растений по отношению к свету? В чем их адаптации?

31. Какие адаптации к недостатку света имеют животные?

32. Какие адаптации к недостатку влаги имеют животные?

33. В чем разница между пассивными и активными адаптациями?

34. Что такое морфологические, физиологические и поведенческие адаптации?

35. В чем заключается правило оптимума в действии факторов?

36. В чем заключается правило лимитирующего фактора?

37. В чем заключается правило комплексного взаимодействия факторов?

38. Характеристика водной среды обитания.

39. Лимитирующие факторы водной среды.

40. Примеры общих адаптаций гидробионтов.

41. Экологические группы гидробионтов.

42. Почва как среда обитания. Каковы особенности и лимитирующие факторы водной среды.

43. Понятие о биотических факторах, примеры.

44. Понятие о лимитирующих факторах, примеры их в различных жизненных средах.

45. Площадь Мирового океана составляет около 80 % площади Земли, а суши – около 20%. Где выше биологическое разнообразие организмов и с чем это связано?

46. Понятие о фотопериодизме у растений и животных. Какие явления связаны с фотопериодом. Назовите группы растений по отношению к фотопериоду.

47. Значение температуры в жизни живых организмов.

48. Пойкилотермные, гомойотермные и гетеротермные животные, примеры.

49.Пассивные и активные адаптации организмов к дефициту и избытку тепла.

50.Правила Аллена, Бергмана.

51.Примеры прямого и косвенного воздействия антропогенных факторов на окружающую среду.

52.Метаболизм мелких животных (мышь) намного интенсивнее, чем крупных (слон). На единицу массы мышь потребляет в 11 раз больше пищи. С чем это связано? Какое экологическое правило отражает эти закономерности?

53.Какие адаптации имеют смысл при высоком или низком давлении? Примеры адаптаций глубоководных и высокогорных и высокогорных животных.

54.Классификация растений по Раункиеру. На чем основана его система?

55.Классификация растений по Серебрякову. Что положено в ее основу?

Тема 2 Демэкология – учение о популяциях

Занятие 5 Статические характеристики популяции и их значение

Цель занятия: получить представление о популяции как живой системе. Рассмотреть основные характеристики популяций животных и растений. Получить навыки определения плотности популяции, ее прогноза, типа пространственной структуры популяций.

Теоретические сведения

Популяция – это совокупность особей одного вида, обитающих на общей территории и характеризующихся общностью морфобиогенетического типа. Популяцию характеризуют рядом признаков: рождаемость, смертность, возрастная структура, распределение в пространстве, выживаемость, кривая роста, численность и др. Популяция, как элементарная биосферная единица жизни, оказывается первым акцептором, воспринимающим все многообразие внешних воздействий. Популяция - эта реальная биологическая единица, в форме которой существуют виды растений, микроорганизмов и животных. Каждая популяция может быть охарактеризована набором определенных атрибутов - по-

пуляционных параметров, называемых также статическими показателями. Основные из них следующие:

- ✓ *численность* - общее количество особей, которое содержится в данной популяции;
- ✓ *плотность* - количество особей, приходящееся на единицу территории или единицу объема пространства, занимаемого популяцией;
- ✓ *возрастная структура* - соотношение возрастных групп в популяции;
- ✓ *половая структура* - соотношение полов в популяции;
- ✓ *пространственная структура*, состоящая в особенностях расположения особей по площади.

Учет численности крупных животных может проводиться различными способами. Распространение получил метод отлова, который заключается в том, что отловленные особи помечаются и выпускаются. Затем через некоторое время (несколько дней или недель) проводится повторный отлов. Учитываются показатели: а – общее число меченых особей; b – число отловленных в ловушки особей в определенное время; r – число повторно отловленных меченных ранее особей; N – численность популяции. Расчет численности производится по формуле: $N = a \times b : r$

Популяции состоят из особей разного возраста, все особи одного возраста составляют соответствующую возрастную группу, которые в демографии называются *когортами*. На основе данных о возрастной структуре популяций строятся демографические таблицы, которые содержат важную для экологического анализа информацию о выживаемости, смертности, ожидаемой продолжительности жизни особей данной популяции. Как было сказано выше, в популяции реализуется принцип территориальности: все особи и их группы обладают индивидуальным и групповым пространством, возникающим в результате активного физико-химического и поведенческого разобщения. Оно часто сочетается с агрегацией, группировкой особей, которая усиливает конкуренцию между индивидами, но способствует выживанию группы в целом. Так, например, у животных образуются стаи, стада, колонии и другие объединения особей, благодаря чему достигаются различные защитные эффекты. Различают сле-

дующие типы пространственного распределения особей в популяциях:

- ✓ *равномерный (регулярный)*;
- ✓ *диффузный (случайный)*;
- ✓ *агрегированный (групповой, мозаичный)*.

Равномерный тип распределения в идеале характеризуется равным удалением каждой особи от всех соседних; величина расстояния между особями соответствует порогу, за которым начинается взаимное угнетение. Диффузный тип распределения при нем особи распределены в пространстве неравномерно, случайно. В этом случае расстояние между особями неодинаковы, что определяется, с одной стороны, вероятностными процессами, а с другой – определенной степенью неоднородностью среды. Агрегированный тип распределения выражается в образовании группировок особей, между которыми остаются достаточно большие незаселенные территории. Это связано либо с резкой неоднородностью среды, либо с выраженной социальной структурой, действующей на основе активного сближения особей.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Решите задачи:

1. Оценка численности популяций белки обыкновенной в разных лесных экосистемах проводилась методом отлова в ловушки. Отловленные особи помечались и выпускались. Используя данные таблицы 8, произведите расчет и сделайте вывод.

Таблица 8 – Данные отлова в лесных экосистемах белки обыкновенной (Казенс Д, 1982)

Показатели	№ экосистем						
	1	2	3	4	5	6	7
a	20	36	40	102	113	117	118
b	22	34	20	18	10	14	37
r	4	8	14	7	5	12	26

2. Чтобы оценить численность форели озерной (*Salmo trutta m. lacustris*) в небольшом озере, был проведен контрольный отлов, при котором в сети попали 625 особей. Все они были помечены и выпущены обратно. Через три недели повторным отловом

поймано 873 половозрелые форели, из которых 98 имели метки. Определите общую численность популяции форели в данном водоеме.

Задание 2. Пользуясь данными таблицы 8, постройте диаграммы возрастных спектров хохлаток в разных сообществах. Определите тип популяций.

Ключ возрастного состава растений:

p – проростки, сохраняющие связь с семенами;

j – ювенильные растения, утратившие связь с семенами, молодые, внешне отличаются от взрослых представителей вида;

im – имматурные растения, молодые, типичного для вида строения;

v – виргильные растения, молодые, еще не приступившие к цветению;

g – генеративные, цветущие и плодоносящие растения;

s – сенильные растения – старые, ослабленные. Не цветут, размножение вегетативное.

Таблица 8 – Возрастные группы хохлаток в различных лесных биоценозах

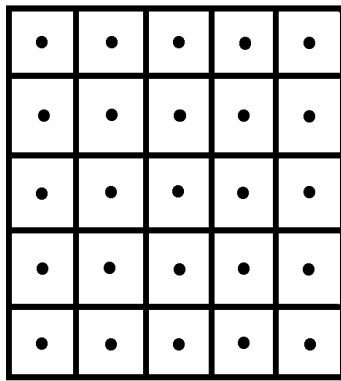
№ п/ п	Фитоценоз	Возрастное состояние растений					
		p	j	im	v	g	s
	Снытево-осоковая 90 летн. дубрава	7	9	6	4	21	3
	Осоковая 120 летн. дубрава	0	37	7	40	16	0
	Снытевая 150 летн. дубрава	3	31	12	12	41	1
	Снытевая 250 летн. дубрава	8	54	8	8	21	1

Задание 3. На одном из участков растения кормового злака – полевицы тонкой распределились по возрастному состоянию следующим образом: проростки 73, молодые – 9, взрослые плодоносящие – 16, старые – 2. Через 4 года возрастной состав полевицы на этом участке был соответственно 0, 3, 30 и 60. Постройте

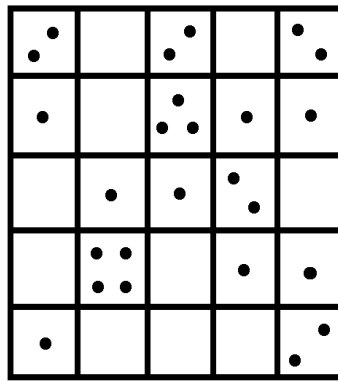
диаграммы возрастной структуры и проанализируйте их. Как изменилась популяция за этот период? К какому типу ее можно отнести и что можно сказать о будущем состоянии этой популяции?

Задание 4. Средняя плотность населения в России 8,7 чел. на км². Рассчитайте плотность населения Пензенской области, если площадь 43,2 тыс. км², а численность населения 1523 тыс. чел. Сравните этот показатель с общероссийским.

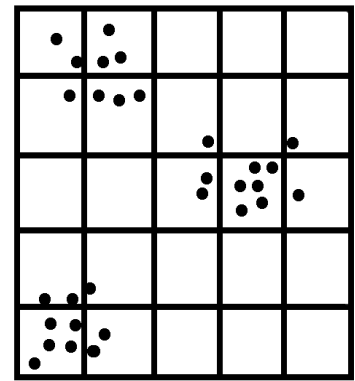
Задание 5. Рассмотрите рисунок 15 и определите типы пространственного распределения особей, изображенные на них. Запишите изображения и сделайте соответствующие обозначения. Приведите примеры.



а



б



в

Рисунок 15 – Типы пространственного распределения особей в популяциях: а – ...; б – ...; в –

Задание 6. Обдумайте, можно ли считать популяциями приведенные ниже примеры и почему. Ответы запишите в тетрадь.

- стаю грачей;
- стадо антилоп;
- карасей, населяющих небольшой пруд;
- высаженные на фермерском поле овощи;
- всех птиц, населяющих городской парк;
- население большого города;
- семью;
- птичий базар;
- обитателей муравейника;
- стаю волков;
- прайд львов.

Контрольные вопросы

1. Что общего и в чем разница между популяциями животных и популяциями растений?
2. Можно ли составить прогноз будущего той или иной популяции, располагая данными о ее возрастной и половой структуре?
3. О чем свидетельствует определенный тип пространственного распределения особей на территории? Как влияет степень социализации вида на распределение особей?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Какие типы использования жизненного пространства существуют у животных?
2. В чем преимущества разных типов использования жизненного пространства?
3. Какие внутрипопуляционные группировки формируются у животных? Каков биологический смысл их формирования?
4. Групповой и массовый эффект: укажите отличия.
5. В чем заключается принцип Олли?

Занятие 6 Динамика популяции и демографические процессы

Цель занятия: изучить основные демографические процессы, протекающие в популяциях, получить представление о биотическом потенциале и типах динамики, сформировать навыки решения экологических задач.

Теоретические сведения

Изменение в численности, структуре и распределении популяции, как реакция на условия окружающей среды, называется *динамикой* популяции. Причинами изменения численности являются процессы размножения, гибели и миграции особей (рис.16)

Каждой популяции и виду в целом свойствен так называемый *биотический потенциал*, под которым понимают теоретически возможное потомство от одной пары родительских особей. Биотический потенциал реализуется организмами только в отдельных случаях и в течение коротких промежутков времени.

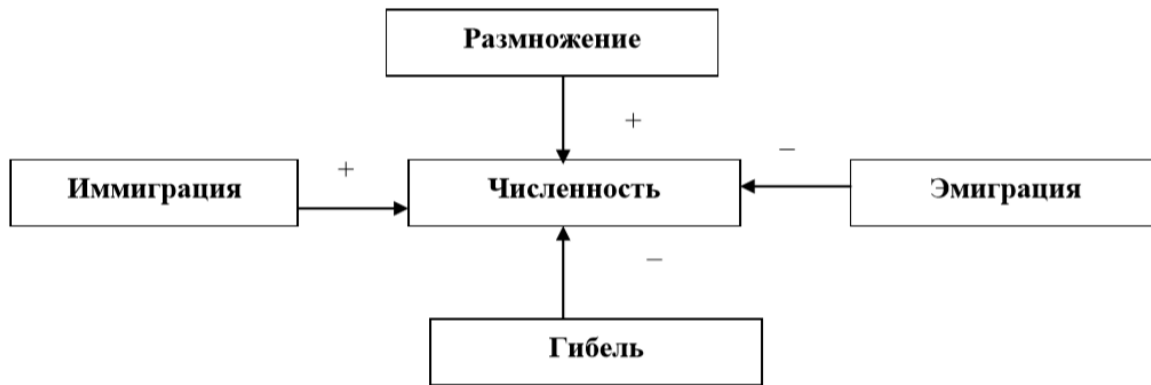


Рисунок 16 – Процессы, определяющие изменения численности (по А.В. Смурову, Л.В. Полищук, 1989). Знак (+) означает, что данный процесс приводит к увеличению численности, а знак (–) – к ее уменьшению.

Например, если быстроразмножающиеся организмы (насекомые, микроорганизмы) осваивают какой-либо субстрат или среду, где нет конкурентов, врагов и достаточно пищевых ресурсов. Во многих случаях при неограниченных ресурсах и идеальных природных условиях и высокоорганизованные виды реализуют максимальную рождаемость. Численность популяции растет сначала медленно, затем стремительно - по экспоненте, т.е. кривая роста принимает J-образный вид. Если популяция изменяется непрерывно, а поколения полностью перекрываются, такой тип роста может быть описан уравнением:

$$\frac{dN}{d\tau} = r \cdot N$$

где N – число особей в популяции; τ – время; r – врожденная скорость роста численности популяции, связанная с максимальной скоростью размножения особей данного вида. Экспоненциальная модель роста показана на рис. 17а.

Экспоненциальный рост продолжается до внезапного падения плотности в результате истощения ресурсов среды. Такой тип роста не зависит от плотности, так как его регуляция не связана с плотностью популяции до самого момента катастрофы.

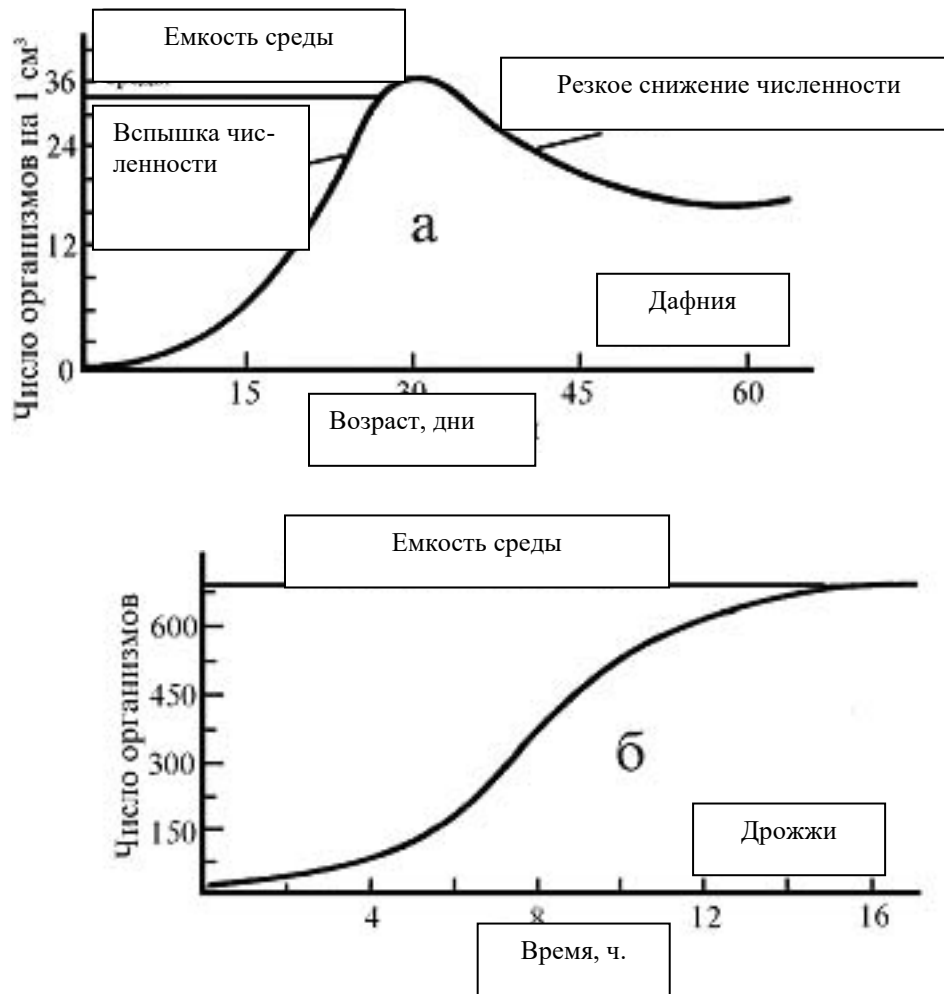


Рисунок 17 – Два типа кривых роста популяций: а – j-образная кривая роста дафний в культуре; б – S-образная кривая роста дрожжей в культуре

Но природные условия не идеальны, а природные ресурсы ограничены. Это, как правило, останавливает рост популяции ниже уровня максимальной рождаемости. Максимальный размер популяции одного вида, который природная экосистема способна поддерживать в определённых экологических условиях как угодно долго, называется *ёмкостью среды*. При ограниченных ресурсах размеры популяции того или иного вида также ограничены, и смертность начинает расти, когда численность популяции достигает ёмкости среды. Когда это случается, J-образная кривая роста популяции начинает плавно изгибаться и принимает вид S-образной кривой (*логистическая модель роста*). Такой тип роста называется *зависимым от плотности*, так как скорость роста зависит от плотности, которая влияет на истощение ресурсов и

накопление отходов, а, следовательно, на рост. Такой тип роста описывается зависимостью:

$$\frac{dN}{d\tau} = r \cdot N \frac{(K - N)}{K} ;$$

где K – ёмкость среды.

С увеличением плотности скорость роста уменьшается до “0”, и кривая выходит на *плато*. Популяция стабильна, если численность колеблется в пределах ёмкости среды (рис.176).

Все популяции в той или иной степени подвержены колебаниям численности входящих в них особей. Эти изменения носят название *популяционных волн, волн жизни* или *волн численности*.

Процессы размножения и гибели в популяции складываются из размножения и гибели особей в отдельных когортах. В каждый момент времени популяция представляется совокупностью множества когорт. Набор численности когорт, присутствующих в популяции в каждый момент времени, представляет возрастной состав (спектр) популяции. Для понимания и прогнозирования изменения численности популяции существенна характеристика когорты – её *кривая выживания*.

Различают 3 основных типа кривых выживания (рис. 18):

✓I – выпуклая. Основная смертность в когорте приходится на старшие возраста;

✓II – диагональная (линейно убывающая). Количество умерших в разных возрастах одинаково;

✓III – вогнутая. Основная смертность приходится на яйца, личинки, молодь (рыбы, паразиты).

Во многих случаях реальные кривые выживания не соответствуют какому-либо определённому типу. Общим является лишь то, что кривая выживания не может возрастать.

Динамические показатели популяции неразрывно связаны с протекающими в ней демографическими процессами. К ним относят рождаемость, смертность, выживаемость и прирост числа. В популяциях, численность которых, как правило, значительна, используют относительные (удельные) показатели.

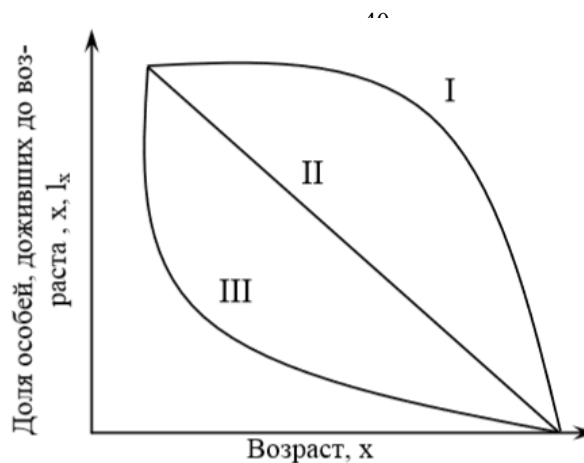


Рисунок 18 – Типы кривых выживания когорты

Количественно *относительная рождаемость* ($V_{от}$) определяется как соотношение числа родившихся особей (N_b) к общей численности популяции (N), выраженное в процентах:

$$V_{от} = \frac{N_b}{N} \times 100 \%$$

Количественно *относительная смертность* ($D_{от}$) определяется как соотношения числа погибших (N_d) к общей численности (N), выраженное в процентах, *относительная выживаемость* ($V_{от}$) - количество выживших особей, определяется аналогично.

Прирост числа особей определяется по разности между показателями рождаемости и смертности. В демографии человека все расчеты ведутся не в процентах, а в промиле (тысячных долях единицы).

Демография (др.-греч. δῆμος – народ, др.-греч. γράφω – пишу) – наука о закономерностях воспроизводства населения, о зависимости его характера от социально-экономических, природных условий, миграции, изучающая численность, территориальное размещение и состав населения, их изменения, причины и следствия этих изменений и дающая рекомендации по их улучшению. Демографией иногда называют вид практической деятельности по сбору данных, описанию и анализу изменений в численности, составе и воспроизводстве населения. Демографические исследования служат для разработки демографической политики, планирования трудовых ресурсов и пр.

Демография имеет свой четко очерченный объект исследования – население. Демография изучает численность, территориальное размещение и состав населения, закономерности их изме-

нений на основе социальных, экономических, а также биологических и географических факторов. Для математических расчетов в демографии человека используют формулы: $b_{аб} = \Delta n / \Delta t$, где Δn – число родившихся, а Δt – соответствующий период времени;

$b_{от} = (b_{аб} / N) \times 1000$, где N – общее число населения;

$d_{аб} = \Delta n_d / \Delta t$, где Δn_d – число погибших, а Δt – соответствующий период времени;

$d_{от} = (d_{аб} / N) \times 1000$, где N – общее число населения;

$r_{аб} = b_{аб} - d_{аб}$;

$r_{от} = b_{от} - d_{от}$

Задание 1. Определите относительную рождаемость в колонии сурков, если весной родилось 164 детеныша, а популяция состояла из 100 репродуктивных и 35 старых особей. Постройте диаграмму возрастного состава и дайте характеристику описанной популяции.

Задание 2. Рассчитайте показатели смертности и выживаемости на разных стадиях жизненного цикла зимней пяденицы, используя данные таблицы 9. Сколько куколок превратится в бабочек? Какой процент особей популяции погибает от паразитов и хищников?

Таблица 9 – Показатели плотности (экз./ 1 м²) зимней пяденицы (Чернышев В.Б., 1996)

Стадии жизненного цикла	Плотность
Яйца	658
Гусеницы: здоровые последнего возраста	96,4
зараженные паразитами	260,8
Куколки: съеденные хищниками	28,4
зараженные паразитами	15,0
Имаго следующего года	

Задание 3. Рыба нерка из семейства лососевых выметала 10000 икринок осенью. Весной из икринок вывелось около 500 мальков. Через год в море мигрировали 100 мальков. Через 2,5 года к месту нереста возвратились 5 взрослых особей, которые отложили икру и погибли. Определите рождаемость и смерт-

ность на каждом этапе, постройте кривую выживаемости. К какому типу кривых она относится?

Задание 4. Бабочка зимней пяденицы откладывает 200 яиц, зимой вымерзает до 180 из них, на стадии гусеницы гибнет 6, а на стадии куколки гибнет 5 особей. Рассчитайте выживаемость на каждой стадии жизненного цикла и смертность по отношению к первоначальному числу яиц. Когда смертность наибольшая? Сколько особей превратятся в имаго и отложат яйца, если смертность на этой стадии составляет до 10 %.

Задание 5. Пользуясь формулами, решите задачи.

1. Естественный прирост населения в городе N составил 0,9 промиле. Определите численность населения в городе, если известно, что абсолютный прирост составил 16 000 человек.

2. Численность населения в городе составляла 890000 человек. В текущем году родилось 4500, а умерло 3930 человек. Определите относительную рождаемость, смертность и прирост.

3. Определите показатели относительного прироста и общую численность населения в городе, если абсолютная рождаемость составила 13700 человек, а относительная - 2 промиле. Смертность составила 1,2 промиле.

4. Если численность населения в данном году составила 500000 человек, за год родилось 10000, а умерло 8000 человек, рассчитайте относительные показатели рождаемости и смертности на 1000 человек. Каков естественный прирост населения?

Контрольные вопросы

1. Дайте понятие логистического роста популяции. В чем его отличия от экспоненциального роста?

2. Что такое емкость среды и биотический потенциал вида? Как взаимосвязаны эти понятия?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Опишите наиболее известные ситуации, иллюстрирующие реализацию биотического потенциала популяциями.

2. Какими методами располагает демография человека?

3. Почему математические расчеты, сопровождающие демографические процессы в человеческой популяции, осуществляются в промиле?

Занятие 7 Регуляция численности и плотности популяций. Экологические стратегии выживания

Цель занятия: усвоить понятие гомеостаза живых систем, рассмотреть действующие механизмы регуляции численности и плотности популяции, овладеть навыками обнаружения стресс-реакции у животных, определения жизненной стратегии вида.

Теоретические сведения

В целом можно выделить динамику популяций, независимую от плотности (численности) ее особей и зависимую от плотности. Соответственно различаются и механизмы (факторы), оказывающие влияние на плотность. При независимом от плотности типе изменения численности, последняя обуславливается в основном абиотическими факторами (погодные явления, наличие пищи, различного рода катастрофы и т. п.). Эти факторы могут обеспечивать условия как для неограниченного, хотя и кратковременного роста популяций, так и для снижения их численности до нулевой. Такие факторы обычно называют *модифицирующими*.

Зависимая от плотности динамика популяций обеспечивается биотическими факторами. Их называют *регулирующими*. Они «работают» по принципу обратной отрицательной связи: чем значительнее численность, тем сильнее срабатывают механизмы, обуславливающие ее снижение, и наоборот - при низкой численности сила этих механизмов ослабевает и создаются условия для более полной реализации биотического потенциала. Факторы такого типа лежат в основе *популяционного гомеостаза*, обеспечивающего поддержание численности в определенных границах значений.

Известно три типа зависимости численности популяции от ее плотности (рис. 19). При первом типе (кривая 1) скорость роста популяции уменьшается по мере увеличения плотности (синицы, африканские слоны). При втором типе зависимости (кривая 2) темп роста популяции максимален при средних, а не при низких значениях плотности. Этот тип характерен для видов, у которых отмечен групповой эффект. При третьем типе (кривая 3) темп роста популяции не изменяется до тех пор, пока не достигнет высокой плотности, затем резко падает (лемминги).



Рисунок 19 – Типы зависимости роста популяции от плотности (по А.К. Бродскому, 1996)

Действие регулирующих факторов реализуется на уровне *межвидовых* и *внутривидовых* (внутрипопуляционных) взаимоотношений организмов. К межвидовым механизмам гомеостаза относятся типа *хищник – жертва*. В таком же плане действуют и взаимоотношения *паразит – хозяин*. При высокой численности жертв и хозяев создаются условия для увеличения количества соответственно хищников и паразитов.

В основе *внутрипопуляционного гомеостаза* лежит конкуренция. В растительном мире это проявляется в *самоизреживании* растительных популяций. Например, на стадии всходов и молодых растений в лесных сообществах на одном гектаре насчитывается до нескольких сотен тысяч древесных растений. К возрасту спелости (100-120 лет для хвойных видов и 50-70 лет для лиственных) число экземпляров обычно не превышает 1000 на 1 га, но чаще исчисляется несколькими сотнями. Остальные погибают в процессе острой конкурентной борьбы. В результате этого, с одной стороны, освобождается пространство для остающихся более сильных особей, а с другой - ослабленные и погибающие особи выполняют положительную роль для сохранения популяции через включение в процессы круговорота, обогащение почвы минеральными веществами и гумусом. Часть ослабленных особей, еще при жизни, становится донорами для питания более сильных экземпляров. Это возможно в результате имеющего место срастания корней. Частным подтверждением таких явлений служат не единичные случаи нарастания годовичных колец на пнях деревьев («растущие пни»).

В животном мире результат острой внутривидовой борьбы проявляется часто в форме *каннибализма*. Такие явления наиболее часты среди хищников. Например, взрослые окуни при высокой численности популяции, особенно в небольших водоемах, начинают питаться мальками своего вида. Явления каннибализма характерны также для некоторых грызунов, личинок насекомых, особенно в случаях существования в ограниченном пространстве. Поедание потомства домашними животными, по-видимому, один из случаев атавизма (лат. атавус - отдаленный предок), явления, которое раньше имело место в природных популяциях.

Смягченные формы внутривидовой конкуренции проявляются обычно через ослабление части особей, выключения их из процессов размножения. К таким механизмам внутривидового гомеостаза относятся угнетающие (ингибирующие) выделения веществ во внешнюю среду более сильными особями, стрессовые явления, разграничение территорий (территориальность), механизмы поддержания иерархии.

Помимо выше описанной регуляции существует еще *саморегуляция*, при которой на численности популяции сказывается изменение качества особей. При большой скученности (избыточной плотности) в организмах происходят физиологические изменения в результате так называемой *стресс-реакции*, вызываемой неестественно большим скоплением особей (рис. 20).

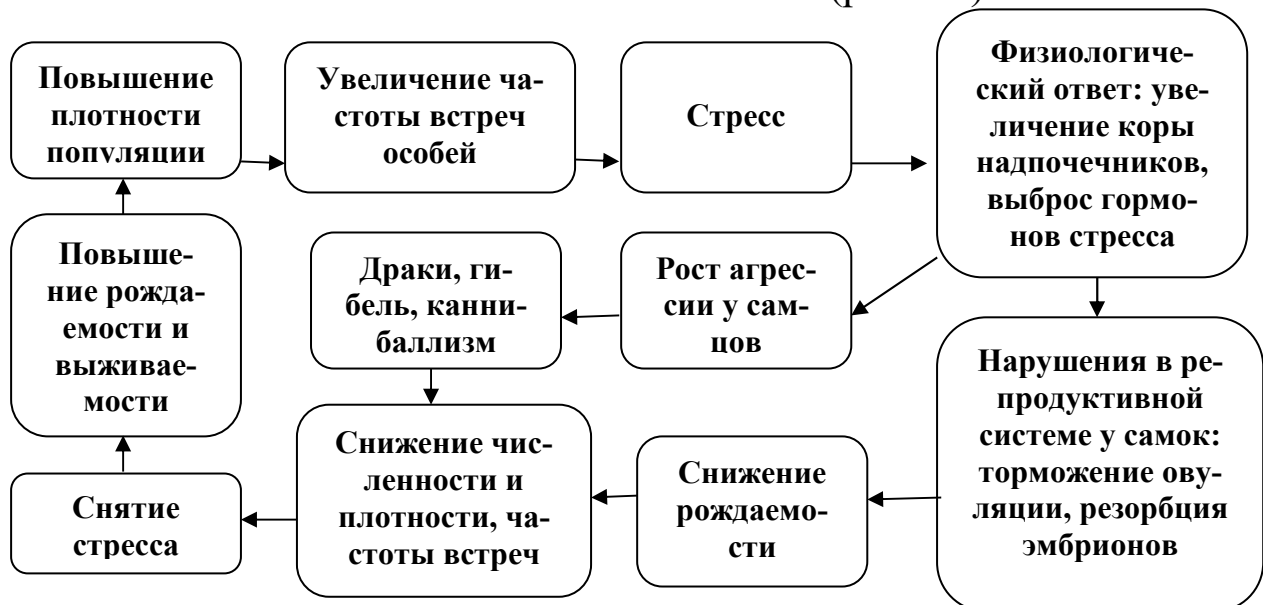


Рисунок 20 – Схема стресс-реакции у млекопитающих

Например, у самок грызунов происходит воспаление надпочечников, что ведет к сокращению рождаемости за счет рассасывания эмбрионов. Кроме того, нехватка пищи заставляет особей эмигрировать на новые участки, что приводит к значительной их гибели в пути и на новых участках, в новых условиях, т. е. повышается смертность и сокращается численность.

Таким образом, саморегуляция обеспечивается механизмами торможения роста численности. Таких гипотетических механизмов три:

- ✓ при возрастании плотности и повышенной частоте контактов между особями возникает стрессовое состояние, уменьшающее рождаемость и повышающее смертность;

- ✓ при возрастании плотности усиливается миграция в новые места обитания, краевые зоны, где условия менее благоприятны, повышается смертность;

- ✓ при возрастании плотности происходят изменения генетического состава популяции – замена быстро размножающихся на медленно размножающихся особей.

Это свидетельствует о важнейшей роли популяции как в генетико-эволюционном смысле, так и в чисто экологическом.

Экологическая стратегия выживания – способ вида сохраняться во времени. Экологических стратегий выживания множество. Все их многообразие заключено между двумя типами эволюционного отбора, которые обозначаются константами логистического уравнения: *r-стратегия* и *K-стратегия* (табл. 10). По существу, эти две стратегии представляют решение одной задачи – задачи длительного выживания вида. Тип *r-стратегия*, или *r-отбор*, определяется отбором, направленным, прежде всего, на повышение скорости роста. *K-стратегия* (или *K-отбор*) направлена на повышение выживаемости в условиях уже стабилизировавшейся численности.

Один из основных факторов, влияющих на размеры популяции – это процент особей, погибающих до достижения половой зрелости. В пределах любого вида эта величина гораздо более изменчива, чем плодовитость. Для того чтобы численность популяции оставалась постоянной, в среднем только два потомка каждой пары должны доживать до репродуктивного возраста.

Таблица 10 - Характерные особенности *r*- и *K*-видов

<i>r</i>-виды	<i>K</i>-виды
Быстро размножаются	Размножаются медленно
Скорость размножения не зависит от плотности	Скорость размножения зависит от плотности популяции, быстро увеличивается, если плотность падает
Размеры популяции некоторое время могут превышать поддерживающую емкость среды	Размеры популяции близки к равновесному уровню, определяемые поддерживающей емкостью среды
Вид не всегда устойчив на данной территории	Вид устойчив на данной территории
Расселяются широко и в больших количествах; у животных может мигрировать каждое поколение	Расселяются медленно
Размножение идет с относительно большими затратами энергии и вещества	Размножение идет с относительно малыми затратами энергии и вещества; Большая часть энергии расходуется на рост
Малые размеры особей	Крупные размеры особей
Малая продолжительность жизни	Большая продолжительность жизни
Местообитания сохраняются недолго	Местообитания устойчивые и сохраняются долго
Слабые конкуренты (способность к конкуренции не требуется)	Сильные конкуренты
Защитные приспособления развиты сравнительно слабо	Хорошие защитные механизмы
Не становятся доминантами	Могут становиться доминантами
<i>Примеры:</i> бактерии, тли, мучные хрущаки, однолетние растения и т.д.	<i>Примеры:</i> альбатрос, человек, копытные, деревья и т.д.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Если численность популяции лося составляет 600 особей, через 5 лет она составила 800 особей. Рассчитайте сколько особей можно отстреливать ежегодно, не нанося вреда популяции и экосистеме?

Задание 2. В охотничьем хозяйстве численность стада лосей составляет 500 особей. Определите, на сколько голов будет увеличиваться стадо при ежегодном приросте 15 %. Укажите, что произойдет с плотностью популяции, если территория хозяйства 40000 га. Помните, плотность рассчитывается по количеству особей на 1000 га. Определите сколько особей можно изъять из популяции с учетом темпов ее роста?

Задание 3. Численность популяции бобров в дельте реки менялась по годам: 650 особей, 483 особи, 711 особей, 560 особей. Постройте график изменения численности. При условии, что прирост ежегодно составлял 36 %, рассчитайте показатели абсолютного прироста. Можно ли предположить, что популяция изолирована?

Задание 4. В течение 25 лет численность популяции пятнистого оленя, определяемая через каждые 5 лет, изменялась следующим образом: 421, 588, 639, 497, 400 особей. Отрадите колебания на графике. Какой тип динамики характерен для этого вида? Какой стратегии придерживается вид?

Задание 5. Площадь охотничьего хозяйства составляет 39000 га. Лесистость хозяйства 73 %. Леса на этой площади имеют среднее качество. Численность стада лося определяется в 421 особь. Рассчитайте плотность популяции. Дайте оценку плотности (оптимальная, низкая, высокая, очень высокая), если для лесов среднего качества плотность лося должна составлять 3 – 5 особей на каждые 1000 га. Будет ли разрешена в этом хозяйстве охота на лося? Ответ поясните.

Задание 6. В зоне южной тайги Урала обитают популяции полевой мыши (*Apodemus agaricus*). В популяциях отмечаются пять генераций. Особи первой и второй генерации – это появляющийся в мае и июне приплод перезимовавших особей. Третья генерация появляется в июле от особей первой генерации. Четвертая состоит полностью из потомков особей, родившихся в этом году и зависит от численности первой и второй генерации.

Пятая генерация появляется в конце августа – начале сентября и состоит из потомков второй, третьей и четвертой генерации, достигших половой зрелости. Эта генерация дает потомство только весной будущего года и является основой нового цикла размножения популяции. Особи летних генераций не переживают зиму и погибают в течение лета. К ноябрю особи этих генераций практически отсутствуют в популяции. Взрослые особи, пережившие зиму, дают не более двух пометов и погибают к началу августа. Пользуясь данными таблицы 11 по численности популяции полевой мыши по месяцам года в течение двух сезонов, постройте графики динамики численности. Чем можно объяснить существенное отличие в численности популяции в разные сезоны? На какие месяцы приходится подъем численности? Как изменится график, если в популяции в апреле появится еще одна генерация? Каков будет график, если это произойдет в октябре? Ответ поясните.

Таблица 11 – Динамика численности популяции полевой мыши (Козлов и др., 2006)

Время, месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Численность, шт. /1 год	43	40	38	35	62	41	30	15	27	25	20	16
Численность, шт. в 2 год	15	14	13	10	22	15	13	10	15	13	12	8

Контрольные вопросы

1. Что такое гомеостаз популяции?
2. Где в реальных условиях можно встретить проявление стресс-реакции млекопитающих? Самоизреживание у растений?
3. В чем преимущества разных типов жизненных стратегий?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Что такое минимальный порог воспроизводства популяции?
2. Способствует ли снижению внутривидовой конкуренции экологическое и физиологическое многообразие особей в популяции?

Занятие 8
Коллоквиум по демэкологии
Вопросы для подготовки

1. Понятие о популяциях, их основные характеристики.
2. Что такое ценопопуляция?
3. Биотический потенциал вида. Чем он определяется?
4. Динамика популяций – понятие и закономерности.
5. Основные демографические процессы.
6. Значение емкости среды в регуляции численности популяции.
7. Основные жизненные стратегии видов.
8. Понятие об экспоненциальной кривой. Что она выражает?
9. Понятие гомеостаза популяций. Способы его контроля.
10. Волны жизни в популяциях.
11. Основные статические показатели популяций.
12. Чем определяется прирост в популяции?
13. Основные демографические процессы.
14. Что такое логистическая кривая роста численности? Что она выражает?
15. Размеры и динамика популяций, особенности пространственного распределения.
16. Структура популяций.
17. Виды возрастной структуры, их преимущества.
18. Половая структура, принципы ее формирования.
19. О чем говорит возрастная структура популяции? Можно ли на ее основе дать прогноз будущего популяции?
20. Инвазионные и сокращающиеся популяции.
21. Формы групповых объединений животных.
22. Эффект группы.
23. Массовый эффект.
24. Динамика популяций.
25. Рождаемость и смертность в популяциях.
26. Причины колебания численности популяций.
27. Внутрипопуляционная регуляция численности.
28. Расселение и миграции.

29. Гомеостаз популяций.
30. Механизмы гомеостаза в популяциях.
31. Пределы роста популяции.
32. Емкость среды.
33. Факторы, определяющие темпы роста популяции.
34. R- и K- стратегии роста популяций.
35. В чем преимущества типичных r-стратегов?
36. В чем преимущества типичных K-стратегов?
37. Стада, стаи, колонии.
38. Стресс-реакция млекопитающих.
39. Способы использования жизненного пространства.
40. Интенсивный способ использования пространства.
41. Экстенсивный способ использования пространства.
42. Оседлые животные, их образ жизни.
43. Номадные животные, их образ жизни.
44. Иерархия в популяциях высших животных.
45. Причины формирования пространственных группировок.
46. Укажите значение групповых характеристик популяции для охраны биологического разнообразия.
47. Что нужно знать о виде, чтобы с достаточной вероятностью прогнозировать его численность?
48. Докажите, что максимальная скорость в случае логистического роста достигается при численности, равной половине емкости среды.
49. Действие каких факторов при регуляции численности популяции не зависит от ее плотности?
50. Если популяция реагирует на собственную высокую плотность снижением рождаемости, то почему возможно чрезмерное размножение вредителей на полях и в садах?
51. Почему в сообществах, созданных человеком (посевы, лесные насаждения), чаще наблюдается вспышки численности насекомых-вредителей, чем в природных системах?
52. Длительное время у нас в стране поощрялась охота на волков, и за каждого убитого животного выдавали немалую премию. Затем отстрел волков полностью запретили. В настоящее время в ряде районов этот запрет вновь снят и часть волков разрешают уничтожать. Чем можно объяснить подобные отклонения в распоряжениях природоохранительных органов?

53.Предположим, что по долгу службы вы обязаны установить норму вылова ценного вида рыб. Какую информацию об этом виде вы должны вначале собрать, чтобы рассчитать эту норму? Чего можно ожидать: а) в случае завышения нормы вылова? б) ее занижения?

54.У какой популяции растений больше шансов на выживание: у той, которая состоит из одних проростков? Из проростков, молодых и взрослых особей? Ответ обоснуйте.

55.Является ли эффект группы одним из механизмов регуляции численности популяции?

56.Является ли массовый эффект одним из механизмов регуляции численности популяции?

57.В чем причины «нашествия» саранчи – стихийного экологического бедствия?

58.Что общего у человеческой популяции и популяций других видов?

59.Крупные головастики, выделяя в воду частицы белковой природы, способны тем самым задерживать рост других, более мелких головастиков. С чем связано подобное явление?

60.Какая возрастная структура популяции выгоднее с эволюционной точки зрения?

Тема 3 Синэкология – учение об экосистемах

Занятие 9 Живые организмы в экосистемах. Биоценозы

Цель работы: сформировать представление об одном из центральных понятий экологии – биоценозе. Рассмотреть уровни структуры сообщества и принципы взаимодействия между организмами. Получить навыки определения типов взаимоотношений между организмами.

Совокупность всех живых организмов экосистемы называют *биоценозом*. Термин «биоценоз» предложил в 1877 г. немецкий ученый К. Мебиус на основе изучения устричных отмелей. В англоязычной литературе как синоним термина биоценоз часто используется термин «сообщество». В экологии биоценозом (сообществом) называют группу организмов разных видов, существующих в одном и том же местообитании или на одном

участке территории и взаимодействующих между собой через посредство трофических или пространственных связей.

Важнейшими особенностями биоценозов являются следующие:

- ✓ биоценозы возникают и складываются из готовых частей (представителей различных видов или целых комплексов видов), имеющих в окружающей среде;

- ✓ части биоценоза заменяемы. Один вид или комплекс видов может занять место другого со сходными экологическими требованиями, без ущерба для всей системы;

- ✓ биоценозы существуют за счет уравнивания противоположно направленных сил. Интересы многих видов в биоценозе прямо противоположны. Так, хищники – антагонисты своих жертв, и, тем не менее, они существуют вместе в сообществе;

- ✓ сообщества основаны на количественной регуляции численности одних видов другими;

- ✓ размеры биоценоза определяются внешними причинами;

- ✓ биоценозы часто имеют расплывчатые границы, иногда неумовимо переходя одно в другое. Однако они реально существуют в природе.

В структуре биоценозов выделяют:

- ✓ видовую, которая раскрывает видовое разнообразие живых организмов;

- ✓ трофическую, демонстрирующую характер пищевых связей между организмами биоценоза;

- ✓ пространственную, которая показывает территориальное размещение растений, животных и микроорганизмов.

Видовой состав биоценозов может быть разнообразен. Но его формирование подчиняется одному общему правилу: в природном биоценозе обязательно имеются представители *продуцентов*, *консументов* и *редуцентов*. Без такого сочетания организмов с разным типом питания любой биоценоз оказался бы неустойчивым образованием. Биоценозы являются закономерными формированиями и характеризуются определенным видовым составом организмов.

Отношения между организмами в биоценозе объединяются в четыре типа: трофические, топические, форические и фабрические. В эти категории попадают все виды связей между организ-

мами: хищничество, паразитизм, квартирантство, комменсализм, антибиоз и прочие.

Экологическая ниша – место вида в биоценозе, включающее как положение его в пространстве, так и функциональную его роль в сообществе, отношение к абиотическим условиям существования. Важно подчеркнуть, что эта ниша не просто физическое пространство, занимаемое организмом, но его место в сообществе, определяемое его экологическими функциями. Ю. Одум (1975) образно представил экологическую нишу как «профессию» организма в той системе видов, к которой он принадлежит, а его местообитание – это «адрес» вида.

Знание экологической ниши позволяет ответить на вопросы, как, где и чем питается вид, чьей добычей он является, каким образом и где он отдыхает и размножается.

Бывает необходимым определить степень сходства между сообществами разного типа. Для этого используют расчет индекса общности Жаккара. Предварительно следует выбрать группу организмов, по которой будет проводиться сравнение. Одновременно сравнить можно только два сообщества. Поэтому, если нужно определить сходство более чем двух, сообщества сравнивают поочередно. Для расчета индекса или коэффициента сходства пользуются формулой:

$$K = \frac{C100}{(A+B) - C},$$

где А- число видов в первом сообществе,

В – число видов во втором сообществе,

С – число видов, общих для двух сообществ.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Работая в группах по 2-3 человека, проведите анализ ситуаций. Какие типы связей иллюстрируют ситуации? Выводы запишите в тетрадь.

1. История введения в культуру клевера в Австралии показала, что, не имея местных опылителей, растения не приживались, пока не ввезли шмелей.

2. По оценкам зоологов, в южной тайге к моменту осыпания семян (конец зимы – начало весны) на деревьях остается не более трети первоначального урожая, остальное уничтожают,

сбивают или растаскивают клесты и др. птицы (дятлы, сойки, дрозды, кедровки).

4. Птицы поедают зеленые части растений: так, обыкновенный глухарь, питающийся зимой сосновой хвоей, съедает ее в месяц более 6 кг. Питается также почками дерева. В ряде случаев это оказывает влияние на характер ветвления и формирует своеобразную архитектуру кроны дерева.

5. Зайцы предпочитают молодые ветви деревьев и кустарников (веточный корм) как наиболее доступные и имеющие наибольшую кормовую ценность. Для растений эти повреждения означают потерю наиболее важных растущих частей, снижение прироста, изменение направления роста и ветвления, иными словами животные действуют на растения и как формообразующий фактор.

6. В лесостепных дубравах в годы массовых вспышек размножения дубовой листовертки, почти начисто съедающей листву, у многих деревьев срывает защитная реакция – в середине лета трогаются в рост почки, заложенные для будущего года, и развивается новая листва (иногда этот процесс повторяется еще раз в конце лета). Зарегистрирована еще одна защитная реакция – увеличение фотосинтетической активности листьев, оставшихся несъеденными, что позволяет растению сохранить общую продуктивность фотосинтеза.

7. На среднеазиатских пастбищах овцы почти не едят однолетние солянки (это растение) и полыни в начале вегетации (до образования семян), так как в это время года растения содержат много ядовитых алкалоидов; после плодоношения эти же виды становятся съедобными.

8. Злаки, произрастающие на пастбищах рядом с лютиком клубненосным, не поедаются скотом.

9. В Австралии овцы на пастбищах эффективно распространяют плоды дурнишника колючего, имеющего прицепки, прикрепляющиеся к шерсти животного. Это снижает качество шерсти и наносит вред тонкорунному овцеводству.

10. Животные поедают сочные плоды растений (земляника – медведь; брусника – рябчик; черника – тетерев). Всхожесть семян возрастает при прохождении через пищеварительный тракт животного. Для приживания всходов, по-видимому, имеет значе-

ние отложение их семян совместно с экскрементами соответствующих видов животных – только в этом случае семенное размножение растений происходит достаточно эффективно.

11. Растительоядные животные (фитофаги) питаются определенными растениями. Среди фитофагов есть крупные животные, потребляющие большое количество растительной массы. Взрослый лось летом съедает за сутки до 30-40 кг разнообразной растительной пищи, зимой – около 10 кг побегов и коры, ежедневно объедая около 300-400 деревьев и кустарников. В списке его кормовых растений есть и осина. Лось не только съедает фитомассу, но причиняет растению и иной ущерб: объеденные и поврежденные ветви и стволы отсыхают, сломанные и согнутые лосем деревца зимой становятся доступны и другим зверям-фитофагам (зайцам, полевым).

12. У лиан имеются приспособления для прикрепления к опоре. У молодых лиан прямостоячие стебли, найдя опору, начинают очень быстро расти по опоре. Например, виноград по стволу ореха маньчжурского; актинидия по кроне клена; лимонник, увивающий ель.

13. Большинство из хамелеонов ведут древесный образ жизни и лишь в виде исключения спускаются на землю. Однако некоторые из них постоянно живут в земляных норах или обитают среди опавшей листвы на земле. Известны случаи нахождения хамелеонов даже в муравьиных гнездах.

14. При сильной пастбищной нагрузке выпадают из травостоя ценные травы и, напротив, разрастаются непоедаемые – ядовитые, колючие. Преимущества на пастбище получают растения, легко переносящие вытаптывание, - со стелющимися побегами и способностью укоренения отломанных частей. Так происходит зарастание пастбищ крупного рогатого скота птичьей гречишкой (спырь).

15. В степном заповеднике «Аскания Нова» (южнорусские степи) на огражденных и невыпасаемых участках (ограждения ставили от антилоп) накапливался степной войлок, ухудшались водный режим и аэрация почвы, что привело к затрудненному возобновлению растений. Сначала из травостоя выпал ковыль, а затем и другие ценные степные виды. В конечном счете, эксперимент привел к деградации степного травостоя. Вывод: выпас

животных в небольших дозах — естественный и необходимый фактор, поддерживающий само существование степной растительности.

16. Сойки не только питаются желудями, но и устраивают их запасы, довольно далеко унося плоды в пищеводах. Например, в Лисинском лесхозе (Ленинградская обл.) в еловом лесу за 1-3 км от зарослей старых дубов встречается молодая поросль дубков — явно из желудей, занесенных в ельник постоянно летающими туда сойками.

17. В норах бурундука находили до 5 кг кедровых орешков. Размеры запасующей деятельности мышевидных грызунов удалось оценить в лабораторных условиях. Так, одна пара мышей за месяц накопила 45 тыс. буковых орешков, общей массой около 9 кг. Интересно, что грызуны запасают только неповрежденные, отборные семена.

18. Осенью ежи готовятся к продолжительному, глубокому сну. Перед залеганием они накапливают подкожный слой жира, поскольку каких-либо кормов на зиму не запасают. Зимуют они в одиночку. Устраивают убежище себе под корнями берез и других деревьев, кучами валежника, старыми пнями. Зверьки для зимовки делают небольшое углубление, выстилают его мхом, сухой травой (осокой, злаками), старыми листьями, разнообразными растительными остатками и зарываются в них.

19. Картофель в наименьшей степени поражается колорадским жуком, когда произрастал совместно с пасленом черным, так как гусеницы, вышедшие из яиц, отложенных на листьях этого растения, погибали.

20. Ондатра, североамериканский зверек, интродуцированный в водоемах Дальнего Востока, питается прибрежно-водными растениями и наносит большой ущерб местной водной и прибрежно-водной флоре, включая и удивительные по красоте растения — лотос Комарова. Так, у срезанных растений (тростник, камыш, осоки) она съедает ничтожно малую нижнюю сочную часть, а остальное растение погибает. Свои хатки ондатра строит из стеблей прибрежно-водных растений.

Задание 2. Изучите данные таблицы 12. Определите степень сходства между сообществами. Сделайте выводы.

Таблица 12 - Видовой состав и численность птиц на полях северных районов Нижнего Поволжья

Вид птиц	Численность птиц (на один км маршрута)		
	Ковыльная степь	Посевы с лесополосами	Посевы без лесополос
Гнездящиеся			
Степной жаворонок	25,8	14,2	11,0
Полевой жаворонок	18,0	0,02	2,6
Малый жаворонок	3,1	4,7	3,2
Каменка-плясунья	0,6	-	0,01
Каменка-плешанка	0,3	-	-
Желтая трясогузка	-	0,05	-
Розовый скворец	-	0,03	-
Чибис	-	-	0,2
Перепел	-	0,17	-
Лунь полевой	-	0,08	0,2
Лунь степной	0,1	-	-
Степной орел	0,1	-	-
<i>Продолжение таблицы 14</i>			
Не гнездящиеся, использующие биотоп для кормежки			
Славка серая	-	0,1	-
Городская ласточка	-	0,2	0,2
Деревенская ласточка	-	0,6	0,7
Береговая ласточка	-	-	0,2
Полевой воробей	-	0,05	-
Камышовая овсянка	-	0,03	0,05
Серая ворона	0,02	0,08	-
Сизоворонка	0,3	-	-
Грач	-	0,3	1,2
Сорока	-	0,2	0,01
Стриж	-	-	0,02
Щурка золотистая	0,4	0,04	-
Сизый голубь	-	0,8	-
Белогрудая крачка	-	-	0,2
Чеглок	-	0,02	-
Кобчик	0,4	0,01	-
Черный коршун	0,02	-	-
Обыкновенная пустельга	-	0,01	-

Задание 3. Г.Ф. Гаузе выращивал инфузорий двух видов в 5 см³ среды Остерхаута (смесь солей в воде при температуре

26° С), кормом служили бактерии. Каждый день инфузориям давали одинаковое количество корма. Первоначально в колбу помещали по 20 инфузорий каждого вида и через каждые 5 дней проводили учет численности, результаты наблюдений представлены в таблице 13. Постройте график роста численности двух видов инфузорий. Определите плотность популяции каждого вида в начале, середине и конце эксперимента. Рассчитайте темпы роста популяций и найдите точку равновесия системы, т. е. момент, когда численность 1-го и 2-го вида увеличивалась одинаково. Что можно сказать о конкурентоспособности этих видов?

Таблица 13 – Численность инфузорий 2-х видов, выращиваемых в искусственной среде

Виды	Численность инфузорий по дням наблюдений					
	начало	5	10	15	20	25
1-ый вид	20	300	1000	1010	1100	1500
2-ой вид	20	100	300	350	250	200

Задание 4. Заполните таблицу 14.

Таблица 14 – Классификация биотических взаимодействий популяций двух видов

Тип взаимодействия	Виды		Общий характер взаимодействия
	1	2	
1. Нейтрализм	0	0	
2. Конкуренция	-	-	
3. Синойкия	-	-	
4. Аменсализм	-	0	
5. Паразитизм	+	-	
6. Хищничество	+	-	
7. Комменсализм	+	0	
8. Протокооперация	+	+	
9. Мутуализм	+	+	
10. Антибиоз			

Задание 5. Пользуясь данными таблицы 15, постройте графики колебаний численности хищника и жертвы на протяжении

шести лет. Определите, есть ли взаимозависимость в изменениях численности.

Таблица 15 – Колебание численности зайцев-беляков и лисиц в Печеро-Ильичевском заповеднике (по Теплому, 1937)

Показатели	Зимние сезоны					
	1	2	3	4	5	6
Средняя численность зайцев, встречаемых на маршруте 100 км	5,0	2,0	1,8	1,0	0,2	0
Среднее число следов лисиц на маршруте 100 км	3,6	5,0	5,1	2,7	2,0	1,0
Частота встречаемости останков зайцев в пище лисиц, %	40	50	50	45	20	10

Задание 6. Пользуясь данными таблицы 16, постройте сравнительные диаграммы, отражающие долю добытых хищником больных и ослабленных животных и таковых, пойманных ловушками. Сделайте вывод о значении хищничества.

Таблица 16 – Состояние обыкновенных полевок, добытых в беловежской пуце сарычами по сравнению с состоянием популяции в целом (по Фолитаренку, 1948) (показан % больных)

Состояние полевок	Добыты сарычами			Пойманы ловушками		
	Ж	М	Средн.	Ж	М	Средн.
Заражены паразитными червями	41,2	29,4	34,5	22,9	12,2	17,1
Имеют спайки внутренних органов	3,4	1,3	2,2	-	-	-
Патологические изменения селезенки	68,5	47,2	56,3	34,3	26,8	30,3
Патологические изменения печени	20,3	21,1	20,7	14,3	2,4	7,9

Задание 7. Два вида гусениц сухофруктовой огневки конкурируют за пищу (пшеничная мука). Рассчитайте выживаемость на каждой стадии жизненного цикла двух видов, если из 200 яиц каждого вида вывелось 137 и 74 гусеницы, в куколки превратились 100 и 20 особей соответственно. Какой вид более конкурентоспособен, почему?

Контрольные вопросы

1. От чего зависит число экологических ниш в сообществе?
2. Сформулируйте закон Гаузе.
3. Приведите примеры проявления трофических, топических, форических и фабрических взаимоотношений видов.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Дайте характеристику пространственной структуры биоценоза. Что такое ярусность, зональность?
2. Что такое биологическое разнообразие сообщества? Как оно оценивается? В чем состоит роль разнообразия?
3. Что такое вид-эдификатор сообщества?
4. Дайте определения доминанту, преобладающему, субдоминанту и редким видам в сообществе.

Занятие 10. Экосистема. Потоки вещества и энергии

Цель занятия: получить представление о направлении потока энергии и круговороте веществ в экосистеме. Сформировать навыки решения задач, основанных на правиле «десяти процентов». Рассмотреть особенности агроценозов.

Теоретические сведения

В пределах экосистемы по цепям и сетям питания происходит круговорот веществ и каскадный перенос энергии. Цепи питания обычно начинаются с автотрофных растений – *продуцентов*, дальнейшие звенья представлены фитофагами и зоофагами – *консументами*. Третья группа организмов – *редуценты* – обеспечивает минерализацию органики в экосистеме.

Первоисточником энергии для экосистем служит Солнце. Энергия распространяется в космическом пространстве в виде электромагнитных волн, и небольшая часть ее, составляющая примерно $10,5 \times 10^6$ кДж/м² в год, захватывается Землей. Пример-

но 19% этой энергии поглощается при прохождении через атмосферу, 34% отражается и 47% достигает поверхности. Из этого числа только 1-5% усваивается в процессе фотосинтеза зелеными растениями в ходе синтеза органических молекул.

Пища, поглощаемая консументом, усваивается не полностью: от 12 до 20% у некоторых растительноядных, до 75% и более у плотоядных. Энергетические затраты связаны прежде всего с поддержанием метаболических процессов, которые называют *тратой на дыхание*, оцениваемой общим количеством CO_2 , выделенного организмом. Значительно меньшая часть идет на образование тканей и некоторого запаса питательных веществ. Остальная часть пищи выделяется в виде экскрементов. Кроме того, значительная часть энергии рассеивается в виде тепла при химических реакциях в организме и, особенно, при активной мышечной работе. В конечном итоге вся энергия, использованная на метаболизм, превращается в тепловую и рассеивается в окружающей среде.

Таким образом, большая часть энергии при переходе с одного трофического уровня на другой, более высокий, теряется. Приблизительно потери составляют около 90%: на каждый следующий уровень передается не более 10% энергии от предыдущего уровня. Так, если калорийность продуцента 1000 Дж, то при попадании в тело фитофага остается 100 Дж, в теле хищника уже 10 Дж, а если этот хищник будет съеден другим, то на его долю останется лишь 1 Дж, т. е. 0,1 % от калорийности растительной пищи. Поэтому чем длиннее пищевая цепь, тем меньше остается к ее концу энергии. Поэтому число трофических уровней обычно не бывает больше 4-5.

Однако такая строгая картина перехода энергии с уровня на уровень не совсем реальна, поскольку трофические цепи экосистем сложно переплетаются, образуя трофические сети. Но конечный итог всегда: рассеивание и потеря энергии, которая, чтобы существовала жизнь, должна возобновляться.

Различают два главных типа пищевых цепей – *пастбищные* и *детритные*.

Пастбищная пищевая цепь – это цепь, в которой первый трофический уровень занимают продуценты, второй - пастбищные животные и третий - хищники. Тела погибших растений

и животных содержат энергию и «строительный материал». Эти органические вещества используют сапрофиты и редуценты.

Детритная пищевая цепь начинается с разложения мертвой органики (детрита). Детритофагами могут в свою очередь питаться более крупные организмы, и тогда создается пищевая цепь другого типа – цепь, начинающаяся с детрита: «детрит – детритофаг – хищник».

Агроценоз – искусственный биоценоз, созданный и поддерживаемый деятельностью человека. Примером агроценоза может быть засеянное поле, огород, сад, аквариум и т. п. Такой биоценоз неустойчив и без проведения соответствующих мероприятий по регулированию видового состава будет постепенно вытеснен «диким» биоценозом (зарастание поля).

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Постройте пищевые цепи для степных, луговых, лесных, речных, озерных, морских экосистем. Соблюдайте правила построения и верное направление стрелок.

Задание 2. Рассмотрите схему потока энергии в экосистеме. Обозначьте роль каждого из трофических звеньев. Что означают направленные вниз стрелки?

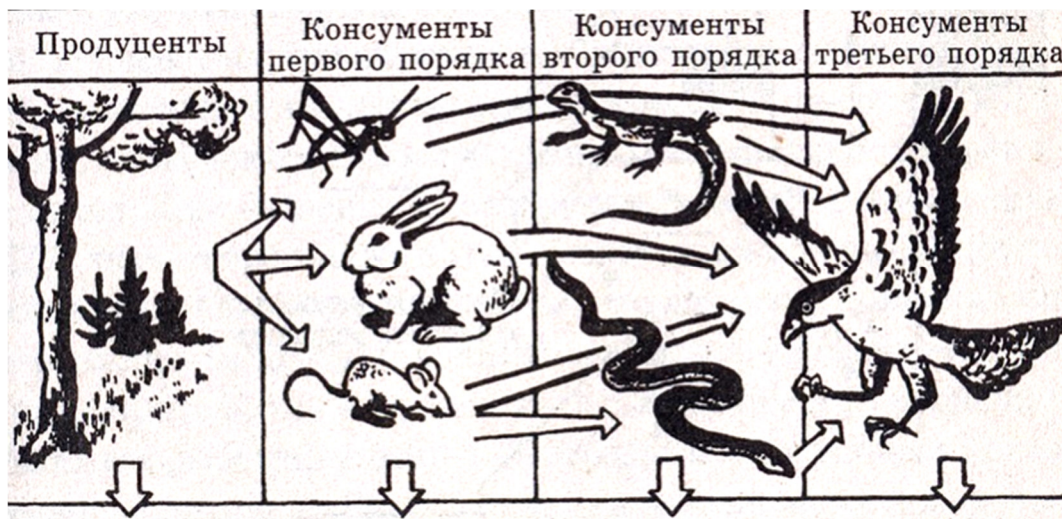


Рисунок 12 – Схема потока энергии в экосистеме

Задание 3. Решите задачи:

1. Масса злаковых растений в лесу составляет 10 г/м^2 . Определите площадь, необходимую для жизни паре сов массой 1 кг .

2. На участке хвойного леса обитает куница массой 2,3 кг. Масса шишек (основного корма жертв куницы – бёлок) составляет 60 кг/га. Определите площадь индивидуального участка куницы.

3. Кит массой 10 т обитает в акватории, в которой планктон (основной корм кита) распределен в количестве 0,2 кг/м². Определите площадь акватории.

4. Скопа – монофаг, питается исключительно рыбой. Определите акваторию, необходимую для питания 1 скопы массой 2,3 кг, если рыба в водоеме в среднем распределена в количестве 0,03 кг/м².

5. Какая площадь питания необходима для выкармливания белого медведя весом 500 кг в цепи питания: планктон - мелкая рыба - крупная рыба - ластоногие - белый медведь, если продуктивность мелкой рыбы 15 г/м²? Выполнив расчеты, изобразите данную пищевую цепь в виде экологической пирамиды, обозначив трофические уровни. Изменится ли конфигурация пирамиды для водной экосистемы в зимнее время, если да, то каким образом и почему?

Задание 4. Заполните таблицу 17.

Таблица 17 – Сравнительная характеристика агроценоза и естественного биоценоза

Показатель	Агроценоз	Естественный биоценоз
Источники внешней энергии		
Видовое разнообразие		
Продуктивность		
Устойчивость		
Замкнутость круговорота		

Контрольные вопросы

1. В чем связь правил экологической пирамиды и 10%?
2. От чего зависит длина пищевой цепи?
3. Почему агроценоз является неустойчивой по времени системой?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Особенности круговорота азота и фосфора.
2. Особенности круговорота углерода.

Занятие 11 Продукция и продуктивность экосистем

Цель занятия: получить представление о видах продукции в экосистеме и продуктивности. Сформировать навыки решения задач, основанных на закономерностях продукции.

Теоретические сведения

Скорость усвоения лучистой энергии растениями авто-трофами принято называть первичной продукцией. Выделяют *валовую первичную продукцию* (ВПП) - скорость, с которой растения накапливают химическую энергию и *чистую первичную продукцию* (ЧПП) - скорость накопления органического вещества растениями за вычетом расходов на дыхание и др. физиологические процессы. Количество органического вещества накопленного гетеротрофными организмами (т. е. консументами) составляет *вторичную продукцию* (ВП). Описанные закономерности также можно записать в виде балансовых уравнений:

$$\text{ВПП} = \text{ЧПП} + \text{Расходы на физиологические процессы};$$

ЧПП потребляется консументами и постепенно расходуется.

$$\text{ЧПП} = \text{ВП} + \text{Расходы консументов 1-го порядка}.$$

Вторичная продукция не делится уже на валовую и чистую, так как консументы и редуценты, или все гетеротрофы, увеличивают свою массу за счет первичной продукции, то есть используют ранее созданную продукцию. Рассчитывают вторичную продукцию отдельно для каждого трофического уровня, так как она формируется за счет энергии, поступающей с предшествующего уровня. Все живые компоненты экосистемы — продуценты, консументы и редуценты — составляют *общую биомассу* (живой вес) сообщества в целом или его отдельных частей, тех или иных групп организмов. Биомассу обычно выражают через сырой и сухой вес, но можно выражать и в энергетических единицах — в калориях, джоулях и т. п., что позволяет выявить связь между величиной поступающей энергии и, например, средней биомассой.

Если скорость изъятия первичной продукции консументами отстает от скорости прироста растений, то это ведет к постепенному приросту биомассы продуцентов и возникает избыток мертвого органического вещества. Последнее приводит к заторфовыванию болот, зарастанию мелких водоемов, созданию большого запаса под стилки в таежных лесах и т. п. В стабильных сообще-

ствах практически вся продукция тратится в трофических сетях и биомасса остается постоянной.

Биологическая продуктивность экосистемы - это количество воспроизводимой биомассы растений, животных, микроорганизмов на единицу площади в единицу времени, т. е. - это скорость прироста биомассы. Биологическую продуктивность можно определить для каждой популяции, входящей в экосистему. Для этого необходимо знать биомассу и скорость ее прироста или время полного возобновления.

Задание 1. Пользуясь данными таблицы 18, сделайте выводы о специфике накопления вторичной продукции. Рассчитайте процент усвояемости кормов, а также процент энергии, пошедшей на продукцию. Составьте схему распределения энергии в организмах растительноядных теплокровных гетеротрофов.

Таблица 18 – Продуктивность малых сусликов и степных сурков в Северном Прикаспии (тыс.ккал/га)

Вид	Год	Корм		Продукция
		Потребленный	Усвоенный	
Малый суслик	1971	535	427	40
	1972	355	283	28
Степной сурок	1971	318	239	65
	1972	279	206	54

Задание 2. Решите задачи:

1. Валовая продукция экосистемы составляет $42,0 \times 10^6$ кДж энергии. Эффективность фотосинтеза в экосистеме 40%. Определите долю энергии, приходящуюся на уровень консументов второго порядка.

2. Вторичная продукция экосистемы на уровне консументов первого порядка составляет $13,5 \times 10^5$ кДж. Определите значение чистой продукции в этой экосистеме, если траты на дыхание у продуцентов составляют 60%.

Задание 3. Изучите таблицу 19. На основе ее данных составьте диаграммы уровней продукции в разных сообществах.

Таблица 19 – Годовая первичная продукция в наземных экосистемах (по Дювинью и Тангу, 1968)

Название экосистемы	Площадь		Органическое вещество		Энергия ккал.х 10 ¹⁶
	Млн.км ²	%	Тонн	%	
Леса	40,6	28	7	28,4	11,4
Обработанные земли	14,5	10	6	8,7	3,5
Степи и луга	26,0	17	4	10,4	4,2
Пустыни	54,2	36	1	5,4	2,2
Полярные зоны	12,7	9	0	0	-
Итого	148			52,9	21,3

Задание 3. Энергия Солнца, попадающая на Землю, составляет $10,5 \times 10^6$ кДж/м² в год. От поверхности земли отражается 40%, 15% идет на нагревание атмосферы, 40% на нагревание почвы, растениями поглощается 5%. Определите размер валовой первичной продукции. Напишите балансовое уравнение энергии для данной экосистемы. Какое количество энергии может достигнуть уровня консументов 3-го порядка, если растения расходуют 15% от валовой первичной продукции?

Задание 5. На широте умеренного пояса количество солнечного света составляет приблизительно 1×10^6 кДж/м² в год. Для фотосинтеза растениями используется 3 % этой энергии. Рассчитайте количество энергии на различных трофических уровнях в лесной экосистеме, если 20 % валовой первичной продукции расходуется растениями на физиологические процессы.

Задание 6. В первый год жизни карп в прудовом хозяйстве весит 20 г. На второй год его масса достигает 600 г. Средняя продуктивность пруда 250 кг с 1 га. Вычислите, сколько килограммов рыбы дает пруд площадью 25 га и сколько приблизительно карпов второго года будет в нем?

Контрольные вопросы

1. Продукция и продуктивность – определения и их смысл.
2. Чем отличается биомасса от продукции?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Богатые и бедные сообщества – примеры.
3. От чего зависит продуктивность агроценоза?

Занятие 12 Динамика экосистемы.

Экологические сукцессии

Цель занятия: усвоить принципы изменений в экосистемах во времени. Сформировать навыки определения сериальной стадии сообществ.

Теоретические сведения

Суточная, сезонная и многолетняя периодичность внешних условий и проявление внутренних (эндогенных) ритмов организмов, флуктуации популяций достаточно синхронно отражается в *цикличности* всего сообщества — биоценоза.

Суточные циклы наиболее резко выражены в условиях климата высокой континентальности, где значительная разница между дневными и ночными температурами. Например, в песчаных пустынях Средней Азии в жаркий полдень многие животные прячутся в норы или ведут ночной образ жизни летом, а некоторые — зимой переходят на дневной (змеи, пауки и др.). Однако суточные ритмы наблюдаются во всех географических зонах, и даже в тундре в полярный день растения закрывают и открывают свои цветки в соответствии с этими ритмами.

Сезонная цикличность выражается в том, что на определенный период из биоценоза «выпадают» группы животных и даже целые популяции, впадающие в спячку, в период диапауз или оцепенения, при исчезновении однолетних трав, опадении листьев и т. п. Это в слабой форме выражено даже во влажных тропических лесах.

Многолетняя цикличность проявляется благодаря флуктуациям климата. Многолетняя периодичность в изменении численности биоценоза, вызванная резко неравномерным выпадением осадков по годам, с периодическим повторением засух, хорошо иллюстрируется повторением массовых размножений животных, например саранчевых (налеты саранчи).

Развитие биоценозов, при котором имеет место замещение во времени одного сообщества другим под влиянием природных факторов или воздействия человека, называют *экологической сукцессией*.

Экологические сукцессии занимают временный промежуток, в который изменяется видовая структура сообщества и абиотическая среда его существования вплоть до кульминации его

развития — возникновения стабилизированной системы. Такую стабилизированную экосистему Ф. Клементс назвал **климаксом**. В этом состоянии система находится тогда, когда в ней на единицу энергии приходится максимальная биомасса и максимальное количество симбиотических связей между организмами (Ю. Одум, 1975). Однако к этому состоянию система проходит ряд стадий развития, первую из которых часто называют *стадией первых поселенцев*.

Для возникновения сукцессии необходимо свободное пространство. В зависимости от первоначального состояния субстрата, различают *первичную* и *вторичную сукцессии*.

Первичная сукцессия начинается на субстрате, не измененном (или почти неизмененном) деятельностью живых организмов. Так через серию промежуточных сообществ формируются устойчивые биоценозы на скалах, на обнаженных эоловых песках пустыни, на образовавшейся отмели при отступлении моря и изменении русла рекой, на склоне после оползания или обвала и т.д.

Вторичная сукцессия развивается на субстрате, первоначально измененном деятельностью комплекса живых организмов. Такие сукцессии чаще всего имеют восстановительный (демутационный) характер.

Примером вторичной сукцессий может служить восстановление климаксового лесного биоценоза после пожаров или вырубки (рис. 13). Вторичная сукцессия заканчивается стабильной стадией сообщества через 150 – 250 лет, а первичная длится более 1000 лет.

Другое дело – гетеротрофная сукцессия, когда приток мертвого органического вещества не восполняет запасы, т. е. первичная продукция равна нулю, и участвуют в сукцессии только гетеротрофные организмы. В этом случае количество энергии не добавляется, а уменьшается, и система прекращает свое существование – все организмы погибают или, в лучшем случае, переходят в покоящиеся стадии. Хорошим примером такой сукцессии является сукцессия в гниющих стволах деревьев, в трупах животных, фекалиях и на вторичных стадиях обработки сточных вод. Так, при разложении мертвого дерева можно выделить несколько стадий смен гетеротрофов. Первыми на мертвом, чаще ослабленном дереве, поселяются насекомые-

короеды. Далее их сменяют насекомые, питающиеся древесиной (ксилофаги). К ним относятся личинки усачей, златок и других. Одновременно идут смены грибного населения. Они имеют примерно следующую последовательность: грибы-пионеры (обычно окрашивают древесину в разные цвета), грибы-деструкторы, способствующие появлению мягкой гнили, и грибы-гумификаторы, превращающие часть гнилой древесины в гумус. На всех стадиях сукцессий присутствуют также бактерии. В конечном счете, органическое вещество в основной массе разлагается до конечных продуктов: минеральных веществ и углекислого газа. Гетеротрофные сукцессии широко осуществляются при разложении детрита (в лесах он представлен лесной подстилкой). Они протекают также в экскрементах животных, в загрязненных водах, в частности, интенсивно идут при биологической очистке вод с использованием активного ила, насыщенного большим количеством организмов. Примером служит сукцессия состава насекомых-ксилофагов, участвующих в разложении древесины. Различаются пять стадий этой сукцессии (Кашкаров, 1944) со своим населением детритофагов: живой древесины, ослабленной древесины, мертвого целого дерева, частично разложившейся древесины, полностью разложившейся древесины.

Полнота сукцессий и видовое разнообразие возможны в случае надежной «работы» круговорота питательных веществ. Только в этом случае можно говорить о стабильности экосистемы, которая достигается в результате преобразования сообщества на основе длительной эволюции видов.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Гетеротрофную сукцессию можно продемонстрировать в эксперименте на сенном растворе, где вначале расцветает пышная культура разнообразных бактерий, которые при добавлении прудовой воды сменяются простейшими из родов *Hypotricha*, *Amoeba*, *Vorticella*. Что произойдет, как ресурсы будут исчерпаны?

Задание 2. На рисунке 13 показана последовательность этапов первичной сукцессии. Перечислите сериальные стадии. Запишите их наименования. Укажите причину смены сериальных стадий.

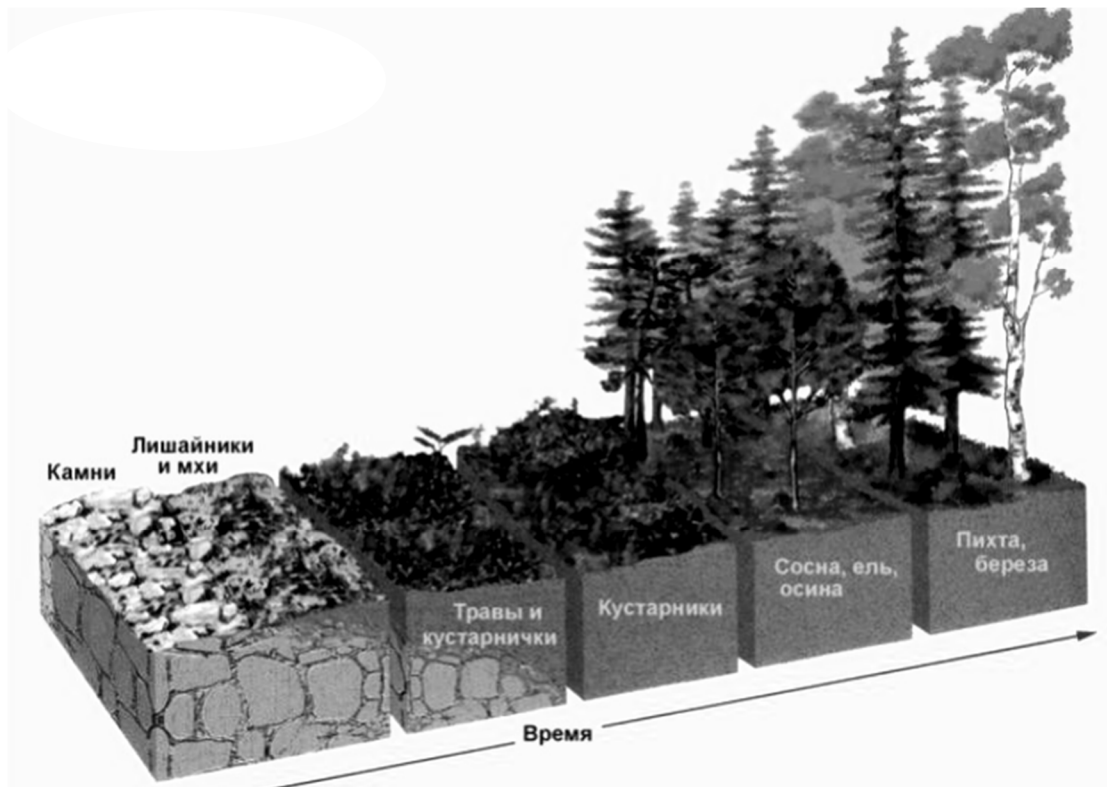


Рисунок 13 – Первичная сукцессия

Задание 3. Экосистему можно вывести из состояния равновесия многими способами. Обычно это бывает пожар, наводнение или засуха. После такого нарушения равновесия новая экосистема сама себя восстанавливает, и этот процесс носит регулярный характер и повторяется в самых разных ситуациях. Что же происходит в нарушенной экосистеме? Рассмотрите рисунок 14 и назовите основные этапы вторичной восстановительной сукцессии.

Контрольные вопросы

1. Какие виды сукцессий вам известны?
2. Что такое климаксное сообщество?
3. С чем связана большая продолжительность течения первичной сукцессии?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Охарактеризуйте организмы, преобладающие в сообществах на различных этапах сукцессионного процесса.
2. На каких этапах сукцессионного процесса возможно чрезвычайное увеличение численности отдельных видов?
3. Как называется способность экосистемы к самоподдержанию? От каких факторов она зависит?

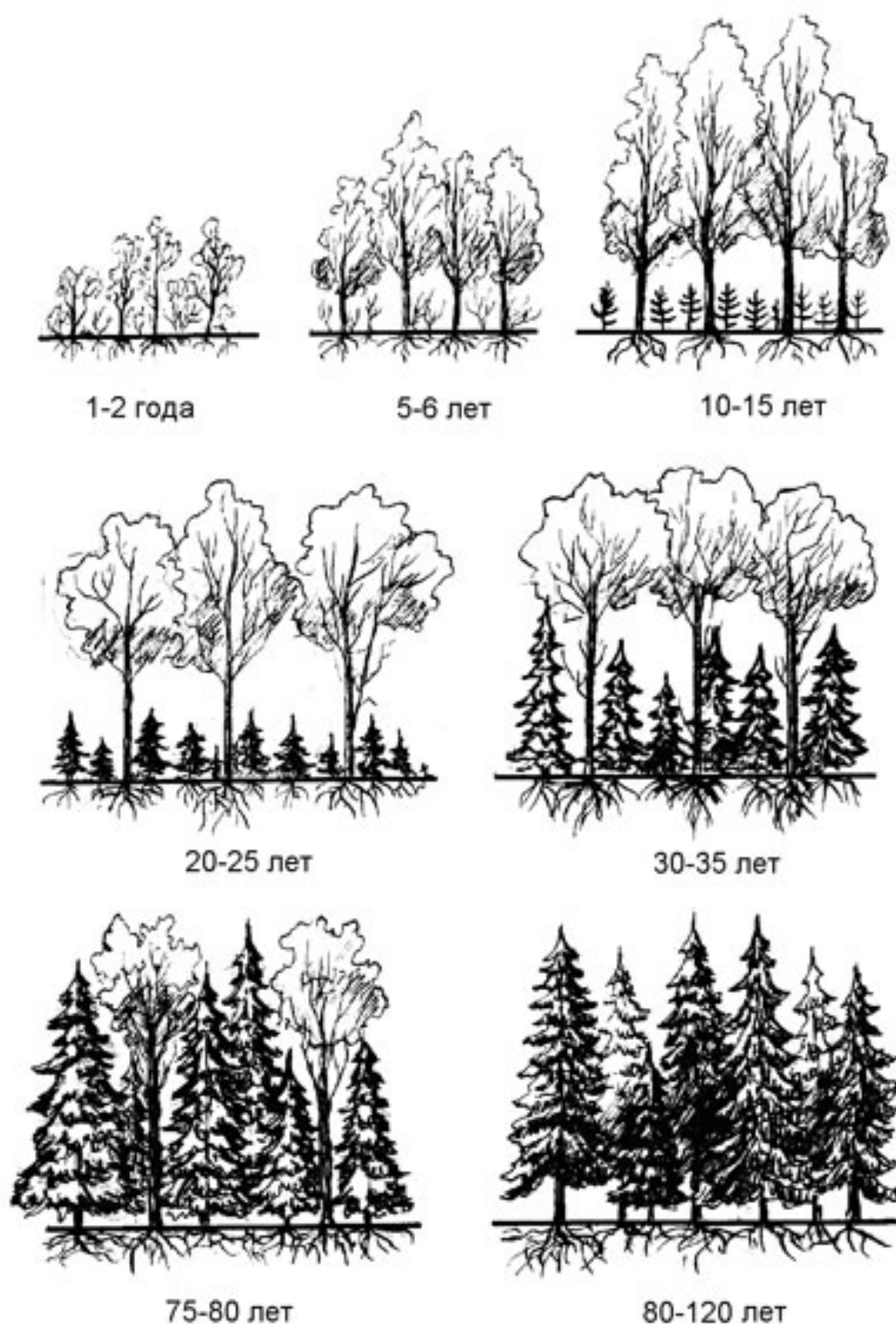


Рисунок 14 – Серии восстановительной сукцессии в хвойном лесу

Занятие 13

Коллоквиум по синэкологии

Вопросы для подготовки

1. Представление о биогеоценозах и экосистемах.
2. Биоценология как раздел экологии.
3. Виды экологических систем.
4. Структура биоценоза, ярусность, зональность, трофика.
5. Значение живых организмов в поддержании функционирования биоценоза.
6. Взаимоотношения видов в биоценозе.
7. Взаимоотношения организмов при совместном обитании.
8. Пища как биотический фактор.
9. Отношения типа хищник-жертва, паразит-хозяин.
10. Специфика и общие черты этих связей.
11. Роль хищника в эволюции жертв.
12. Роль жертв в эволюции хищников.
13. Конкуренция.
14. Мутуализм.
15. Нейтрализм.
16. Экологические сукцессии.
17. Структура и пространственное распределение биоценозов.
18. Биоценозы леса, луга, степей, водоемов.
19. Биоразнообразие, его роль и значение поддержания.
20. Сериальные и климаксовые сообщества.
21. Сложность взаимоотношений в биоценозе.
22. Трофические связи.
23. Роль организмов в создании среды друг для друга.
24. Цепи питания.
25. Пирамиды чисел Элтона: особей, биомассы, энергии.
26. Поток биогенных веществ в биоценозе.
27. Понятие об экологической нише.
28. Закон Гаузе.
29. Понятие о продуктивности биоценоза.
30. Первичная, вторичная продукция и ее распределение в биоценозе.
31. Высоко- и низкопродуктивные сообщества.
32. Поток энергии в организме гетеротрофа.

- 33.Правило 10 %.
- 34.Типы агроценозов.
- 35.Методы борьбы с вредителями сельского хозяйства.
- 36.Особенности агроэкосистем.
- 37.Принципы функционирования агроценоза.
- 38.Пространственная структура биоценозов.
- 39.Особенности ярусного распределения растений и животных.
- 40.Видовая структура сообщества.
- 41.Разнообразие видов в биоценозах.
- 42.Особенности ярусного и мозаичного распределения растений и животных.
- 43.Понятия ярусности и мозаичности.
- 44.Видовая структура биоценоза.
- 45.Доминантные виды.
- 46.Виды - эдификаторы.
- 47.Разнообразие видов в биоценозах.
- 48.Экотон (опушечный эффект).
- 49.Экотонные сообщества.
- 50.Роль экотона в поддержании биоразнообразия.
- 51.Основные типы воздействия человеческой деятельности на экосистемы планеты и своего края.
- 52.Поток энергии и вещества в сообществах.
- 53.Экология в сельском и лесном хозяйстве.
- 54.Экологическая диагностика экосистем.
- 55.Понятие о видах-индикаторах.
- 56.Экологический подход к акклиматизации и реакклиматизации организмов.
- 57.Биологические методы борьбы с вредными организмами.
- 58.Поддержание естественного равновесия в природных сообществах.
- 59.Перспективы и задачи сохранения биоразнообразия планеты.
- 60.Богатые и бедные сообщества. Роль биоразнообразия в поддержании устойчивости экосистем.

Тема 4 Глобальная экология. Учение о биосфере

Занятие 14 Понятие, границы и структура биосферы

Цель работы: Ознакомиться с содержанием и основными положениями учения В.И. Вернадского о биосфере. Рассмотреть этапы эволюции биосферы

Теоретические сведения

Интегрированная совокупность разнообразных биогеоценозов Земли формирует планетарную экосистему – *биосферу*.

Впервые понятие биосферы как области жизни в биологию было введено в начале XIX века Ж.Б. Ламарком (1744-1829 гг.), а в геологию термин «биосфера» в 1875 г. ввел австрийский ученый Э. Зюсс. Развернутое развитие учения о биосфере как планетарном явлении принадлежит Владимиру Ивановичу Вернадскому (1863-1945 гг.). Если с понятием "биосфера", по Зюссу, связывалось только наличие в трех сферах земной оболочки (твердой, жидкой и газообразной) живых организмов, то по В.И. Вернадскому организмам отводится роль *главнейшей преобразующей силы*.

Согласно В.И. Вернадскому *вещество биосферы* состоит:

1. *Из живого вещества* – т. е. биомассы современных живых организмов;
2. *Биогенного вещества* – т. е. всех форм детрита, а также торфа, угля, нефти и газа биогенного происхождения;
3. *Биокосного вещества* – т. е. смесей биогенных веществ с минеральными породами абиогенного происхождения (почва, илы, природные воды, газо- и нефтеносные сланцы и т. д.);
4. *Косного вещества* – т. е. горных пород, минералов, осадков, не затронутых прямым биогеохимическим воздействием организмов.

Ее существование немыслимо без поступления энергии извне. Она испытывает воздействие космических сил, прежде всего солнечной активности.

3. *Биосфера – саморегулирующаяся система*, для которой, как отмечал В. И. Вернадский, характерна *организованность*. В настоящее время это свойство называют *гомеостазом*, понимая под ним способность системы возвращаться в исходное состоя-

ние, гасить возникающие возмущения включением ряда механизмов.

4. Биосфера – это система, характеризующаяся большим разнообразием. Последнее обуславливается многими причинами и факторами. Это и разные среды жизни, и разнообразие природных зон и, самое главное, объединение в рамках биосферы большого количества элементарных экосистем со свойственным им видовым разнообразием.

Разнообразие рассматривают как основное условие устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом. Это свойство настолько универсально, что сформулировано в качестве закона (автор его У.Р. Эшби).

5. Важное свойство биосферы – наличие в ней механизмов обеспечивающих круговорот веществ и связанную с ним неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений.

При отсутствии круговорота, например, за короткое время был бы исчерпан основной "строительный материал" живого – углерод, который практически единственный способен образовывать межэлементные (углерод-углеродные) связи и создавать огромное количество органических соединений. Только благодаря круговоротам обеспечивается непрерывность процессов в биосфере.

Таким образом, ее свойства и функции биосферы, прежде всего, обуславливаются живым веществом, которое, по выражению В.И. Вернадского, является наиболее могущественной преобразующей силой в биосферных процессах. Это значит, что среда, в которой мы живем, – результат, прежде всего, функционирования живых организмов, а последние, в свою очередь, – продукт той среды, которая ими создана, результат их медленной миллионлетней адаптации к изменявшейся среде.

Возраст Земли — около 5 млрд. лет. Жизнь на нашей планете возникла в архее примерно 3,5 млрд. лет назад. От этой отправной точки ведет свою историю биосфера. В это время появляются первые живые клетки — прокариоты. Эти организмы были анаэробными, т.е. могли жить без кислорода. Все необходимые для жизни вещества они получали в готовом виде из окружающей среды, т.е. были гетеротрофами.

Л. Пастером выделены следующие две важные точки в эволюции биосферы:

✓ момент, когда уровень содержания кислорода в атмосфере Земли достиг примерно 1 % от современного. С этого времени стала возможной аэробная жизнь. Геохронологически это архей. Предполагается, что накопление кислорода шло скачкообразно и заняло не более 20 тыс. лет;

✓ достижение содержания кислорода в атмосфере около 10% от современного. Это привело к возникновению предпосылок формирования озоносферы. В результате жизнь стала возможной на мелководье, а затем и на суше.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Рассмотрите рисунок 15. В тетради обозначьте основные (не менее шести) этапы эволюции биосферы. Обратите внимание, что этапы эволюции биосферы связаны с поэтапным формированием жизненных сред.



Рисунок 15 – Этапы эволюции биосферы

Задание 2. Рассмотрите рисунок 16. Изучите распределение живых организмов в различных слоях биосферы. Отметьте, какой слой является самым густонаселенным. Почему? Вывод запишите в тетрадь.

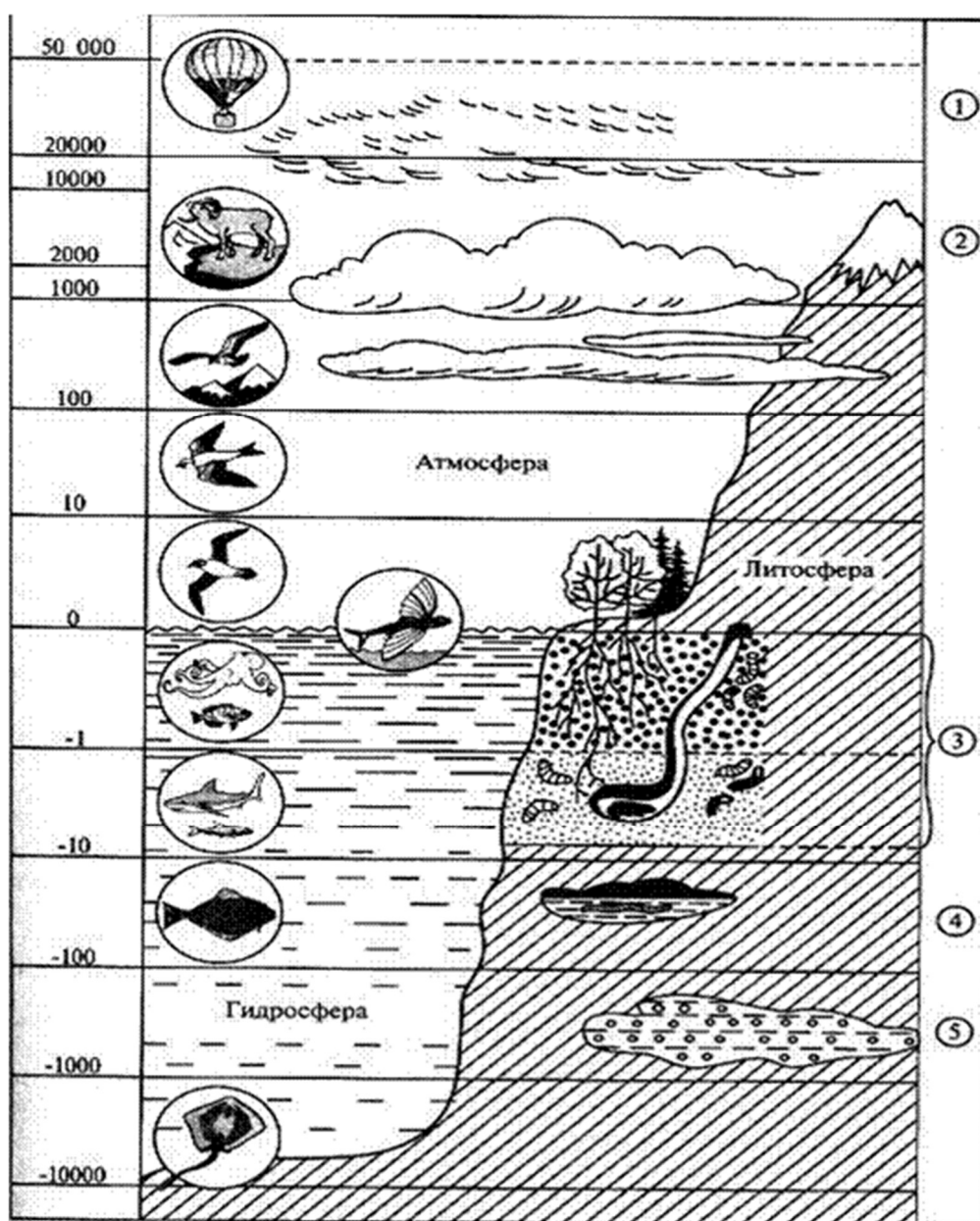


Рисунок 16 – Распределение организмов в биосфере (слева шкала в метрах): 1 – озоновый слой, 2 – граница снегов, 3 – почва, 4 – животные, обитающие в пещерах, 5 – бактерии

Задание 3. Изучите функции живого вещества в биосфере. Заполните таблицу 20.

Таблица 20 – Функции живого вещества биосферы

Функция	Пример и значение
Энергетическая	
Газовая	
Окислительно-восстановительная	
Концентрационная	
Деструктивная	
Транспортная	
Средообразующая	
Рассеивающая	
Информационная	

Задание 4. Биосферу иногда рассматривают как совокупность биомов (крупных экосистем) суши и Мирового океана. Заполните таблицу 21.

Таблица 21 – Основные биомы биосферы

Наименование	Географическое положение	Природные условия	Флора и фауна
Тундра			
Бореальные леса			
Смешанные леса			
Степи			
Пустыни			
Чапарраль			
Полувечнозеленые тропики			
Дождевые тропики			
Лентические системы			
Лотические системы			
Эстуарии			
Океан			

Контрольные вопросы

1. Что такое биосферные процессы? Какую роль в этих процессах играют зеленые растения?
2. В чем состоит залог устойчивого состояния биосферы?
3. В чем состоит биосферная роль живого вещества?
4. Какую роль выполняют живые организмы в реализации свойств биосферы?

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Основные положения концепции биосферы В.И. Вернадского.
2. Понятие о ноосфере. Критика антропоцентризма.
3. Геохимические провинции Земли.
4. Учение о природно-климатической зональности.

Занятие 15 Круговороты веществ и биогенных элементов

Цель работы: Ознакомиться с принципом биосферного круговорота веществ. Рассмотреть модели. Рассмотреть этапы эволюции биосферы

Глобальный круговорот веществ совершается в пределах биосферы. Сущность его состоит в образовании живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и превращение органического вещества при разложении вновь в неорганические соединения. На уровне биосферы действует биогеохимический круговорот веществ, представляющий собой обмен макро- и микроэлементов и простых неорганических соединений с веществом атмосферы, гидросферы и литосферы (рисунки 14). Круговорот отдельных веществ В.И. Вернадский назвал *биогеохимическими циклами*. Суть циклов в следующем: химические элементы, поглощенные организмом, впоследствии его покидают, уходя в абиотическую среду, затем, через какое-то время, снова попадают в живой организм. Такие элементы называются *биофильными*.

В биогеохимических круговоротах следует различать две части: 1) *резервный фонд* – это огромная масса движущихся веществ, не связанных с организмами; 2) *обменный фонд* – значи-

тельно меньший, но весьма активный, обусловленный прямым обменом биогенным веществом между организмами и их непосредственным окружением. Итак, единственный процесс, не тратящий, а наоборот, связывающий солнечную энергию и даже аккумулирующий ее – это создание органического вещества в процессе фотосинтеза.

Круговорот углерода – это один из важнейших круговоротов, определяющий энергетику биосферы. С ним непосредственно связан круговорот кислорода в биосфере, а также циклы азота, фосфора и серы. Источники углерода в природе столь же многочисленны, сколь и разнообразны. Содержание углерода в земной коре невелико (0,1-0,02 %), но его соединения являются основой всех форм жизни. Углерод существует в природе во многих формах, начиная с нахождения в виде чистого углерода (графит, уголь и др.), вплоть до высокомолекулярных органических соединений. Он образует молекулярный остов любого органического вещества, т.е. является одним из основных биогенных элементов.

Основная масса углерода находится в земной коре в связанном состоянии. Важнейшие минералы углерода – карбонаты. Количество углерода в них оценивается в $9,6 \times 10^{15}$ т. Атмосфера и вода океанов представляют собой резервуары активного неорганического фонда углерода, который содержится там в виде диоксида (CO_2) в свободном ($2,1 \cdot 10^{12}$ т) и растворенном ($1,3 \cdot 10^{14}$ т) видах. Между атмосферой и океаном постоянно происходит обмен двуокисью углерода. Повышение концентрации и парциального давления CO_2 в атмосфере и региональное или сезонное охлаждение вод сопровождаются соответствующим увеличением CO_2 в воде и образованием растворов бикарбонатов металлов. В последующем бикарбонаты могут, выпадая в осадок, связывать часть CO_2 в карбонатах. Другая часть CO_2 при этом вновь выделяется в атмосферу. Уменьшение концентрации диоксида углерода в атмосфере или повышение температуры вызывает дегазацию вод океана. При этом в осадок выпадает эквивалентная часть углекислого кальция. Таким образом, образуются карбонатные породы, и углерод уходит из круговорота в длительный геологический цикл. Такое естественное блокирование круговорота какого-либо вещества называют стагнацией. Общее количество

накопленных в осадках карбонатов кальция и магния углерода оценивается миллионами тонн. В целом Мировой океан действует как насос, поглощая CO_2 в высоких широтах и выделяя его в тропиках. Другим механизмом поглощения диоксида углерода из атмосферы и гидросферы с включением углерода в состав органических веществ является фотосинтез. Этот процесс начался значительно позднее геохимического связывания углерода в виде карбонатов, но протекал очень интенсивно. Образующиеся при фотосинтезе и дальнейшем биосинтезе органические вещества не только составляют ткани фотосинтезирующих организмов, но и служат источником органических веществ для животных и не зеленых растений. В процессе дыхания все организмы окисляют сложные органические соединения, выделяя CO_2 , который может вновь вовлекаться в процесс фотосинтеза. После гибели организмов их ткани подвергаются биологическому разложению под воздействием редуцентов, в результате чего CO_2 также поступает в круговорот. Этот процесс составляет сущность так называемого «почвенного дыхания». Таким образом, возвращение CO_2 в активный неорганический фонд происходит за счет процессов дыхания, разложения и гниения, окисления гумуса, торфа, лесных подстилок, лесных и степных пожаров.. Несмотря на то, что фотосинтез и деструкция органики разделены в пространстве и во времени, проходят множество промежуточных этапов и обусловлены деятельностью колоссального числа различных экосистем, их равенство в экосфере в целом поддерживается с исключительно высокой точностью.

Минерализация погибших организмов возвращает биогенные катионы в почву, создается впечатление, что цикл способен продолжаться беспрерывно. Однако почва выщелачивается дождями, дождевые воды переносят катионы в систему подземного стока, а также и в поверхностный сток: в реки, моря, иногда в значительных количествах. *Выщелачивание* - автокаталитический процесс вымывания биогенных катионов, чем больше оно прогрессирует, тем больше деградируют почвенные коллоиды. Положение становится особенно тяжелым в тропических местностях: ливневые дожди, низкая абсорбционная способность почвенного комплекса (малое количество гумуса), истощение почв монокультурами сахарного тростника, кофе, какао, кукурузы, арахиса. В умеренных

широтах последствия выщелачивания не так резки, но все-таки в результате вырубок (сплошных под корень), при корчевке пней и снятия дерна разрушается гумус – ресурс питательных веществ. Следовательно, нарушается круговорот, его полнота: переход к пустоши или лугу, со скудной растительностью и меньшим запасом биомассы. Истощение почвы возможно не только вследствие снятия растительного покрова, но и через сельскохозяйственные культуры. Такие культуры, как свекла, картофель, масличные культуры, уносят ежегодно от 300 до 700 кг минеральных веществ на 1 га.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Рассмотрите схему круговорота углерода (рис. 17). Назовите процессы, осуществляемые живыми организмами в ходе осуществления круговорота.

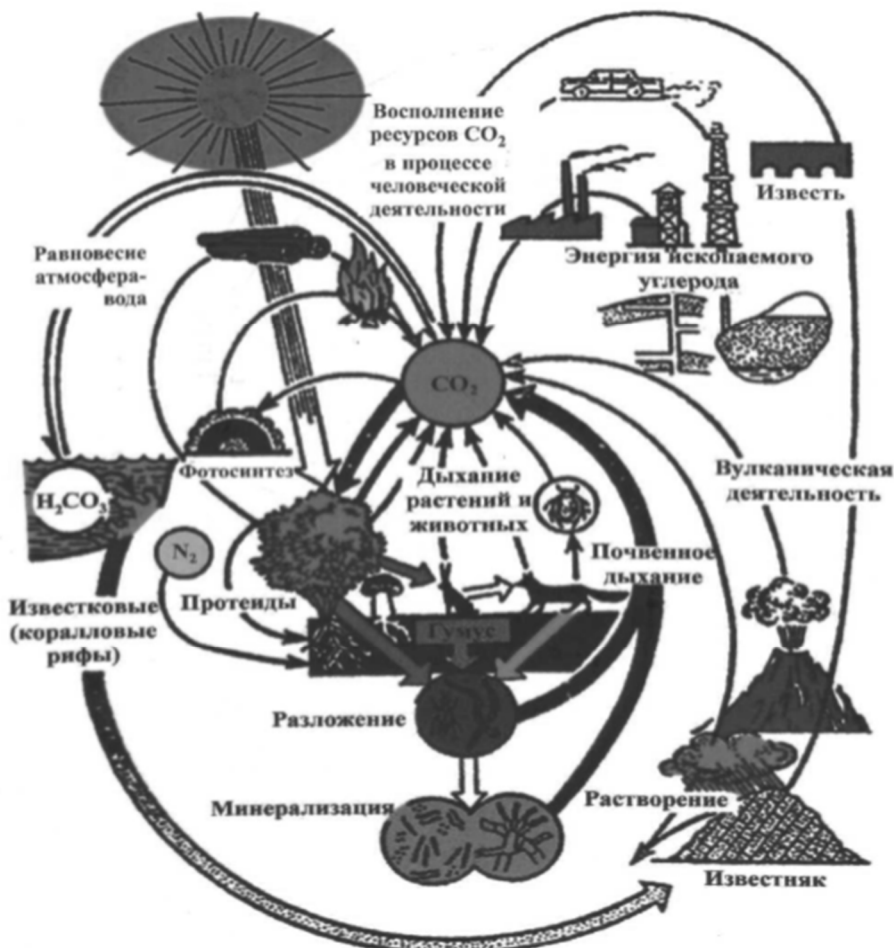


Рисунок 17 – Схема круговорота углерода

Задание 2. На рисунке 18 рассмотрите упрощенную схему круговорота фосфора. Обратите внимание, что в процессе пре-вращений отсутствует газовая фаза. Почему в наземных экоси-стемах отмечается дефицит фосфора?



Рисунок 18 – Упрощенная схема круговорота фосфора

Задание 3. На рисунке 19 рассмотрите схему круговорота азота. Пользуясь глоссарием, запишите в тетрадь определения указанных на рисунке процессов.

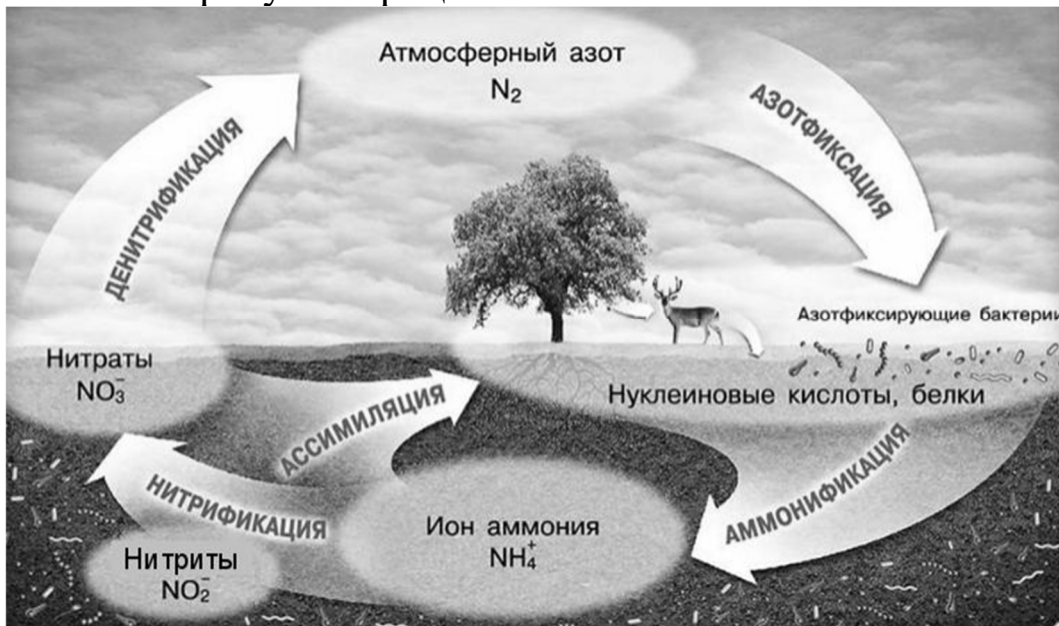


Рисунок 19 – Схема круговорота азота

Задание 4. На основании данных таблицы 22 обоснуйте нормы внесения минеральных удобрений в почву для компенсации потерь после выращивания разных культур.

Таблица 22 – Ежегодный вынос из почвы веществ (кг/га) при средних урожаях

Культура	Элемент			
	N	P	K	Ca
Пшеница	70	30	50	30
Картофель	90	40	160	76
Люцерна	-	-	-	242

Задание 5. Ознакомьтесь с данными таблицы 23. Рассчитайте потери каждого из элементов, если проведена рубка 100 га лесного массива, в состав которого входили 30% лиственных деревьев, 10% приходилось на ель, а остальное – на сосну.

Таблица 23 – Вынос веществ (кг/га) при вырубке лесов 100-летнего возраста

Растительность	Элемент		
	Ca	K	P
Сосновый лес	424	168	38
Еловый лес	8980	466	74
Лиственный лес	1930	483	106

Контрольные вопросы

1. В чем смысл биогенного круговорота?
2. Почему биогенный круговорот в биосфере называют «моделью безотходного производства»?
3. Каким образом можно компенсировать вынос из почвы биогенных катионов?

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Какие антропогенные воздействия в наибольшей степени способны нарушить течение биосферных процессов?
2. Принцип Ле-Шателье в биологии и его связь со свойствами биосферы.

Занятие 16 Экологический кризис

Цель работы: рассмотреть причины и последствия кризисов исторического времени, получить представление о факторах, причинах, и сущности современного глобального экологического кризиса.

Теоретические сведения

Окружающую среду человек издавна рассматривал как источник необходимых ему природных ресурсов и находил возможные пути побеждать природу. Каждой исторической ступени развития человечества соответствовал определенный этап изменения природной среды (табл. 24).

Таблица 24 – Этапы развития человеческой цивилизации

Историческая ступень	Воздействие на среду	Интенсивность изменений
Охота и собирательство (палеолит)	Возможно, истребление крупных животных ледникового и межледникового периодов (мамонтов, пещерных медведей, волосатых носорогов и др.) ордами бродячих охотников и в результате выжигания растительности. Только в Северной Америке за 1000 лет, прошедших за последним ледниковым периодом, исчезло около 100 видов крупных млекопитающих.	Природа еще не претерпела глубоких изменений от действий человека
Земледельческая культура - «революция неолита»	Развитие цивилизации сопровождалось беспощадной вырубкой лесов, образованием эрозийных земель и пустынь. Возникли пустыни Сахара и Ливийская. Характерен бурный рост населения и, соответственно, увеличение Интенсивности воздействия на среду.	Человек оказался в состоянии нарушить равновесие природы в свою пользу и в ущерб другим видам
Промышленная революция (началась около 150 лет назад)	Применение техники, и развитие индустриального общества способствовало дальнейшему уничтожению природного ландшафта на обширных территориях. Изменился облик Европы, Северной Америки, Юго-Восточной Азии. У природной среды изъяты огромные территории и колоссальные объемы ресурсов. Экологические связи нарушены даже в ледяных пустынях Гренландии и Антарктиды. Загрязнены воздух, почвы, поверхностные и грунтовые воды. Уничтожены многие виды растений и животных. Сформировались современные экологические проблемы.	Разрушение природных экосистем. Деятельность человека стала соизмерима с глобальными геологическими процессами. «Человек разучился правильно обходиться с природой» (Конрад Лоренц).

В историческое время выделяют несколько экологических кризисов:

✓ *кризис собирательства и примитивного промысла* (период мустьерской культуры). Предполагается, что деятельность человека привела к обеднению доступных ему ресурсов;

✓ *кризис консументов* – оскудение охотничьих ресурсов, приходящееся на последний ледниковый период и начало голоцена, когда стали исчезать крупные позвоночные (мамонтова фауна), предположительно из-за перепромысла крупных растительноядных животных человеком-охотником;

✓ *засоление почв и деградация орошаемого земледелия* 3-4 тысячи лет назад, что стало следствием неолитической революции – появления земледелия и скотоводства. Это были сугубо локальные явления, прослеживающиеся в ограниченном числе мест, на малых территориях. Все эти кризисы не имели глобальных и региональных последствий и не повлияли на глобальную концентрацию биогенов в окружающей среде.

Более глубокие изменения в природной среде обусловлены *кризисом продуцентов*. Его связывают с массовым сведением лесов, интенсивно проявившимся примерно 3-4 тысячи лет назад вначале на ближнем Востоке, в Китае и в Индии, затем в Греции и на Аппенинском полуострове. После Великих географических открытий этот процесс стал планетарным. Однако до середины XIX века его последствия не носили глобального характера, так как не наблюдалось глобального изменения концентрации биогенов в окружающей среде, т.е. биосфера еще справлялась с тем выбросом биогенов, который был связан с уничтожением биомассы лесов и истощением почвы на сельскохозяйственных угодьях. Однако именно этот кризис стал отправной точкой развития *современного глобального термодинамического кризиса*.

Итак, экологический кризис – состояние нарушения устойчивости глобальной эко системы (биосферы), в результате которого происходят быстрые (за время жизни одного поколения людей) изменения характеристик окружающей среды. На локальном и региональном уровнях можно говорить только о локальных и региональных нарушениях окружающей среды, распространяющихся от центров нарушения на определенные расстояния до линии его затухания. Под «устойчивостью биосферы» следует

понимать способность биоты на основе обратных связей гасить возникшее возмущение, т. е. приводить систему в равновесие (принцип Ле-Шателье в биологии). Прекращение этого процесса является нарушением устойчивости, ведущим к глобальному кризису.

К **объективным причинам** изменения среды можно отнести рост человеческой популяции, который оказывает наибольшее влияние на ее состояние. Подсчитано, что за одну минуту население земного шара увеличивается на 165 человек. Исследования показывают не только увеличение населения планеты, но и возрастание скорости этого увеличения (рисунок 20). С ростом численности, еще более быстрыми темпами, растут и материальные потребности человечества.

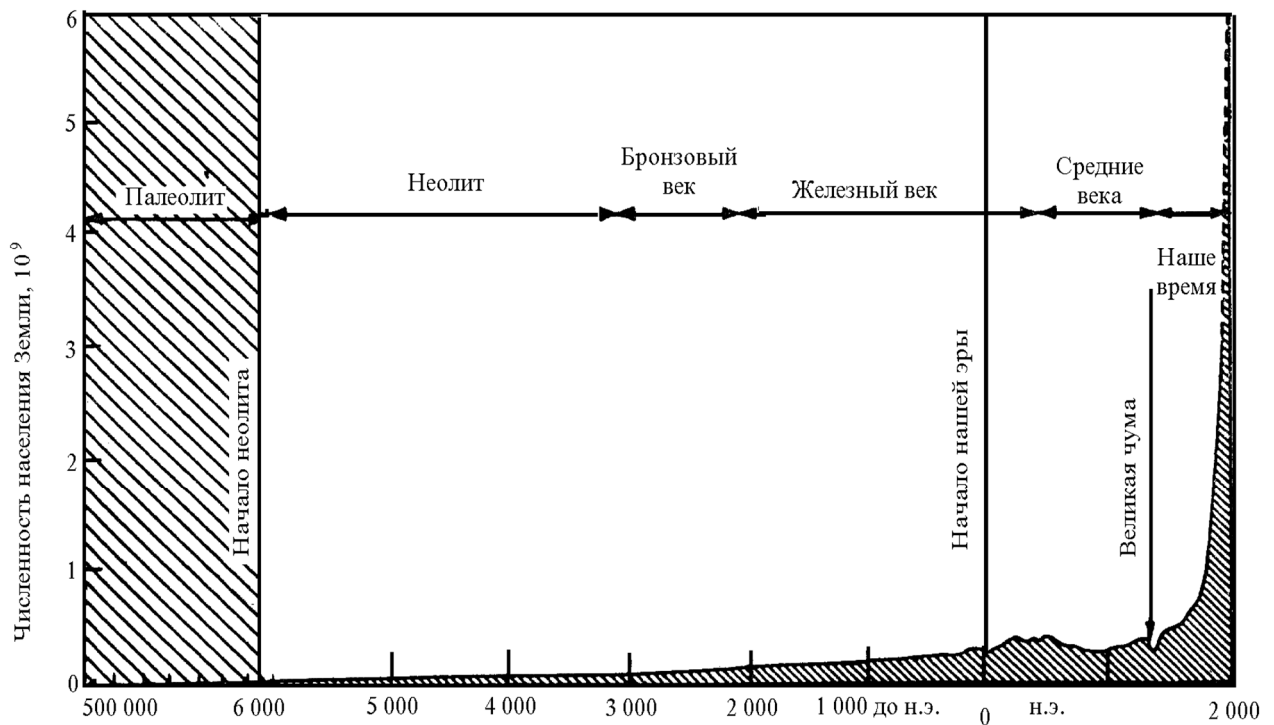


Рисунок 20 – Рост численности человеческой популяции

Особенность современного промышленного производства состоит в том, что только от 1 до 10% используемых ресурсов превращается в готовые изделия, а 90–99% добытого представляют собой энергоносители, вторичное сырье, и, главным образом, отходы, загрязняющие окружающую среду. Эту особенность, а также ошибки в природопользовании, планировании хозяйственной деятельности, создание чрезвычайно энергоемких

производств можно отнести к субъективным причинам деградации окружающей среды. Таким образом, составляющими современного глобального экологического кризиса являются истощение природных ресурсов и необратимые загрязнения окружающей среды отходами, что ведет к ее деградации. *Загрязнением* называют поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергий (в виде звуков, шумов, излучений) в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем. По видам загрязнений выделяют *химическое, физическое и биологическое* загрязнения. Еще одной формой загрязнения среды является локальное *поступление тепла* от антропогенных источников. Потепление водоемов и перенасыщение их мертвой органикой (*эвтрофикация*) ведет к обеднению воды кислородом. Дефицит кислорода приводит к гибели гидробионтов.

Наиболее опасными последствиями загрязнения среды являются *кислотные осадки, разрушение озонового экрана* Земли, а также нарастание *парникового эффекта*.

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Постройте схему классификации природных ресурсов по их истощаемости и возобновляемости. Приведите примеры.

Задание 2. Постройте схему классификации загрязнений окружающей среды.

Задание 3. Заполните таблицу 25.

Таблица 25 – Опасные последствия загрязнения среды

Особенности	Кислотные осадки	Парниковый эффект	Разрушение озонового экрана
Причины			
Механизм возникновения			
Негативное воздействие на среду			
Меры борьбы			

Задание 4. Поместите в чашки Петри предложенные навески почвы и торфа массой по 10 г. При помощи стеклянной пипетки добавьте к навескам по 1 мл 1-нормального раствора серной кислоты. Какие явления наблюдаются? Объясните их, сделайте вывод.

Контрольные вопросы

1. Какие экологические кризисы исторического времени вам известны? Существует ли связь между ними?
2. Какое влияние способны оказать на среду различные отрасли сельского хозяйства? Какие меры вы можете предложить для минимизации негативного влияния?
3. Что такое «заморы рыб»? В чем заключается профилактика подобных явлений?

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Радиоактивное загрязнение среды. Источники радиации. Радиационное поражение.
2. Защита от радиации.
3. Загрязнение среды тяжелыми металлами, профилактика этого явления.
4. Какие способы утилизации отходов сельского хозяйства и промышленности используют в Российской Федерации?

Занятие 17 Охрана природы

Цель работы: изучить особенности экологии Пензенской области, современные подходы к охране природы. Выявить наиболее целесообразные приемы природоохранной деятельности.

Теоретические сведения

Современные экологические проблемы породили новую форму взаимодействия общества и природной среды, которая называется *охраной природы*. Наиболее важными вопросами охраны природы являются: охрана атмосферы, вод, почв от загрязнения, охрана экосистем и ландшафтов, обеспечение радиационной безопасности, охрана генофонда животных и растений. Принципы охраны природы – комплексность, профилактичность, повсеместность, территориальная направленность и научная обоснованность.

К основным практическим *природоохранным мероприятиям* можно отнести мониторинг жизненных сред, создание заповедников и заказников, охраняемых территорий, охрану памятников природы, составление Красных книг всех уровней, списков видов редких и охраняемых видов животных и растений, борьбу с браконьерством и т. д. В настоящее время развивается новое научно-практическое направление – *инженерная экология*, которая изучает результаты воздействия промышленного производства на окружающую среду. Она служит основой для создания новых экологически безопасных технологий, разрабатывает системы и механизмы для утилизации отходов, очистки воды и воздуха. Задача инженерной экологии – исследование инженерных средств, нормализующих среду обитания. Кроме этого, получило развитие научное направление *экономика природопользования*. В рамках этой науки идет непрерывный поиск компромисса между интересами природоохранного и природоохранительного характера.

Экологический мониторинг – система слежения за изменениями в состоянии окружающей среды. Термин "мониторинг" впервые был предложен в рекомендациях специальной комиссии СКОПЕ (Научный комитет по проблемам окружающей среды) при ЮНЕСКО в 1971 году. Мониторинг включает в себя три основных функции: наблюдение, оценку и прогноз и реализуется на местном (импактном), региональном и глобальном уровнях. Мониторинг на территории одного государства называют национальным. В России с 1993 года ведутся работы по созданию Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕСГЭМ), которая должна стать источником объективной комплексной информации о состоянии окружающей природной среды в Российской Федерации. Система мониторинга состоит из следующих подсистем: слежение за загрязнением воздуха в городах и промышленных районах; слежение за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу; слежение за загрязнением почв; слежение за загрязнением пресных и морских вод; комплексные наблюдения за загрязнением природной среды и состоянием растительности; слежение за химическим и радионуклидным составом, кислотностью атмосферных осадков и загрязнением снежного покрова; слежение за фоновым состоянием атмосферы.

Особую роль в системе экологического мониторинга играет биологический мониторинг, главный метод которого - биоиндикация, позволяющая регистрировать любые изменения в биоте, вызванные антропогенными факторами.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними, где располагаются природные комплексы и объекты, которые имеют особое природоохранное, научное, культурное, эстетическое, рекреационное и оздоровительное значение, которые изъяты решениями органов государственной власти полностью или частично из хозяйственного использования и для которых установлен режим особой охраны.

Особо охраняемые природные территории относятся к объектам общенационального достояния. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации осуществляет государственное управление в области организации и функционирования особо охраняемых природных территорий федерального значения.

Всего в России на 2015 г. создано более 12 тыс. особо охраняемых природных территорий разных уровней и категорий. Федеральная система ООПТ, которая формировалась в течение почти 100 лет, на данном этапе включает: 103 государственных природных заповедника, 47 национальных парков, 67 федеральных заказников. Совокупная площадь всех федеральных ООПТ занимает почти 3% территории России, в ООПТ всех категорий – 11%.

На территории Пензенской области 26 июля 1989 года Постановлением СМ РСФСР № 232 (Решение исполкома Пензенского областного совета народных депутатов от 30 марта 1990 № 159-р) создан Государственный природный заповедник «Приволжская лесостепь». Общая площадь заповедника составляет 8339 га. Содержит уникальные для лесостепной зоны мощные черноземы, нигде больше в Европе не сохранившиеся степные растительные комплексы. Отличается необычной флористической насыщенностью, наличием редких краснокнижных видов растений и животных. На его территории произрастают более 762 видов высших растений, из них 84 вида являются редкими, в том числе 7 видов занесены в Красную книгу России. Обитают 39 ви-

дов млекопитающих, 9 видов земноводных, 7 видов змей и ящериц и 153 вида птиц. Заповедник состоит из 5 обособленных участков:

✓ «Верховья р. Суры» (Кузнецкий район), занимает площадь 6339 га, представлен крупным массивом сосны обыкновенной возраста 12-150 лет и смешанными лесными ценозами, а также редкими для области биологическими видами (можжевельник обыкновенный, черника, брусника). Имеет научное, рекреационное и водоохранное значение;

✓ «Борок» (Камешкирский район), занимает площадь 399 га, расположен на юго-западном склоне водораздела р. Кадады, красивый бор разновозрастной сосны и подлесок лещины, бузины и рябины. Особое место в заповеднике занимают 3 степных участка;

✓ Кунчеровская лесостепь (на стыке Камешкирского, Неверкинского и Кузнецкого районов), площадь 997 га. Участок открытой степи окружен лесными сообществами, с преобладанием березняков и участием дуба, сосны в возрасте 100-120 лет. Особенность степи – наличие растительных ассоциаций, относящихся к настоящим степям, а также редкий в Приволжских степях реликтовый вид – овсец пустынный;

✓ Островцовская лесостепь, или «Дикий сад» (Колышлейский район), площадь 352 га. Характерен большим видовым разнообразием травянистых растений; в структуре растительности редкие для области вишня степная, бобовник, шиповники, калина обыкновенная. Растительные ценозы имеют многоярусное сложение. В верхнем ярусе вместе с кустарником располагаются крупные злаки: типчак, ковыли перистый и опушеннолистный, кострец береговой, пырей промежуточный, овсец пустынный. В нижнем ярусе разные виды полыни: горькая, понтийская, широколистная, армянская, австрийская, обыкновенная и виды клевера: луговой, альпийский, средний;

✓ Попереченская степь расположена на высоком плато, между р. Хопер и ее притоком р. Арчадой (Каменский и Пензенский районы), площадь 252 га. На северном или луговом участке господствуют дерновинные злаки: типчак или овсяница бороздчатая, кострец безостый. На южных склонах и по более сухим местам встречается перистый ковыль, по более увлажненным –

тонконог, мятлик луговой и полевица собачья, а также кустарник миндальник низкий или бобовник. В мохово-лишайниковом покрове преобладает мох туидиум. Обилие злаков дополняется большим разнообразием двудольных трав. Только высших растений насчитывается более 360 видов.



Рисунок 17 – Расположение участков заповедника «Приволжская лесостепь»

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Постройте схему классификации видов мониторинга.

Задание 2. Заполните таблицу 26.

Таблица 26 – Особенности особо охраняемых природных территорий

Вид ООПТ	Определение	Разрешенная деятельность	Запрещенная деятельность
Заповедники			
Заказники			
Национальные парки			

Задание 3. Рассмотрите рисунок 18 и сделайте вывод о том, какие факторы наиболее ощутимо сказались на темпах вымирания

ния видов птиц. Названия исчезнувших видов и вывод запишите в тетрадь.

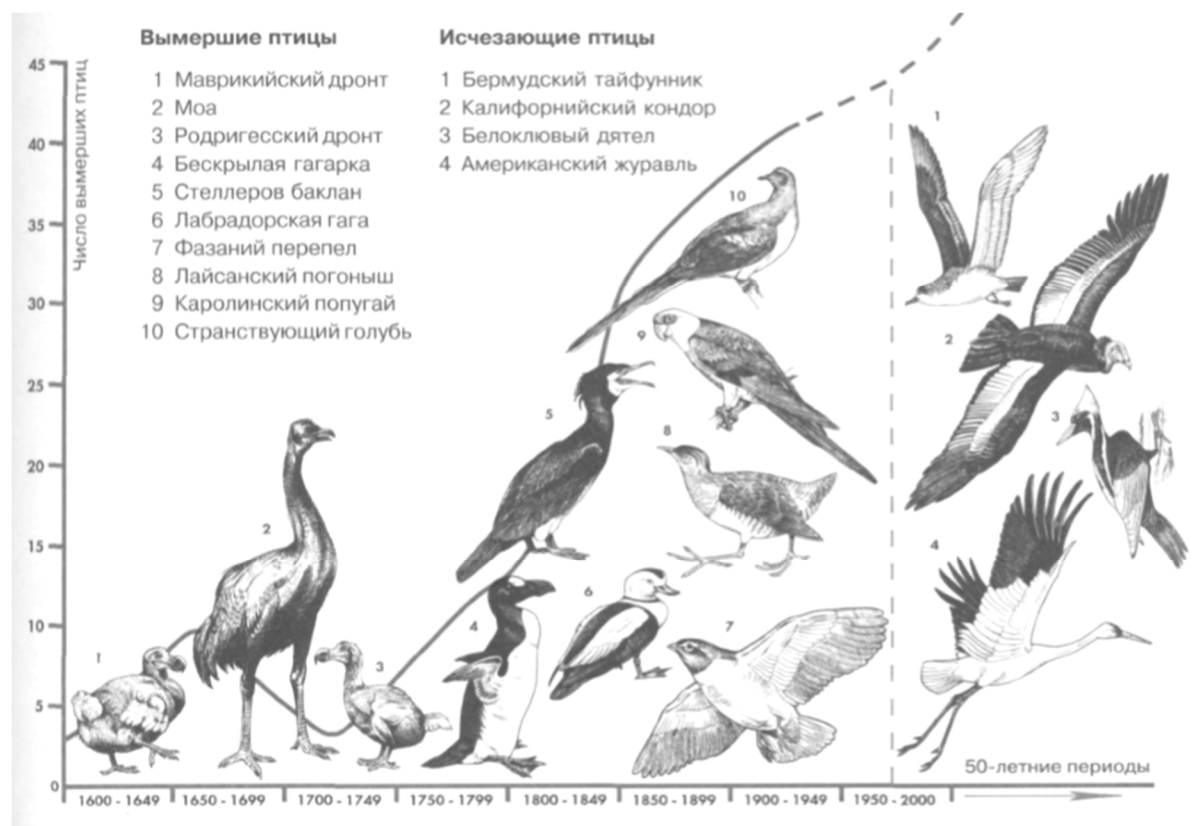


Рисунок 18 – Темпы вымирания птиц (по А.В.Тихонову, 2002)

Контрольные вопросы

1. Какие способы охраны окружающей среды известны?
2. В чем значение Красных книг?
3. Какие виды животных и растений находятся под охраной в заповеднике «Приволжская лесостепь»?

Вопросы для самостоятельной подготовки

1. Организация МСОП и ее роль в охране биоразнообразия.
2. Какие общественные природоохранные организации известны? Чем они занимаются?
3. Какие крупные международные соглашения в области охраны биоразнообразия достигнуты с 2000 г. по настоящее время?

Занятие 18 Регулирование природопользования

Цель работы: усвоить методы правового и экономического нормирования деятельности субъектов природопользования, получить навыки оценки класса опасности веществ исходя из ПДК, определения формы ответственности за экологические преступления разной степени тяжести

Теоретические сведения

Центральная идея Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об охране окружающей среды" заключается в нормировании и охране качества среды.

Все нормативы качества являются экологическими нормативами, так как они определяют качество не социальной, а природной среды. Нормирование качества заключается в установлении показателей предельно допустимых воздействий человека на окружающую природную среду. Общие требования к нормам:

- ✓экологическая безопасность населения;
- ✓сохранение генетического фонда;
- ✓комплексные нормативы, сочетающие в себе признаки 1-й и 2-й групп требований.

Основным нормативом качества является *ПДК* - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воздухе, воде и почве. Первые нормы ПДК вредных веществ в воде для питьевых целей были установлены в 1939 году. К 1991 году число норм ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения возросло в несколько раз, достигло 1925 и продолжает возрастать. ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе впервые были введены в 1952 году для 10 вредных веществ, а к 1991 году их было уже 479.

Впервые ПДК вредных веществ в почве стали вводить с 1980 года. В настоящее время они установлены для 109 вредных веществ.

Кроме ПДК, устанавливаются и предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия на окружающую среду шума, вибрации, облучения, электромагнитных колебаний и других факторов. Разумеется, ПДУ можно определять только применительно к объекту природы, свойства и состояние которого известны.

При обсуждении возможностей регулирования природопользования речь идет по существу о минимизации ущерба для природы в ходе материального производства. Производитель товаров субъективно не заинтересован в оплате экономических издержек, поэтому их взыскание проводится на основе государственных законов об охране окружающей природной среды. Суть этих законов такова, что компенсационные расходы, включаются в производственные, как неотъемлемая их часть. Вследствие этого появляется стимул к совершенствованию технологии в направлении малоотходности, экономии любых природных ресурсов. Средства, взимаемые государством с предприятий и организаций за природопользование, в соответствии с законодательством должны перечисляться: 90% – на специальные счета внебюджетных экологических фондов; 10% – в доход республиканского бюджета Российской Федерации. Таким образом, могут начисляться:

- ✓ плата за пользование природными ресурсами (землей и т. д.);
- ✓ плата за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов;
- ✓ плата за загрязнение природной среды.

Плата установлена ст. 16 Федерального закона от 10.01.2002 г. №7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Основой исчисления платы являются ее *базовые нормативы*. Нормы платы за выбросы и сбросы загрязняющих веществ рассчитываются, исходя из токсичных свойств каждого вещества (класса опасности). Установлены базовые нормативы для исчисления платы по 210 наиболее распространенным веществам, загрязняющим атмосферный воздух и по 142 веществам, сбрасываемым в водные объекты. Установлены базовые нормативы двух видов: в границах предельно допустимых нормативов и временно согласованных нормативов (лимитов). Их соотношение установлено как 1:5.

С учетом особенностей ведения хозяйственной деятельности на загрязняемой территории, вводятся дополнительные коэффициенты, увеличивающие базовые нормативы платы:

- ✓ коэффициенты, учитывающие экологические факторы по территориям экономических районов Российской Федерации. Например, значение коэффициента для атмосферного воздуха

составляет 1,0 в Дальневосточном и 2,0 в Уральском экономических районах. При загрязнении воздуха в городах используется дополнительный коэффициент 1,2;

✓ коэффициенты, учитывающие экологические факторы (состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек. Значение такого коэффициента составляет от 1,0 до 1,56.

В настоящий момент в России действует представленная на рисунке 19 система платы за негативное воздействие на окружающую среду.



Рисунок 19 - Система платы за негативное воздействие на окружающую среду в РФ

Одной из самых молодых и развивающихся отраслей права в России является экологическое право. Его источниками служат: Конституция РФ, Федеральные законы, нормативные правовые акты Президента и Правительства РФ. Главным актом в эколо-

гическом праве является Федеральный закон «Об охране окружающей среды». Закон регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, устанавливает юридическую ответственность за экологические преступления и правонарушения. Экологическим преступлениям посвящена глава 26 «Экологические преступления» УК РФ, а экологическим правонарушениям глава 8 «Административные правонарушения в области охраны окружающей природной среды и природопользования» КоАП РФ. Характеристики эколого-правовой ответственности приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Общие характеристики эколого-правовой ответственности

Вид ответственности	Чем предусмотрена	Вид правонарушения	Субъект	Кем применяется	Взыскания
УГОЛОВНАЯ	УК (ст. 246 - 262)	Экологические преступления общего и специального характера, а также «смежные» составы	Физические лица	Суд	Штраф, лишение прав занимать должность, исправительные работы, ограничение свобо-
АДМИНИСТРАТИВНАЯ	КоАП, Др. нормативно-правовые акты	Конкретный вид правонарушения, указанный в законе, общий состав не предусмотрен; являются менее опасными	Граждане, должностные лица, юридические лица	Гос. инспекции, административные комиссии, органы	Предупреждение, штраф, лишение специальных прав, конфискация, дисквалификация, адм. арест и др.
ДИСЦИПЛИНАРНАЯ	Трудовой кодекс РФ	Противоправное, виновное неисполнение или ненадлежащее исполнение работником долж-	Должностные лица и работники при исполнении тру-	Исключительно администрация предприятия	Замечание, выговор, строгий выговор, увольнение и др.
СПЕЦИАЛЬНАЯ	Специальные нормативно-правовые акты	Нарушение установленных порядков, условий лицензий, небрежность и др.	Физические и юридические лица	Специальные органы либо органы экологического управления	Ограничение, приостановка, прекращение права пользования ресурсами, возложение обязанностей
МАТЕРИАЛЬНАЯ	КЗоТ, ГК и др.	Виновное причинение вреда ОС, имуществу, здоровью человека	Граждане и юридические лица	Суд, арбитражный суд, администрация	Возмещение вреда (в натуральной, денежной форме)

Задания к лабораторной работе

Задание 1. Опираясь на данные таблицы 28, установите, как связан класс опасности вещества (элемента) со значением его ПДК в атмосферном воздухе.

Таблица 28 – Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ атмосферного воздуха населенных мест (ГН 2.1.6.1338-03 и ГН 2.1.6.1339-03)

Наименование вещества	Класс опасности*	ПДК, мг/м ³	
		максимально-разовая	средне-суточная
Бенз/а/пирен	1		0,1
Диоксины	1		0,5
Кадмия оксид	1		0,0003
Озон	1	0,16	0,03
Ртуть и ее соединения	1	0,0015	0,0003
Свинец и его соединения	1	0,001	0,0003
Азота диоксид	2	0,085	0,04
Бензол	2	0,3	0,1
Железа трихлорид	2		0,04
Кобальт	2		0,0004
Марганец и его соединения	2	0,01	0,001
Меди оксид	2		0,002
Формальдегид	2		0,03
Хлор	2	0,1	0,03
Ацетальдегид	3	0,01	
Взвешенные вещества	3	0,5	0,15
Магния диоксид	3	0,4	0,05
Олова диоксид	3		0,02
Цинка диоксид	3		0,05
Аммиак	4	0,2	0,04
Скипидар	4	2,0	1,0
Углерода оксид	4	5,0	3,0
Циклогексан	4	1,4	
Магния дихлорид	ОБУВ		
Этанол	ОБУВ		
Фосфор	ОБУВ		
Метан	ОБУВ		
Сурьма	ОБУВ		

Задание 2. Рассчитайте, будет ли превышена ПДК по ртути в воздухе, если произведено 10 выстрелов из пистолета ПМ в условиях тира площадью 300 м² и высотой помещения 3,5 м. Известно, что в одном патроне в качестве инициирующего заряда содержится 0,005 г гремучей ртути.

Задание 3. Изучив предложенный материал, самостоятельно заполните таблицу 29.

Таблица 29 – Основные рычаги регулирования природопользования

Сфера деятельности	Законодательные меры	Экономические рычаги	Технологические приемы
Сельское хозяйство			
Промышленность			
Транспорт			
Прочие			

Задание 4. В границах предельно допустимых нормативов базовая плата за выброс метана составляет 0,05 руб/т, а бенз(а)пирена 2049801 руб/т. Рассчитайте базовые нормативы без учета коэффициентов в границах временно согласованных нормативов для этих веществ. Рассчитайте сумму, которую должно выплатить предприятие, если его выбросы содержат 12 т метана, 0,0015 т – бенз(а)пирена, при этом соблюдается предельно допустимая концентрация веществ. Пользуясь таблицей в приложении 2, определите, к какому классу опасности относятся названные вещества.

Задание 5. Пользуясь данными таблицы 30, определите, какую форму ответственности следует вменить виновному лицу, в следующих ситуациях:

- незаконная рубка деревьев в лесном массиве на площади 10 га, с целью личного присвоения древесины;
- организация стихийной свалки в дачном массиве;
- незаконное бурение и эксплуатация артезианских скважин;

- разгерметизация емкости с отходами гальванического производства.

Контрольные вопросы

1. Какое влияние способны оказать на среду различные отрасли сельского хозяйства?

2. Какие меры вы можете предложить для минимизации негативного влияния сельского хозяйства и промышленности?

3. Что такое ПДК? Каков принцип их установления?

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Что такое токсичность вещества и как она оценивается?

2. Что такое тератогенный, канцерогенный, токсический эффект?

3. Что такое пестициды и как они классифицируются?

Занятие 19 Коллоквиум по глобальной экологии

Вопросы для подготовки

1. Происхождение биосферы.

2. Структура и границы биосферы.

3. Учение В.И.Вернадского о биосфере.

4. Основные этапы эволюции биосферы.

5. Ноосфера. Ноосферогенез.

6. Энергетический баланс биосферы.

7. Круговорот веществ в биосфере.

8. Большой и малый круговорот.

9. Круговорот важнейших элементов в биосфере: углерода, азота, фосфора, кислорода.

10. Круговорот металлов. Ресурсный цикл, как антропогенный круговорот.

11. Основные формы антропогенного воздействия на биосферу.

12. Понятие об экологическом кризисе.

13. Воздействие среды на здоровье человека.

14. Урбанизация и её воздействие на биосферу.

15. Город, как гетеротрофная экосистема, новая среда человека и животных.

16.Загрязнение. Классификация загрязнителей окружающей среды.

17.Глобальное загрязнение биосферы. Его масштабы. Технологические причины глобальных загрязнений.

18.Главные загрязнители биосферы.

19.Опасность ядерных катастроф. Последствия радиационного загрязнения.

20.Атмосфера, строение атмосферы, свойства, состав. Самоочищение атмосферы.

21.Озонный слой атмосферы, его значение, причины загрязнения.

22.Источники загрязнения атмосферы.

23.Воздействие промышленности и транспорта на окружающую среду.

24.Смоги, кислотные дожди.

25.Парниковый эффект.

26.Оценка качества атмосферы.

27.Гидросфера, загрязнение, источники загрязнения.

28.Эвтрофикация водоёмов.

29.Последствия перерасхода водных ресурсов. Экономия воды.

30.Оценка качества гидросферы.

31.Круговорот воды в природе. Антропогенное воздействие на круговорот воды.

32.Литосфера. Земельный фонд планеты. Почва, её значение. Условия эффективного использования почв.

33.Воздействие человека на литосферу. Деградацию земель, причины. Эрозия почв, карстовые явления, опустынивание земель.

34.Загрязнение литосферы. Оценка качества литосферы и пищи. Пестициды.

35.Промышленные и бытовые твёрдые отходы, пути их утилизации.

36.Нормирование качества окружающей среды.

37.Экологические и производственно-хозяйственные стандарты.

38.Экологический мониторинг. Виды мониторинга.

39. Природные ресурсы, их классификация. Полезные ископаемые.

40. Энергетические ресурсы. Растительные и животные ресурсы. Искерпаемость природных ресурсов.

41. Охраняемые территории.

42. Задача сохранения генофонда планеты. Красные книги.

43. Основные направления безотходной и малоотходной технологии.

44. Основы экономики природопользования. Экономическое стимулирование природоохранной деятельности. Понятие о концепции устойчивого развития.

45. Основы экологического права.

46. Государственные органы охраны окружающей среды.

47. Источники экологического права.

48. Юридическая ответственность за экологические правонарушения.

49. Защита и охрана окружающей среды.

50. Основные параметры характеристики качества сточных вод.

51. Методы анализа сточных вод.

52. Жесткость воды и способы её устранения.

53. Виды сточных вод.

54. Классификация производственных сточных вод.

55. Сточные воды машиностроительных предприятий.

56. Общая характеристика методов очистки сточных вод.

57. Флотация и коагуляция.

58. Сорбция. Химические методы очистки сточных вод.

59. Электрохимическая очистка сточных вод.

60. Биологическая очистка сточных вод.

61. Очистка хромовых сточных вод (химическая и электрохимическая).

62. Очистка сточных вод от нефтепродуктов.

63. Нейтрализация кислых и щелочных сточных вод.

64. Твёрдые отходы машиностроения их утилизация.

65. Способы отделения твёрдой фазы. Седиментация, центрифугирование, фильтрование, электрофлотация, электрофорез.

66. Классификация газовых выбросов. Источники газовых выбросов.

67.Токсическое воздействие вредных выбросов.

68.Методы очистки газов от выбросов. Очистка газов от пыли. Пылеулавливающие аппараты.

69.Абсорбционные методы очистки газов.

70.Суть адсорбционных методов очистки газов. Типы адсорбентов.

Тестовые задания

I «Аутэкология»

1. Термин «экология» был предложен:
 - а) В.И. Вернадским;
 - б) Э. Геккелем;
 - в) Ю. Одумом;
 - г) Г. Мебиусом
2. Термин «экология» был предложен:
 - а) в 1939 г.;
 - б) в 1866 г.;
 - в) в 1877 г.;
 - г) в 1900 г.
3. Из приведенных ниже факторов к орографическим относятся:
 - а) механическая структура почвы;
 - б) рельеф местности;
 - в) высота над уровнем моря;
 - г) температура.
4. Понятие экологической валентности связано с законом:
 - а) минимума;
 - б) оптимума;
 - в) комплексного взаимодействия факторов;
 - г) прямого и косвенного действия факторов.
5. По мере продвижения к северу у представителей одного или близких видов размеры тела
 - а) уменьшаются;
 - б) не изменяются;
 - в) увеличиваются;
 - г) изменяют пропорции.
6. Пределы выносливости между критическими точками по отношению к конкретному фактору среды, называются:
 - а) экологической валентностью;
 - б) экологической нишей;
 - в) оптимумом;
 - г) зоной оптимума экологического фактора
7. Какое из научных положений НЕ верно:
 - а) степень выносливости, критические точки, оптимальная и пессимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают;

б) к каждому из факторов среды виды приспосабливаются относительно независимым путем;

в) оптимум для одних процессов не может являться пессимумом для других;

г) каждый вид специфичен по своим экологическим возможностям.

8. Укажите факторы, являющиеся лимитирующими в водной среде;

а) соленость;

б) количество солнечного света;

в) количество кислорода;

г) наличие загрязняющих веществ.

9. Укажите лимитирующие факторы наземно-воздушной среды:

а) количество кислорода;

б) температура;

в) газовый состав атмосферы;

г) влажность.

10. Выберите лишний термин:

а) фанерофиты;

б) криптофиты;

в) сциофиты;

г) терофиты.

11. Какие из абиотических факторов (минералы, свет, азот, кислород) лимитируют распространение жизни в океане, но обычно не лимитируют распространение жизни на суше:

а) минералы, азот;

б) минералы, кислород;

в) свет, азот;

г) свет, кислород.

12. Экологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на численность современных пресмыкающихся:

а) абиотические;

б) биотические;

в) антропогенные;

г) абиотические и биотические.

13. По мере продвижения к югу у представителей одного или близких видов размеры тела

- а) уменьшаются;
- б) не изменяются;
- в) увеличиваются;
- г) изменяют пропорции.

14. Пределы выносливости между пессимальными точками по отношению к конкретному фактору среды, называется:

- а) экологической валентностью;
- б) экологической нишей;
- в) оптимумом;
- г) зоной оптимума экологического фактора

15. Какое из научных положений верно:

- а) степень выносливости, критические точки, оптимальная и пессимальные зоны отдельных индивидуумов совпадают;
- б) к каждому из факторов среды виды не приспособливаются относительно независимым путем;
- в) оптимум для одних процессов может являться пессимумом для других;
- г) каждый вид не специфичен по своим экологическим возможностям.

16. Укажите факторы, являющиеся лимитирующими в почвенной среде;

- а) соленость;
- б) количество солнечного света;
- в) количество кислорода;
- г) наличие загрязняющих веществ.

17. Укажите лимитирующие факторы наземно-воздушной среды:

- а) количество кислорода;
- б) температура;
- в) газовый состав атмосферы;
- г) влажность.

18. Выберите лишний термин:

- а) мегабиота;
- б) мезобиота;
- в) микробиота;
- г) макробиота.

19. Какие из абиотических факторов (минералы, свет, азот, кислород) лимитируют распространение жизни на суше, но обычно не лимитируют распространение жизни в океане:

- а) минералы, азот;
- б) минералы, кислород;
- в) свет, азот;
- г) свет, кислород.

20. Экологические факторы, оказывающие наибольшее влияние на численность современных земноводных:

- а) абиотические;
- б) биотические;
- в) антропогенные;
- г) абиотические и биотические.

21. Основной метод изучения популяций насекомых:

- а) метод ловчих канавок;
- б) метод кошения;
- в) метод прямого отлова;
- г) метод стационарных площадок.

22. Для изучения нанофауны почвы пользуются следующими методами:

- а) выгонка при помощи аппарата Тулгрена.
- б) метод культур;
- в) метод флотации: кусочки пробы переносят в воду, животные всплывают на поверхность, здесь их собирают кисточкой;
- г) используются все методы.

23. Изучение микрофауны почвы проводится следующими методами:

а) метод последовательного окрашивания мазка водной суспензии почвы на предметном стекле эритрозином и метиленовым зеленым;

б) на изучаемом участке берут небольшую пробу земли определенного объема, разбавляют дистиллированной водой или профильтрованной водой и рассматривают под микроскопом;

- в) выгонка при помощи аппарата Тулгрена;
- г) метод культур.

24. Методы относительного косвенного учета:

- а) учет на ловушко – линиях;

б) оценка численности мелких грызунов по обилию хищных птиц;

в) учет различных млекопитающих и птиц с автомобиля и самолета;

г) вылов зверьков капканами на учетных площадках.

25. Доля физико-химических методов анализа в аналитической практике:

а) постепенно уменьшается;

б) остается неизменной;

в) постепенно увеличивается;

г) вначале увеличивалась, в настоящее время уменьшается.

II «Демэкология»

1. Популяция растений обычно носит название:

а) фитопопуляции;

б) фитоценоза;

в) ценопопуляции;

г) биотопа.

2. Среди приведенных выберите популяции менделеевского типа:

а) популяция сурков;

б) популяция пресноводных гидр;

в) популяция тлей;

г) популяция синиц.

3. Наиболее распространенным типом пространственного распределения особей в популяции является:

а) случайное;

б) равномерное;

в) агрегированное;

г) все типы распространены одинаково.

4. Наиболее распространенной системой жизненных форм животных является:

а) система Кашкарова;

б) система Раункиера;

в) система Серебрякова;

г) система Мак-Артура.

5. Закончите приведенное ниже определение соответствующим термином: «Совокупность свободно скрещивающихся осо-

бей одного вида, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида, называют ...»

- а) родом;
- б) породой;
- в) популяцией;
- г) сортом.

6. Если скорость роста популяции N равна нулю, наблюдается одна из следующих возможностей:

- а) популяция увеличивается и ожидается сильная конкуренция за пищу и территорию;
- б) популяция увеличивается и ожидается высокая активность паразитов и хищников;
- в) популяция уменьшается вследствие накопленных мутаций;
- г) популяция достигает максимальных размеров.

7. В наименьшей степени связано с численностью популяции действие фактора:

- а) паразитизма;
- б) накопления отходов жизнедеятельности;
- в) хищничества;
- г) суровой зимы.

8. Число особей вида на единицу площади или на единицу объема жизненного пространства показывает:

- а) видовое разнообразие;
- б) плодовитость;
- в) плотность популяции;
- г) обилие популяции.

9. Соотношение особей популяции по возрастному состоянию называют:

- а) средней продолжительностью жизни особей в популяции;
- б) возрастным спектром популяции;
- в) физиологической плодовитостью;
- г) экологической рождаемостью.

10. Численность популяции из года в год остается примерно одинаковой, потому что:

- а) каждый год погибает примерно одинаковое количество особей;

б) организмы размножаются более интенсивно при меньшей плотности и менее интенсивно при большой плотности;

в) организмы прекращают размножение, после того как численность популяции превысит средний уровень;

г) смертность и рождаемость примерно одинаковы.

11. Наиболее устойчивыми являются популяции, состоящие из:

а) одной генерации (поколения);

б) двух генераций;

в) трех генераций;

г) нескольких генераций и потомков каждой из них.

12. Популяция – это:

а) группа организмов одного вида, занимающая определенное пространство и функционирующая как часть биотического сообщества;

б) группа организмов разных видов, занимающая определенное пространство и функционирующая как часть биотического сообщества;

в) совокупность особей, функционирующих как часть биотического сообщества;

г) совокупность особей одной семьи, контролирующей определенное пространство и функционирующих как часть биотического сообщества.

13. Популяция, которая занимает в составе биоценоза определенное положение, называется:

а) жизненной формой;

б) экологической нишей;

в) экотипом;

г) ареалом.

14. Старые особи составляют большую долю в популяциях:

а) быстро растущих;

б) находящихся в стабильном состоянии;

в) со снижающейся численностью;

г) в которых не наблюдается четкой закономерности роста.

15. Популяция мышей, обитавших на определенной территории, после постройки здесь канала была разделена на две популяции – А и Б. Среда обитания для мышей типа Б осталась без

изменений, а среда обитания для мышей типа А сильно изменилась. Интенсивность микроэволюции в популяции А будет:

- а) медленнее, чем у популяции Б;
- б) значительно быстрее, чем у популяции Б;
- в) вначале медленнее, чем у популяции Б, затем постоянная;
- г) вначале медленнее, чем у популяции Б, а потом быстрее.

16. Популяция может увеличивать численность экспоненциально (то есть численность популяции увеличивается с возрастающей скоростью):

- а) когда ограничена только пища;
- б) при освоении новых мест обитания;
- в) только в случае отсутствия хищников;
- г) только в лабораторных условиях.

17. Общее число особей популяции, или общая масса особей на определенной территории, - это:

- а) индекс численности;
- б) обилие популяции;
- в) плотность популяции;
- г) экологическая пирамида.

18. Если n – число организмов, t – время, то формула $\Delta n / \Delta t$ означает:

- а) среднюю скорость изменения числа организмов в расчете на одну особь;
- б) среднюю скорость изменения числа организмов во времени;
- в) скорость роста популяции в процентах;
- г) скорость изменения числа организмов за единицу времени на определенной территории.

19. Заяц-беляк и заяц-русак, обитающие в одном лесу, составляют:

- а) одну популяцию одного вида;
- б) две популяции одного вида;
- в) две популяции двух видов;
- г) одну популяцию двух видов.

20. Популяция какого вида достигнет большего успеха в эволюции за одинаковый период времени:

- а) рыжего таракана;
- б) серой крысы;

- в) амурского тигра;
- г) зайца-беляка.

III «Синэкология»

1. Виды, занимающие сходные экологические ниши в разных биоценозах, называются:

- а) конкурирующими;
- б) конвергирующими;
- в) викарирующими;
- г) доминантными.

2. Среди приведенных выберите понятия, соответствующие термину экосистема:

- а) тайга;
- б) лесостепь;
- в) Мировой океан;
- г) аквариум.

3. В тайге на 1 га приходится 80 кг еловых шишек. Какая площадь необходима для питания 2 куниц массой 4 кг каждая?

- а) 0,1 га;
- б) 1 га;
- в) 10 га;
- г) 100 га.

4. Вторичной продукцией называют:

- а) продукты жизнедеятельности консументов;
- б) суммарную биомассу растений и животных, населяющих планету;
- в) биомассу растений, образовавшуюся при фотосинтезе;
- г) продукцию, образовавшуюся в результате использования гетеротрофными организмами энергии, запасенной автотрофами.

5. Форма взаимоотношений, при которой один вид получает какое-либо преимущество, не принося другому ни вреда, ни пользы, называется:

- а) протокооперацией;
- б) паразитизмом;
- в) комменсализмом;
- г) аменсализмом.

6. В желудке и кишечнике жвачных млекопитающих постоянно обитают бактерии, вызывающие брожение. Это является примером:

- а) хищничества;
- б) паразитизма;
- в) комменсализма;
- г) симбиоза.

8. Если рыба горчак откладывает икру в мантию двустворчатого моллюска, это пример:

- а) взаимополезных отношений;
- б) полезнейтральных отношений;
- в) полезновредных отношений;
- г) взаимовредных отношений.

9. Беспозвоночные различных видов поселяются в норах грызунов, находя там благоприятные для себя условия и не являясь при этом паразитами хозяина норы. Это явление называется:

- а) симпатрией;
- б) протокооперацией;
- в) квартиранством;
- г) акклиматизацией.

10. Некоторые грибы растут на корнях определенных деревьев. Такой тип взаимоотношений называется:

- а) паразитизмом;
- б) комменсализмом;
- в) симбиозом;
- г) сапрофитизмом.

11. Примером межвидовой конкуренции является взаимоотношение между:

- а) волками в стае;
- б) организмом-хозяином и паразитическими червями;
- в) рыжими и черными тараканами;
- г) мышевидными грызунами и лисами.

12. Насекомые, взрослые особи которых ведут свободный образ жизни, а личинки развиваются в теле хозяина, питаясь его тканями, называются:

- а) микропаразитами;
- б) макропаразитами;
- в) симбионтами;
- г) паразитоидами.

13. Организм, в теле которого происходит размножение паразита, называется:

- а) основным хозяином;
- б) промежуточным хозяином;
- в) переносчиком;
- г) паразитоидом.

14. Растение петров крест в биоценозе функционирует как:

- а) продуцент;
- б) консумент 1-го порядка;
- в) консумент 2-го порядка;
- г) редуцент.

15. Изъятие травоядных животных из экосистемы природного пастбища вызовет:

- а) повышение интенсивности конкуренции и увеличение разнообразия видов растений;
- б) понижение интенсивности конкуренции и уменьшение разнообразия видов растений;
- в) понижение интенсивности конкуренции и увеличение разнообразия видов растений;
- г) повышение интенсивности конкуренции и уменьшение разнообразия видов растений.

16. Важнейшее свойство экологических систем, проявляющееся в том, что все разнообразные обитатели таких систем существуют совместно, не уничтожая полностью друг друга, а лишь ограничивая численность особей каждого вида определенным уровнем, - это:

- а) устойчивость;
- б) самообновление;
- в) приспособленность;
- г) саморегуляция.

17. Исторически сложившаяся совокупность организмов разных видов и абиотической среды вместе с занимаемым ими участком земной поверхности, являющаяся составной частью природного ландшафта и элементарной биотерриториальной единицей биосферы, называется:

- а) биогеоценозом;
- б) биоценозом;
- в) экосистемой;
- г) фитоценозом.

18. Можно считать, что львы и тигры находятся на одном и том же трофическом уровне, потому что и те и другие:

- а) поедают растительноядных животных;
- б) живут в сходных местообитаниях;
- в) имеют примерно одинаковые размеры;
- г) имеют разнообразную кормовую базу.

19. Согласно правилу пирамиды чисел общее число особей, участвующих в цепях питания, с каждым звеном:

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) остается неизменным;
- г) изменяется по синусоидному графику (циклически).

20. Продуктивность кораллового рифа выше продуктивности большинства районов Мирового океана вблизи экватора, потому что коралловый риф получает больше:

- а) солнечного света;
- б) тепла;
- в) кислорода;
- г) элементов питания.

21. Индекс видового разнообразия – это:

- а) разнообразие жизни во всех её проявлениях;
- б) безразмерный показатель, применяемый в биологии для определения степени равномерности распределения признаков объектов выборки;
- в) безразмерный показатель, применяемый в биологии для количественного определения степени сходства биологических объектов;
- г) соотношение между числом видов и каким-либо показателем значимости: численностью, биомассой, продуктивностью и т.п.

22. Мера разнообразия – это:

- а) разнообразие жизни во всех её проявлениях;
- б) безразмерный показатель, применяемый в биологии для определения степени равномерности распределения признаков объектов выборки;
- в) безразмерный показатель, применяемый в биологии для количественного определения степени сходства биологических объектов;

г) соотношение между числом видов и каким либо показателем значимости: численностью, биомассой, продуктивностью и т.п.

23. Коэффициент сходства – это:

а) разнообразие жизни во всех её проявлениях;
б) безразмерный показатель, применяемый в биологии для определения степени равномерности распределения признаков объектов выборки;

в) безразмерный показатель, применяемый в биологии для количественного определения степени сходства биологических объектов;

г) соотношение между числом видов и каким-либо показателем значимости: численностью, биомассой, продуктивностью и т.п.

24. Биоразнообразие – это:

а) разнообразие жизни во всех её проявлениях;
б) безразмерный показатель, применяемый в биологии для определения степени равномерности распределения признаков объектов выборки;

в) безразмерный показатель, применяемый в биологии для количественного определения степени сходства биологических объектов;

г) соотношение между числом видов и каким-либо показателем значимости: численностью, биомассой, продуктивностью и т.п.

25. Что из перечисленного не соответствует понятию «биогеоценоз»?

- а) пойменная дубрава;
- б) ручей;
- в) тайга;
- г) лесостепь.

IV «Глобальная экология и охрана природы»

1. Природными загрязнителям могут являться и вулканы, выбрасывающие при извержении такие газы, как:

- а) фтор и бром, озон, радон;
- б) метан, углекислый газ, сероводород, сернистый газ;
- в) хлорфторуглероды, инертные газы;

г) хлор, угарный газ, метан.

2. Биокосным веществом, согласно учению В.И. Вернадского, является:

- а) почва;
- б) природные воды;
- в) природный газ, нефть, каменный уголь;
- г) мертвая органика - детрит.

3. К какой функции живого вещества можно отнести процессы фотосинтеза:

- а) к газовой;
- б) к окислительно – восстановительной;
- в) к концентрационной;
- г) к транспортной.

4. Какие из экологических факторов в наши дни максимально быстро изменяют биосферу:

- а) абиотические;
- б) биотические;
- в) антропогенные;
- г) все факторы.

5. Наибольшее количество гумуса содержат почвы:

- а) черноземные;
- б) подзолистые;
- в) суглинки;
- г) серые лесные.

6. Основная часть азота поступает в почву в результате:

а) деятельности азотфиксирующих бактерий и синезеленых водорослей;

- б) деятельности бобовых растений;
- в) под действием электрических разрядов во время гроз;
- г) растворения азота атмосферы в дождевой воде.

7. Наименьшая транспирация наблюдается:

- а) на болоте;
- б) в хвойном лесу;
- в) в смешанном лесу;
- г) в степи.

8. Систему длительных наблюдений за состоянием окружающей среды и процессами, происходящими в экосистемах и биосфере, называют:

- а) моделированием;
- б) модификацией;
- в) мониторингом;
- г) менеджментом.

9. Экологи выступают против применения пестицидов (ядовитых соединений) в сельском хозяйстве, потому что эти химикаты:

- а) являются дорогостоящими;
- б) разрушают структуру почвы;
- в) убивают как вредных для хозяйства членов агроценоза, так и полезных;
- г) снижают продуктивность агроценоза.

10. С экологической точки зрения решение проблемы энергетики связано:

- а) со строительством гидроэлектростанций на горных реках;
- б) со строительством современных теплоэлектростанций, работающих на газе;
- в) с разработкой новых безопасных реакторов для атомных станций;
- г) с использованием нетрадиционных возобновляемых источников энергии;

11. Некачественная питьевая вода может стать причиной заражения:

- а) туберкулезом, холерой;
- б) холерой, лептоспирозом;
- в) лептоспирозом, гриппом;
- г) гриппом, гепатитом.

12. Канцерогенами называют вещества, вызывающие:

- а) раковые заболевания;
- б) аллергические заболевания;
- в) хроническое отравление;
- г) инфекционные заболевания.

13. К природно-очаговым болезням относятся:

- а) чума, сыпной тиф, малярия;
- б) сыпной тиф, грипп, холера;
- в) коклюш, дизентерия, гонорея;
- г) СПИД, чума, трахома.

14.Повышенные дозы облучения человеческого организма не вызывают:

- а) нарушений функций кроветворения;
- б) злокачественных опухолей;
- в) желудочно-кишечных кровотечений;
- г) инфаркта миокарда.

15. По утверждению римского сатирика Ювенала: «Большая часть больных умирает в Риме от бессонницы», которая вызывается:

- а) повсеместным распространением кровососущих насекомых;
- б) ядовитыми испарениями от нечистот;
- в) уличным шумом;
- г) перееданием.

16.Важнейшей составной частью экосистемы современного города являются:

- а) благоустроенные жилища;
- б) автодороги и транспорт;
- в) сферы услуг и развлечений;
- г) зеленые насаждения.

17.Различают два адаптивных типа человека. Один из них – «спринтер», характеризующийся:

- а) высокой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов;
- б) низкой устойчивостью к воздействию кратковременных экстремальных факторов;
- в) способностью переносить длительные нагрузки;
- г) способностью выполнять монотонную работу.

18. Повышение концентрации окислов азота в тропосфере приводит к:

- а) уменьшению концентрации тропосферного озона;
- б) уменьшению концентрации стратосферного озона;
- в) увеличению концентрации тропосферного озона;
- г) увеличению концентрации стратосферного озона.

19.Повышение кислотности среды обусловлено:

- а) преобладанием ионов водорода над гидроксильными ионами;

б) преобладанием гидроксильных ионов над ионами водорода;

в) равновесием между ионами водорода и гидроксильными ионами;

г) отсутствием ионов водорода и гидроксильных ионов в среде.

20. При антропогенном эвтрофировании скорость фотосинтеза:

а) уменьшается;

б) остается постоянной;

в) увеличивается;

г) колеблется.

21. К физическим факторам риска относятся:

а) продукты питания и лекарственные препараты;

б) инфекционные заболевания;

в) неионизирующие излучения;

г) канцерогены.

22. Под качеством природной среды понимают:

а) сохранение растительного и животного мира;

б) ее способность воспроизводить жизнь на Земле с сохранением природных экосистем и биоразнообразия

в) способность к самоочищению и саморегуляции

г) предел, за которым природа не в состоянии справляться с антропогенной нагрузкой

23. Биологическое разнообразие – это разнообразие ...

а) организмов;

б) видов;

в) популяций;

г) экосистем;

24. Методы исследований, не использующиеся экологической наукой:

а) статистические методы оценки природных процессов и явлений

б) методы селекции

в) методы математического моделирования и экстраполяции

г) систематические наблюдения за природными объектами и антропогенными источниками загрязнения

25. Методы, которые не применяются для оценки качества экологического состояния территорий – методы:

- а) биоиндикации;
- б) химического анализа;
- в) экспертных оценок;
- г) биоиндикации.

26. Основной признак территорий (зон) экологического бедствия:

- а) глубокие необратимые изменения природной среды;
- б) истощение минеральных и других полезных ископаемых;
- в) временное приостановление деятельности отдельных предприятий;
- г) гибель представителей флоры и фауны.

27. Загрязнение окружающей среды – это:

- а) изменение ее свойств в результате поступления экологически вредных веществ;
- б) сокращение видового биоразнообразия;
- в) деградация экосистем;
- г) рост заболеваемости людей.

28. Экологический мониторинг – это ...

- а) управление качеством природной среды;
- б) проверка деятельности предприятий по соблюдению ими экологического законодательства;
- в) система наблюдений с целью оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под влиянием антропогенной нагрузки;
- г) контроль качества среды

29. Не существующий вид экологического контроля:

- а) государственный;
- б) территориальный;
- в) производственный;
- г) общественный.

30. Нормирование качества среды обитания – это разработка:

- а) базовых нормативов платы за негативное воздействие на окружающую среду;
- б) методических рекомендаций о нормативах воздействия хозяйственной и иной деятельности на среду обитания;

в) научно-обоснованных нормативов предельно допустимого воздействия человека на среду обитания с приданием им правового (юридического) статуса;

г) значений ПДК загрязняющих веществ.

31. Признак, не характерный для территорий с чрезвычайной экологической ситуацией:

а) устойчивые отрицательные изменения природной среды;

б) разрушение природных экологических систем;

в) угроза здоровью населения;

г) сокращение биоразнообразия.

32. Органы управления природоохранной деятельностью специальной компетенции:

а) Минсельхоз РФ, МЧС РФ, МВД РФ и Министерство здравоохранения и социального обеспечения;

б) Органы местного самоуправления;

в) Министерство природопользования;

г) органы экологического контроля.

33. Суть парникового эффекта – углекислый газ:

а) задерживает длинноволновое (тепловое) излучение Земли;

б) не имеет никакого отношения к парниковому эффекту;

в) пропускает солнечное излучение и задерживает тепловое излучение Земли;

г) угнетает фотосинтез.

34. Термин «экологизация» означает...

а) проникновение экологической проблематики в другие сферы знания;

б) отсутствие влияния экологии на практическую деятельность;

в) превращение экологии в комплексную интегрирующую науку;

г) экологически безопасное пользование недрами.

36. Биосфера – это ...

а) совокупность всех существующих на Земле экосистем;

б) часть верхней оболочки Земли, в которой существует или может существовать живое существо;

в) весь растительный и животный мир;

г) совокупность всех существующих на Земле экосистем.

37. Область знаний и практическая деятельность человека по рациональному использованию природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества называется ...

- а) природопользованием;
- б) социологией;
- в) естествознанием;
- г) культурологией.

38. Основные цели и задачи природопользования в Советском Союзе сформулированы в 1969 году

- а) Н. Н. Моисеевым;
- б) Ю. Н. Куражковским;
- в) Н.Ф. Реймерсом;
- г) С. С. Шварцем.

39. В основе рационального природопользования и охраны природы лежат такие аспекты, как экономический, здравоохранительный, эстетический, воспитательный и ...

- а) научный;
- б) апокалипсический;
- в) схоластический;
- г) амбициозный.

40. Использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться на основе предвидения и максимально возможного предотвращения негативных последствий природопользования – это называется правилом ...

- а) приоритета охраны природы над ее использованием;
- б) повышения степени использования;
- в) региональности;
- г) прогнозирования.

41. Увеличение или уменьшение использование одного ресурса увеличивает или уменьшает возможность использования другого ресурса – это ...сочетание интересов хозяйствующих субъектов.

- а) нейтральное;
- б) альтернативное;
- в) конкурентное;
- г) взаимовыгодное.

42. Элементы природы, необходимые человеку для его жизне-

обеспечения и вовлекаемые им в материальное производство, называются ...

- а) природными ресурсами;
- б) природными условиями;
- в) природной средой;
- г) предметами потребления.

43. Что нужно предпринять для сохранения овражно-балочных лесолуговых экосистем?

- а) прекратить любую деятельность человека;
- б) прекратить выпас скота;
- в) разрешить только сенокошение, сбор ягод, орехов и традиционную охоту зимой;
- г) сохранить все виды традиционного природопользования, но строго их лимитировать.

44. Что можно рекомендовать для предотвращения цветения воды в прудах и озерах?

- а) провести облесение берегов водоемов;
- б) лимитировать применение удобрений на полях;
- в) сохранить все традиционные виды пользования на берегах водоемов;
- г) запретить выпас скота около них.

45. Экологическое неблагополучие, характеризующееся глубокими необратимыми изменениями окружающей среды и существенным ухудшением здоровья населения, называется ...

- а) экологическим риском;
- б) экологическим кризисом;
- в) экологической катастрофой;
- г) экологической проблемой.

46. Что не относится к «законам» экологии, которые сформулировал в 1974 году Б. Коммонер?

- а) все должно куда-то деваться;
- б) природа – основа существования человека;
- в) ничто не дается даром;
- г) все связано со всем.

47. Загрязнения по классификации Г.В. Стадницкого и А.И. Родионова (1988 г.), приводящие к изменению мест обитания популяций, а также к нарушению и преобразованию ландшафтов и экосистем в процессе природопользования, называются ...

- а) ингредиентными;
- б) стационально-деструкционными;
- в) параметрическими;
- г) биоценоотическими.

48. Какой поллютант обостряет респираторные заболевания и наносит вред растениям?

- а) свинец;
- б) ртуть;
- в) сернистый ангидрид;
- г) двуокись углерода.

49. На какой высоте располагается озоносфера?

- а) 80 км;
- б) 19-32 км;
- в) 10 км;
- г) 55 км.

50. Что не относится к нарушению биоэнергетического режима почв?

- а) деvegetация;
- б) дефляция;
- в) дегумификация;
- г) почвоутомление и истощение.

51. Показатель, который не относится к патологическому состоянию почвенных горизонтов и профиля почв:

- а) промышленная эрозия почв;
- б) водная и воздушная эрозия;
- в) образование бесструктурных и переуплотненных горизонтов;
- г) вторичная кислотность почв.

52. С чем не связано нарушение водного и химического режима почв?

- а) радиоактивное загрязнение;
- б) опустынивание;
- в) переосушение;
- г) засоление.

53. Что не приводит к загрязнению и химическому отравлению почв?

- а) промышленность;
- б) сельское хозяйство;

- в) коммунальное хозяйство;
 - г) фортификация.
54. Что не относится к причинам деградации животного мира?
- а) интродукция;
 - б) искусственное изменение биотопов;
 - в) инфекции;
 - г) уничтожение.
55. С чем связана искусственная радиоактивность?
- а) радиоактивные элементы;
 - б) изотопы, образовавшиеся в результате наводящей радиации;
 - в) изотопы «обычных» элементов;
 - г) изотопы, образовавшиеся под действием космических лучей.
56. От чего не зависит процесс поглощения и накопления радиоактивных изотопов живыми организмами?
- а) от гравитационной постоянной;
 - б) от природы радиоактивных элементов;
 - в) от коэффициента концентрации;
 - г) от содержания элементов – антагонистов.
57. Какой из радионуклидов имеет наибольшую степень подвижности в почвах?
- а) ^{144}Ce ;
 - б) ^{137}Cs ;
 - в) ^{90}Sr ;
 - г) ^{129}I .
58. Какой из перечисленных источников вносит максимальный вклад в получаемую индивидуальную дозу облучения населения?
- а) природные источники;
 - б) стройматериалы;
 - в) атомные электростанции;
 - г) рентгендиагностика.
59. Методы и приемы получения полезных для человека продуктов, явлений и эффектов с помощью живых организмов (в первую очередь микроорганизмов) – это ...
- а) биотехнология;
 - б) рециркуляция;
 - в) малоотходная технология;

г) безотходная технология.

60. Качество окружающей среды – это ...

а) соответствие параметров и условий среды нормальной жизнедеятельности человека;

б) система жизнеобеспечения человека в цивилизованном обществе;

в) уровень содержания в окружающей среде загрязняющих веществ;

г) совокупность природных условий, данных человеку при рождении.

61. Технологии, которые позволяют получить конечную продукцию с минимальным расходом вещества и энергии, называются ...

а) комплексными;

б) инновационными;

в) ресурсосберегающими;

г) затратными.

62. Санитарно-гигиенические нормативы качества – это ...

а) ПДК и ПДУ;

б) ПДВ;

в) ПДС;

г) ВСВ и ВСС.

63. Производственно-хозяйственные нормативы воздействия – это ...

а) ПДВ и ПДС;

б) ОБУВ;

в) ПДН;

г) ОДК и ОДУ.

64. Какова размерность ПДК в атмосферном воздухе?

а) мг/м³;

б) мг/л;

в) мг/кг;

г) кг/с.

65. Максимальная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в т.ч. субсенсорных) реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.), – это

- а) ПДК_{мр};
- б) ПДК_{сс};
- в) ПДК_{рз};
- г) ПДК_{пп}.

66. Максимальная концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования – это

- а) ПДК_в;
- б) ПДК_{рх};
- в) ПДК_п;
- г) ПДК_{пр}.

67. Максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда – это ...

- а) LC50;
- б) ДК;
- в) LD50;
- г) ПДУ.

68. К объектам глобального мониторинга относятся ...

- а) агроэкосистемы;
- б) животный и растительный мир;
- в) грунтовые воды;
- г) ливневые стоки.

69. Контроль состояния окружающей среды с помощью живых организмов называется ... мониторингом

- а) биосферным;
- б) биологическим;
- в) природно-хозяйственным;
- г) импактным.

70. Территории и акватории, которые полностью изъяты из обычного хозяйственного пользования с целью сохранения в естественном состоянии природного комплекса, – это ...

- а) заказники;
- б) национальные парки;
- в) природные парки;

- г) государственные природные (биосферные) заповедники.
71. Относительно большие природные территории и акватории с зонами хозяйственного использования, где обеспечиваются экологические, рекреационные и научные цели – это ...
- а) национальные парки;
 - б) природные парки;
 - в) заказники;
 - г) памятники природы.
72. Территории, отличающиеся особой экологической и эстетической ценностью, с относительно мягким охранным режимом – это ...
- а) природные парки;
 - б) заказники;
 - в) памятники природы;
 - г) заповедники.
73. Территории, создаваемые на определенный срок (в ряде случаев постоянно) для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса – это ...
- а) национальные парки;
 - б) памятники природы;
 - в) заповедники;
 - г) заказники.
74. Положениями Федерального Закона РФ «Об охране окружающей среды» (2002 с последующими редакциями) не предусмотрен следующий вид контроля в области охраны окружающей среды:
- а) государственный;
 - б) производственный;
 - в) общественный;
 - г) международный.
75. Государственные инспектора в области охраны окружающей среды при исполнении своих должностных обязанностей в пределах своих полномочий не имеют право посещать в целях проверки:
- а) объекты, подлежащие государственной охране;
 - б) объекты оборонного комплекса;
 - в) коммерческие предприятия;

г) ни один из перечисленных вариантов не верен.

76. Принцип презумпции потенциальной экологической опасности намечаемой хозяйственной и иной деятельности подразумевает:

а) что любая деятельность признается экологически опасной;

б) что безопасность любой деятельности должна быть доказана;

в) что экологическая опасность любой деятельности не может быть приоритетным фактором при принятии решения о реализации этой деятельности;

г) что виновные в осуществлении экологически опасной деятельности должны нести ответственность за свои деяния.

Темы докладов с презентациями

1. Биосфера – глобальная экосистема

1. Природно-климатические зоны Земли.
2. Основные биомы планеты.
3. Регуляция процессов в биосфере.

2. Экологические кризисы планеты

1. Обзор экологических кризисов исторического времени.
2. Кризис продуцентов.
3. Глобальный кризис.

3. Проблемы экологии сельского хозяйства

1. Экологическая нагрузка сельского хозяйства.
2. Применение пестицидов и удобрений.
3. Деградация земель.

4. Возможности получения экологически чистой продукции

1. Понятие экологически чистой продукции.
2. Экологические нормативы для разных групп продуктов сельского хозяйства.
3. Экологическая паспортизация хозяйств и предприятий.

5. Стихийные бедствия и катастрофы

1. Виды стихийных бедствий.
2. Виды катастроф.
3. Прогнозирование и средства защиты.

Наземные экосистемы Земли

1. Обзор экосистем суши.
2. Природные условия основных наземных биогеоценозов.
3. Население разных экосистем.

6. Водные экосистемы планеты

1. Структура Мирового океана.
2. Лотические экосистемы.
3. Лентические экосистемы.

7. Проблема радиационного загрязнения среды

1. Естественный радиационный фон.
2. Антропогенные источники.
3. Влияние радиационного облучения на живые организмы.

8. Биологические методы защиты растений

1. Обзор методов защиты растений.
2. Основные способы и средства биологической защиты.

9. Биологическое загрязнение среды

1. Основные источники биологического загрязнения.
2. Органические массы.
3. Патогенные микроорганизмы.
4. Трансгенные организмы.

10. Экологическое состояние территории России

1. Природные условия.
2. Состояние экосистем.
3. Охрана природы в России.

11. Экологическая экспертиза

1. Понятие экологической экспертизы.
2. Значение, методы и средства ЭЭ.
3. Порядок проведения ЭЭ.

12. Загрязнение гидросферы

1. Источники.
2. Загрязняющие вещества.
3. Последствия и меры предотвращения.

13. Загрязнение литосферы и почвы

1. Источники.
2. Загрязняющие вещества.
3. Последствия и меры предотвращения.

14. Загрязнение атмосферы

1. Источники.
2. Загрязняющие вещества.
3. Последствия и меры предотвращения.

15. Особо охраняемые территории Пензенской области

1. Заповедники.
2. Заказники
3. Памятники природы.

16. Экологические проблемы Пензенской области

1. Природные условия ПО.
2. Региональные проблемы природопользования.
3. Вопросы социальной экологии.

17. Красные книги и их значение

1. Структура Красных книг.
2. Красная книга МСОП.
3. Красные книги России.
4. Красная книга Пензенской области.

18. Законодательная база охраны природы

1. Законы об охране окружающей среды.
2. Конституция РФ.

19. Общественные природоохранные организации

1. История развития экологического движения.
2. Партия «зеленых».
3. «Зеленый крест».

20. Экологические проблемы сельского хозяйства

1. Химические методы борьбы с болезнями и вредителями растений. Пестициды.
2. Удобрения и их виды. Проблема стоков с полей. Эрозия почвы.
3. Проблема получения экологически чистой продукции.

Глоссарий

Адаптация, процесс приспособления организма, популяции или сообщества к определённым условиям внешней среды; соответствие между условиями окружающей среды и способностью организмов процветать в ней.

Азотфиксация, фиксация молекулярного атмосферного азота, процесс восстановления молекулы азота и включения её в состав своей биомасс прокариотными микроорганизмами.

Акклиматизация, приспособление организмов к новым, или изменившимся условиям существования, в которых они проходят все стадии развития и дают жизнестойкое потомство.

Аллелопатия, специфическая форма биотических связей, выражающихся во взаимодействии растительных организмов в фитоценозах; химическое влияние одних видов растений на другие посредством специфически действующих выделений.

Аменсализм, форма взаимодействия между популяциями, при которой одна из них подавляет другую без извлечения пользы для себя и без обратного отрицательного воздействия со стороны подавляемой.

Аммонификация (гниение), процесс разложения азотсодержащих органических соединений (белков, аминокислот), в результате их ферментативного гидролиза под действием аммонифицирующих микроорганизмов с образованием токсичных для человека конечных продуктов: аммиака, сероводорода, а также первичных и вторичных аминов при неполной минерализации продуктов разложения.

Анабиоз – способность организмов переживать неблагоприятное время (изменение температуры окружающей среды, отсутствие влаги и др.) в состоянии, при котором резко снижается обмен веществ и отсутствуют видимые проявления жизни.

Антропические факторы, факторы воздействия человеческой деятельности на природную среду.

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

Антропогенные факторы, факторы, обязанные своим происхождением деятельности человека.

Ареал, часть земной поверхности (территории или акватории), в пределах которой распространён и проходит полный цикл своего развития данный таксон.

Афагия, отсутствие питания, наблюдаемое у животных на отдельных стадиях (фазах) развития, а также в неблагоприятные сезоны года.

Биогенные элементы, химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности.

Биогеоценоз, крупная наземная естественная экосистема с чётко выраженными ландшафтно-географическими границами и определённым преобладающим типом растительности.

Биогеоценология, научная дисциплина, изучающая закономерности формирования, функционирования и развития биогеоценозов

Биоиндикатор, организм, вид или сообщество, по наличию или состоянию которого можно судить о свойствах среды

Биокосное вещество, вещество, возникающее в результате совместной деятельности организмов и абиогенных процессов

Биологическая полноценность биоценоза, такое состояние биоценоза, при котором его структура и набор видов обеспечивают полноценный круговорот биогенных элементов и гомеостаз экосистемы.

Биологические системы, биосистемы, биологические объекты различной сложности (клетки, организмы, биоценозы и экосистемы, вплоть до биосферы в целом), имеющие как правило, несколько уровней структурно-функциональной организации

Биологическое поле, совокупность физических полей биосистемы.

Биологическая активность, интенсивность жизненных процессов в биосистеме, обеспечивающая определённый уровень существования.

Биосфера, специфическая оболочка земли, состав, структура и энергетика которой обусловлены совместной деятельностью живых организмов в прошедшее и настоящее время.

Биота, исторически сложившаяся совокупность флоры, фауны и микроорганизмов (не всегда экологически взаимосвязан-

ных, в отличие от биоценоза), населяющих какую-либо территорию

Биотический потенциал, условный показатель специфической для данного вида скорости увеличения численности особей его популяции при отсутствии лимитирующих факторов

Биоценоз, биологическая составляющая экосистемы, представляющая из себя совокупность популяций, комплементарных экотопу.

Варьирующая экспрессивность, степень фенотипического проявления гена, как мера силы его действия, определяемая по степени развития признака, если выраженность признака при одинаковом генотипе колеблется от особи к особи

Вертикальное взаимодействие популяций, совокупность взаимоотношений популяций различных трофических уровней в пределах одной экосистемы.

Вещество живое, совокупность в биосфере живых организмов, их биомассы.

Вид, совокупность географически и экологически близких популяций, биологически изолированных от популяций других видов, особи которых способны в природных условиях скрещиваться между собой и обладают общими морфофизиологическими признаками.

Вид доминирующий, вид, представленный в биоценозе популяцией, обладающей в настоящее время наибольшей продуктивностью и (или) биомассой.

Вид исчезающий, вид, находящийся под угрозой вымирания, численность особей которого недостаточна для самоподдержания популяции в естественных условиях

Вид карантинный, вид, представляющий опасность для естественных или антропогенных экосистем данного региона и находящийся под карантинным надзором.

Вид-индикатор, см биоиндикатор.

Видовое разнообразие, многообразие (число) видов в определённой экосистеме (биоценозе)

Влагостойкость (влагоустойчивость), способность растений сохранять жизнеспособность при избыточном увлажнении, вызванном затоплением или подтоплением.

Внешняя среда, окружающая среда, совокупность средообразующих компонентов относительно конкретной биосистемы.

Возрастное состояние, определённый этап онтогенеза.

Вынужденный покой (растений), физиологическое состояние, при котором резко снижается состояние роста и интенсивность обмена веществ, приспособление для переживания неблагоприятных внешних условий в определённые периоды жизненного цикла или сезоны года.

Гаметогенез, развитие половых клеток (гамет).

Генотип, совокупность всех локализованных в хромосомах генов организма.

Гетеротермные виды, группа гомойотермных животных, у которых периоды сохранения постоянной высокой температуры тела сменяются периодами её понижения при впадении в спячку.

Гетеротрофы, организмы, использующие в качестве источников питания органические вещества, произведённые другими организмами.

Гидробионты, организмы обитающие в водной среде.

Гигрофилы, наземные организмы (животные), приспособленные к обитанию в условиях высокой влажности.

Гигрофиты, растения влажных местообитаний.

Глубокий покой (семян), длительное отсутствие прорастания, обусловленное морфофизиологическими особенностями, как приспособительная реакция к неблагоприятным условиям.

Гомеостаз, способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять динамическое относительное постоянство состава и свойств.

Гомеостаз экосистемы, способность экосистемы к авторегуляции при изменении условий среды.

Гомойотермные или теплокровные животные, животные, температура тела которых более или менее постоянна и как правило не зависит от температуры окружающей среды.

Горизонтальное взаимодействие популяций, совокупность взаимоотношений популяций определённого трофического уровня экосистемы.

Денитрификация (восстановление нитрата), сумма микробиологических процессов восстановления нитратов до нитритов и далее до газообразных оксидов и молекулярного азота.

Детритная пищевая цепь, пищевая цепь, первым звеном которой является мёртвое органическое вещество, поедаемое детритофагами, служащими, в свою очередь, пищей для хищников.

Детритофаги, организмы питающиеся детритом – мёртвым или частично разложившимся органическим веществом.

Диапазон толерантности (устойчивости), минимально и максимально переносимые организмом значения экологического фактора.

Динамика экологических ниш, совокупность закономерных изменений в жизнедеятельности биосистемы, касающихся её положения и роли в экосистеме.

Динамика экосистемы, развитие (изменение) экосистемы под действием сил извне и внутренних противоречий её развития.

Дисклимакс, последняя стадия развития среды, климаксное сообщество которой было уничтожено естественными или искусственными факторами и которая закончилась климаксом, отличным от обычно наблюдаемого (например, пустынное сообщество в степи, возникшее из-за перевыпаса растительности).

Доминирование, способность некоторых видов занимать главенствующее положение и оказывать преобладающее влияние в биоценозе, экосистеме.

Доминирующая популяция, популяция преобладающая в данный момент времени по биомассе и (или) по численности в собственном трофическом уровне.

Емкость среды:

1) число особей или их сообществ, потребности которых могут быть удовлетворены ресурсами данного местообитания без заметного ущерба для его дальнейшего благосостояния;

2) степень способности окружающей среды на данной территории обеспечивать нормальную жизнедеятельность популяции или сообщества организмов без нарушения окружающей среды.

Жаростойкость, генетически обусловленная способность растений выдерживать высокую температуру окружающей среды.

Животные гетеротермные, гомойотермные животные, сохраняющие постоянную температуру тела в активном состоянии

и обладающие непостоянной температурой тела во время периодического глубокого сна (оцепенения или спячки).

Животные гомойотермные (теплокровные), животные, температура тела которых более или менее постоянна и как правило не зависит от температуры окружающей среды.

Животные пойкилотермные (холоднокровные), животные, температура тела которых меняется в зависимости от температуры окружающей среды и регулируется внешними физико-химическими механизмами.

Жизненность, степень стойкости живых существ к изменениям окружающей среды.

Загрязнение, привнесение в экосистему чуждых ей компонентов, снижающих жизненность организмов и их сообществ и (или) нарушающих состояние экотопа.

Закон компенсации (взаимозаменяемости) факторов (Э.Рюбеля), закон, согласно которому отсутствие или недостаток некоторых экологических (нефундаментальных) факторов может быть компенсирован каким-либо другим близким (аналогичным) фактором.

Закон взаимодействия факторов (Митчерлиха-Бауле), закон, согласно которому продуктивность сообщества определяется не только каким-либо одним, даже лимитирующим фактором, но совокупным действием всех экологических факторов.

Закон Линдемана, правило 10%, закон, согласно которому только часть (10%) энергии, поступившей на определённый трофический уровень биоценоза, передаётся организмам, находящимся на более высоких трофических уровнях.

Законом минимума (Ю.Либиха), закон, согласно которому относительное действие отдельного экологического фактора тем сильнее, чем больше он находится по сравнению с другими экологическими факторами в минимуме.

Закон незаменимости биосферы – биосфера, как единственная среда обитания для всех существующих ныне на Земле видов, не может быть заменена иной средой, вследствие гибели разрушения единства биоты и биотопа.

Закон незаменимости фундаментальных факторов (В.Р.Вильямса), закон, согласно которому полное отсутствие в

окружающей среде фундаментальных экологических факторов не может быть заменено (компенсировано) другими факторами.

Закон необратимости взаимодействия «Человек-биосфера» (П.Дансеро), закон, согласно которому часть возобновимых природных ресурсов может стать исчерпаемой, невозобновимой, если человек при нерациональных мероприятиях сделает невозможным их жизнедеятельность и воспроизводство.

Закон обратной связи взаимодействия «Человек-биосфера» (П.Дансеро), закон, согласно которому любое изменение в природной среде, вызванное хозяйственной деятельностью человека, «возвращается» и имеет нежелательные последствия.

Закон, правило 1% -изменение энергетики природной системы в пределах до 1%, как правило, не выводит природную систему из равновесного состояния.

Закон физико-химического единство живого вещества — при всей разнокачественности живых организмов они настолько физико-химически сходны, что вредное для одних из них не можем быть абсолютно безразлично для других.

Закон эволюционно-экологической необратимости (Л.Долло), закон, согласно которому эволюционные процессы необратимы и ни одна биосистема не может вернуться в прежнее состояние.

Засухоустойчивость, генетически обусловленная способность растений сохранять жизнеспособность в условиях длительного и глубокого недостатка влаги.

Зигота, клетка, возникающая в результате слияния двух гамет.

Зимостойкость, генетически обусловленная способность растений переносить комплекс неблагоприятных зимних условий.

Зоофаги, плотоядные организмы; животные питающиеся животными других или своих видов.

Зоохория, перенос диаспор растений (семян, спор, плодов) животными.

Зооценоз, совокупность животных, совместно обитающих при определённых условиях; составная часть биоценоза.

Имаго, взрослая стадия индивидуального развития насекомых и некоторых других членистоногих.

Индекс видового разнообразия, соотношение между числом видов и любым показателем «значимости» (численности, биомассы, продуктивности и т.п.).

Интерференция, особая форма конкурентных взаимоотношений, приводящая к подавлению репродукции одной из популяций или к снижению её численности.

Квартиранство, форма отношений между популяциями, при которой особи какой-либо популяции используют в качестве укрытий и местожительства жилища или тела особей других популяций.

Клептопаразитизм, форма паразитизма состоящая в присвоение корма, добытого особями одной популяции, особями другой.

Климакс, стабильная конечная (кульминационная стадия развития (сукцессии) экосистемы в условиях данной местности; заключительная стадия развития биоценоза, на которой он находится в равновесном состоянии с окружающей средой довольно долгое время.

Климаксовое сообщество, относительно устойчивое и равновесное по отношению к внешней среде растительное сообщество.

Комменсализм, тип взаимодействия между видами, при котором одна популяция извлекает пользу из объединения, а для другой это объединение безразлично.

Конкуренция, любое антогонистическое отношение, связанное с борьбой за существование, за доминирование, за пищу, за пространство и др. ресурсы между организмами (видами, особями), нуждающимися в одних и тех же ресурсах.

Конкуренция внутривидовая, соперничество между особями одного вида.

Конкуренция межвидовая, соперничество между особями (популяциями) различных видов.

Консументы, организмы, являющиеся в трофической цепи потребителями органического вещества.

Косное вещество, по В.И.Вернадскому, вещество, образующее в результате процессов, в которых живое вещество не участвует.

Коэффициент суммарного водопотребления, количество воды, расходуемое растением и почвой на создание единицы биомассы.

Коэффициент транспирации, количество воды, расходуемое растением на создание единицы сухой массы.

Ксерофилы, сухолюбивые животные, не переносящие высокой влажности.

Ксерофиты, растения сухих местообитаний, способные благодаря ряду приспособительных признаков и свойств переносить перегрев и обезвоживание.

Личинка, постэмбриональная стадия индивидуального развития многих беспозвоночных и некоторых позвоночных животных, у которых запасы питательных веществ в яйце недостаточны для завершения морфогенеза.

Мегаэкосистема, экосистема самых больших размеров (океан, биосфера в целом).

Мезофилы, умеренно влаголюбивые животные, нормально существующих при средних температурах.

Мезофиты, растения умеренно увлажнённых местообитаний.

Мезоэкосистема, экосистема средней величины (отдельное озеро, пруд, лес, река).

Местообитание, участок суши или водоёма, занятый частью популяции особей одного вида и обладающий всеми необходимыми для их существования условиями.

Метаболизм, совокупность процессов биохимических превращений веществ и энергии в биосистемах.

Микронива, экологическая ниша особи в недифференцированной популяции.

Микроэкосистема, экосистема малого размера (труп животного, полурасложившийся ствол дерева и др.).

Моделирование экологическое, имитация экологических явлений с помощью лабораторных, логических (математических) или натуральных моделей.

Морозостойкость, способность переносить длительное время низкие отрицательные температуры без ущерба для собственной жизненности.

Мутуализм, тип тесных взаимовыгодных отношений популяций по одному или нескольким параметрам при сохранении общей автономии существования.

Нахлебничество, особый тип связей между животными, заключающийся в том, что одни животные питаются остатками добычи других.

Нейтрализм, сожительство двух видовых популяций, когда ни одна из них не испытывает влияния другой.

Нитрификация, микробиологический процесс окисления аммиака до азотистой кислоты.

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

Норма реакции, разнообразие фенотипов, возникающих в результате взаимодействия определённого генотипа с разными факторами среды (разными средовыми условиями).

Общая экология, биоэкология, наука о взаимоотношениях организмов и их сообществ с их естественной средой обитания.

Окружающая среда, комплекс всех объектов, явлений и процессов, внешних по отношению к данному организму, популяции или сообществу организмов, но взаимодействующих с ними.

Онтогенез, индивидуальное развитие особи, вся совокупность её преобразований от зарождения до конца жизни.

Оптимум условий, наиболее благоприятное для организма сочетание экологических факторов.

Органогенез, образование зачатков органов и их дифференцировка в ходе онто- или филогенеза многоклеточных организмов.

Особь, самостоятельно существующий организм как элементарный компонент популяции, обладающий собственным уникальным генотипом.

Паразитизм, форма связей между видами, при которой организм-потребитель использует живого хозяина не только как ис-

точник пищи, но и как место постоянного или временного обитания.

Пессимум экологический, наименее благоприятные (обычно экстремальные) условия, при которых вид ещё может существовать.

Питание, потребление (поглощение) веществ, необходимых организму для роста, обеспечения жизненных функций и воспроизводства; составная часть обмена веществ.

Питание консументов, совокупность процессов использования консументами как гетеротрофными организмами в качестве источников пищи и энергии экзогенных органических веществ.

Питание продуцентов, совокупность процессов перехода и усвоения химических элементов из окружающей среды автотрофными организмами.

Покой семян, особое свойство семян многих видов растений сохранять жизнеспособность в течение многих лет до наступления благоприятных условий для прорастания.

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

Полиморфизм популяционный, генотипическая и фенотипическая разнокачественность особей в популяции.

Популяция, совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих общую территорию.

Популяционная буферность, устойчивость популяции к неблагоприятным условиям внешней среды за счёт полиморфизма особей.

Постэмбриональное развитие, период развития животных организмов после выхода из оболочек или рождения до половозрелости.

Почки спящие, почки, не проросшие на однолетних побегах древесных пород и сохраняющие способность к прорастанию в течение десятков лет.

Правило смены ярусов – в разных зонах одни и те же виды занимают неодинаковые ярусы.

Правило Эшби – закономерность существования биосферы состоящая в том что управляющие системы и подсистемы организованы более сложно чем управляемые.

Признак, морфологическое или физиологическое свойство, развитие которого является результатом действия генов и в каждом отдельном случае зависит от взаимодействия одного или многих генов с генотипической и внешней средой.

Признак пластичный, признак организма, проявление которого зависит от факторов внешней среды.

Принцип Бергаланфи – целое представляет собой нечто большее, чем сумма составляющих её элементов, поскольку его главная характеристика – взаимодействие протекающее между его различными элементами.

Принцип конкурентного исключения Гаузе – популяции со сходными экологическими требованиями, находящиеся в одной экосистеме с ограниченными природными ресурсами, вынуждают друг друга сместить реализованные экологические ниши в сторону уменьшения конкуренции.

Принцип стациальной верности – свойство видов избирательно заселять те или иные стации.

Природа, естественная часть окружающей среды.

Природообустройство, комплекс мероприятий по защите охране и экологической реабилитации окружающей человека среды.

Природопользование, теория и практика рационального использования человеком природных ресурсов.

Продуценты, автотрофные организмы, способные производить сложные органические вещества из простых неорганических соединений.

Прокариоты, организмы, клетки которых не имеют ограниченного мембраной ядра – все бактерии, включая археобактерий и цианобактерий.

Протокооперация, тип взаимоотношений между популяциями, когда обе популяции получают от ассоциации выгоду, но эти отношения необязательны.

Профпопуляционная группа, совокупность лиц, объединённых общностью происхождения и профессиональной деятельностью.

Рабовладельчество, форма паразитизма, при которой одна популяция использует другую для обеспечения собственной жизнедеятельности.

Растения светолюбивые (гелиофиты), растения открытых мест, не выносящие длительного затенения.

Растения теневыносливые (факультативные гелиофиты), растения выносящие некоторое затенение, но хорошо развивающиеся и на прямом солнечном свете.

Растения тенелюбивые, теневые, (сциофиты), растения, нормально развивающиеся только в условиях затенения, при рассеянном свете.

Редуценты, организмы, разлагающие мёртвое органическое вещество и превращающие его в неорганическое вещество, усваиваемое другими организмами.

Реутилизация, повторное использование растениями из стареющих и отмирающих листьев и стеблей низкомолекулярных органических соединений и элементов минерального питания в результате их оттока к молодым растущим органам.

Самоизреживание, форма внутривидовой конкуренции растений, при которой формируется оптимальная плотность особей для данного местообитания.

Саморегуляция (в биологии), способность биологических систем к автоматическому установлению и поддержанию жизненных функций на определённом, относительно постоянном уровне.

Световое загрязнение ОС, изменение спектрального состава света, продолжительности и интенсивности освещения относительно природных показателей в конкретных условиях места и времени.

Серия, последовательный ряд стадий изменения сообщества организмов, ведущий к климаксу

Симбиоз, тесное сожительство организмов двух или более видов, которое, как правило, стало необходимым и полезным для обоих партнёров (симбионтов)

Система чрезвычайного реагирования, эволюционно выработанная и закреплённая отбором система поддержания динамического устойчивого равновесия биоценоза для случаев кратковременного действия дестабилизирующих факторов, отличающихся повышенной интенсивностью.

Систематика, биологическая наука о разнообразии, классификации организмов и родственных отношений между ними

Системная экология, совокупность принципов и концепций системного анализа применительно к экологии.

Склерофиты, многолетние засухоустойчивые растения с жёсткими, часто сильно редуцированными листьями, которые иногда превращаются в иголки или чешуйки.

Сообщество, совокупность совместно обитающих организмов разных видов, представляющая собой определённое экологическое единство (например, фитопланктон какого-либо озера).

Сотрапезничество, одновременное или последовательное потребление какого-либо ресурса особями популяций разных видов.

Стация, участок территории, занятый популяцией вида и характеризующийся определёнными экологическими условиями.

Стенобионты, организмы с узкой экологической пластичностью.

Стеногидричные виды, виды способные существовать только в узком диапазоне условий влагообеспеченности.

Стенотермные организмы (виды), организмы (виды), приспособленные к относительно постоянным температурным условиям и не выносящие их колебания.

Стенофаги, организмы (виды), питающиеся небольшим числом пищевых объектов (олигофаги) или одним видом корма (монофаги).

Суккуленты, многолетние засухоустойчивые растения с сочными, мясистыми листьями или стеблями (в которых запасается влага) и неглубокой разветвлённой корневой системой.

Сукцессия, последовательная необратимая смена биоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории в результате влияния природных факторов или воздействия человека.

Сукцессия вторичная, сукцессия, происходящая на месте сформировавшихся биоценозов после их нарушения.

Сукцессия первичная, сукцессия, начинающаяся на субстратах, не затронутых почвообразованием.

Таксон, группа организмов, связанных той или иной степенью родства и достаточно обособленная, чтобы ей можно было присвоить определённую таксономическую категорию того или иного ранга - вид, род, семейство и т.д.

Таксономические (систематические) категории, понятия, применяемые в систематике для обозначения соподчинённых групп растений и животных, отличающихся различной степенью родства.

Тепловое загрязнение ОС, изменение тепловых характеристик определённого местообитания в результате деятельности человека.

Терморегуляция, совокупность физиологических процессов, обеспечивающих поддержание оптимальной для данного вида температуры тела в условиях меняющейся температуры окружающей среды.

Техносфера, часть биосферы, разрушенная и коренным образом преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических или техногенных объектов в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества.

Толерантность, выносливость вида к колебаниям какого-либо экологического фактора.

Топические связи, связи между популяциями в биоценозе, когда особи популяции одного вида видоизменяют физико-химические условия существования другого.

Транспирация, физиологическое испарение воды растением
Трофическая структура, организация сообщества, основанная на пищевых взаимоотношениях популяций.

Трофическая цепь (пищевая цепь), взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; группы особей связанные друг с другом отношением пища – потребитель.

Трофические связи, форма связей между популяциями в биоценозе, проявляющиеся в питании особей одного вида за счёт живых особей другого вида, продуктов их жизнедеятельности или их мёртвых остатков.

Трофический уровень, совокупность организмов, занимающих определённое положение в общей цепи питания.

Урботехногенная деятельность, деятельность человека по созданию материально-технической, производственной сферы в рамках урбанизации и агломерации.

Фактор лимитирующий (ограничивающий), фактор, который при определённом наборе условий окружающей среды ограничивает какое-либо проявление жизнедеятельности организмов.

Фактор регулирующий, фактор среды, благоприятствующий нормальной жизнедеятельности организма.

Факторы абиотические, компоненты и явления неживой, неорганической природы (климат, свет, химические элементы и вещества, температура, давление и движение среды, почва и др.), прямо или косвенно воздействующие на организмы.

Факторы антропические, совокупность воздействия деятельности человека на органический мир.

Факторы биотические, совокупность факторов живой природы, которые влияют на организмы определяя их условия обитания в том или ином районе.

Факторы экологические, факторы, оказывающие то или иное воздействие на биологические структуры экосистемы.

Фенотип, совокупность всех признаков и свойств особи, формирующаяся в процессе взаимодействия её генетической структуры (генотипа) и внешней, по отношению к ней, среды.

Фитотоксиканты, химические вещества, оказывающее токсичное действие на растения.

Фитофаги, животные, питающиеся растениями.

Фитоценоз, растительная часть биоценоза, устойчивая совокупность существующих на относительно однородном участке земной поверхности автотрофных организмов.

Флуктуация (флюктуация), сравнительно краткосрочное, ненаправленное, различно ориентированное или циклическое изменение сообщества, завершающееся возвратом к состоянию, близкому к исходному.

Форезия, явление перемещения в пространстве одного организма с помощью другого растительные организмы, осуществляющие питание неорганическими веществами на основе фотосинтеза.

Фотопериодизм, реакция организмов на чередование и продолжительность светлых и тёмных периодов суток.

Фотосинтез, образование клетками высших растений, водорослей и некоторыми бактериями органических веществ при участии энергии света.

Фотосинтетически активная радиация (ФАР), часть солнечной энергии, которая может использоваться растениями для фотосинтеза.

Фототаксис, движение простейших организмов к источнику света (Ф.положительный) или от него (Ф.отрицательный).

Фототропизм, влияние света на направление движения органов растения.

Хемоавтотрофы, автотрофные микроорганизмы, ассимилирующие органические соединения путём хемосинтеза.

Хищничество, способ добывания пищи и питания животных (редко растений), при котором они ловят, умерщвляют и поедают других животных.

Холодостойкость, способность переносить длительное время низкие положительные температуры.

Царство, высшая таксономическая категория в системе организмов.

Ценопопуляция, обозначение растительной популяции, подчёркивающее её связь с определённым фитоценозом.

Численность популяции, число организмов, относящихся к одной популяции в каждый момент времени.

Эврибионты, организмы (виды) с высокой экологической пластичностью, способные выдерживать широкие колебания экологических факторов без потери функционального места в экосистеме.

Эвригидричные виды, виды способные переносить значительные колебания влагообеспеченности или условий увлажнения среды обитания.

Эвритермные виды, способные к обитанию в различных температурных условиях и переносящие большие колебания температуры.

Эврифаги, организмы с широким спектром пищевых объектов

Эдафическое сообщество, сообщество, наличие и структура которого в данном месте обусловлены свойствами земной поверхности и, в первую очередь, почвенным фактором.

Экзогенетические причины, внешние причины, приводящие к появлению экологических сукцессий.

Экоклимат, совокупность специфических климатических характеристик определённого местообитания, обусловленная сочетанием климата данной территории и свойств объектов фитоценоза.

Экологическая ёмкость территорий, способность территории к самовосстановлению и самоочищению от последствий антропоического воздействия.

Экологическая индивидуальность особи, особенности фенотипа организма, обусловленные влиянием условий внешней среды.

Экологическая система, экосистема, основная функциональная единица экологии, представляющая собой единство живых организмов и среды их обитания, организованное потоками энергии и биологическим круговоротом веществ.

Экологическая структура биоценоза, его состав из экологических групп организмов, выполняющих в сообществе в каждой экологической нише определённые функции.

Экологическая ниша, место вида в природе, определённое его биотическим потенциалом и совокупным набором факторов внешней среды.

Экологическая ниша реализованная, реальное положение видовой популяции в конкретной экосистеме.

Экологическая ниша фундаментальная, объём многомерного пространства, соответствующего требованиям вида к среде.

Экологические пирамиды, пирамиды Элтона, графические модели, отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или заключённой в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне.

Экологическая пластичность (экологическая валентность), свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды.

Экология, наука о закономерностях формирования, развития и устойчивого функционирования биологических систем разного ранга в их взаимоотношениях с условиями среды.

Экоразвитие, концепция целостного развития, предложенная в программе ООН для окружающей среды.

Экосистема виртуальная, абстрактная модель экосистемы, создаваемая с активным использованием компьютерных возможностей в целях экологического мониторинга.

Экосистема естественная, экосистема, возникшая естественным образом в результате эволюционных процессов в биосфере, отличающаяся предельной гармоничностью структуры и функционирования.

Экосистема искусственная, антропогенная, экосистема созданная человеком или возникшая при его участии, отличающаяся полным или частичным отсутствием экологического равновесия.

Экотоп, местообитание сообщества; совокупность абиотических условий неорганической среды данного участка.

Экспоненциальная кривая роста, графическое изображение (при помощи J-образной кривой) быстрого (нелимитированного) роста плотности популяции по экспоненте.

Экспрессивность, степень фенотипического проявления одного и того же аллеля определённого гена у разных особей.

Эндогенетические причины, внутренние причины динамических изменений в экосистеме.

Эпизоотия, массовое распространение какого-либо заболевания (обычно инфекционного характера) среди животных.

Эукариоты, высшие организмы, клетки которых содержат чётко оформленное ядро с оболочкой, отделяющей его от цитоплазмы.

Эфемерность, способность растительных организмов сокращать онтогенез в неблагоприятных экологических условиях.

Эфемероиды, многолетние растения, цветущие и вегетирующие непродолжительное время, успевающие накопить в подземных органах ... большое количество питательных веществ.

Эфемеры, однолетние растения с очень коротким сроком вегетации.

Ярусность, явление вертикального расслоения биоценозов на разновысокие структурные части.

Галина Викторовна Ильина,
Дмитрий Юрьевич Ильин

ЭКОЛОГИЯ

Методические указания

Компьютерная верстка Г.В. Ильиной