

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.17 Экология популяций и сообществ

Направление подготовки (специальность) 06.03.01. Биология

Профиль образовательной программы Биоэкология

Форма обучения очная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Введение в экологию популяций и сообществ	3
1.2 Лекция № 2 Основные характеристики популяций	8
1.3 Лекция № 3 Пространственная структура популяций.....	10
1.4 Лекция № 4 Демографическая структура популяций	12
1.5 Лекция № 5 Этологическая структура популяции.....	15
1.6 Лекция № 6 Популяционные (гомотипические) связи организмов	22
1.7 Лекция № 7 Динамика численности популяций.....	25
1.8 Лекция № 8 Основные характеристики биоценоза	30
1.9 Лекция № 9 Видовая, пространственная и экологическая структуры биоценоза.....	35
1.10 Лекция № 10 Трофическая структура биоценоза	43
1.11 Лекция № 11 Динамика экосистем.....	49
1.12 Лекция № 12 Биоценотические (гетеротипические) связи организмов	53
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	58
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Основные характеристики популяций	58
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Пространственная структура популяций	58
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Демографическая структура популяций	59
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Этологическая структура популяции	59
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Популяционные (гомотипические) связи организмов ...	60
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Динамика численности популяций	60
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Популяционный гомеостаз	61
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Основные характеристики биоценоза	61
2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Видовая, пространственная и экологическая структуры биоценоза	62
2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Трофическая структура биоценоза	62
2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Экологические сукцессии	63
2.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Гетеротипические связи организмов	63
3. Методические указания по проведению практических занятий ...не предусмотрено РУП	
4. Методические указания по проведению семинарских занятий ...не предусмотрено РУП	

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2 ч.)

Тема: «Введение в экологию популяций и сообществ».

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Определение экологии.
2. предмет и задачи экологии.
3. методы современных экологических исследований.
4. разделы экологии и связь с другими науками.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Определение экологии.

Экология – это наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания. Термин «экология» впервые ввел немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году. Само слово восходит к греческому «ойкос» - дом, жилище, - поэтому экологию можно трактовать как изучение «домашней жизни» живых существ. За рубежом в ходе определение науки, данное Кребсом (1972): «Экология – это научное познание взаимодействий, определяющих распространение и численность организмов». На сегодняшний день существует более 140 определений науки Экология. Вот лишь некоторые из них: «Экология – одна из биологических наук, изучающих живые системы в их взаимодействии со средой обитания»; «Экология – комплексная наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и взаимодействии ее и общества»; «Экология – совокупность научных и практических проблем взаимоотношений человека и природы»;

«Экология – наука о структуре природы, характеризующаяся энергетическим подходом к исследования природных явлений» - Е. Одум (1963); «Современная экология – это наука о путях приспособления видовых популяций к изменяющимся условиям внешней среды, наука о становлении, преобразовании и развитии видовых популяций, о законах их интеграции в биологические системы более высокого порядка, специфически приспособленные к наиболее эффективному использованию энергии в конкретных условиях среды» - С.С. Шварц (1967).

2. предмет и задачи экологии.

Предметом экологии являются объекты организменного, популяционно-видового, биоценотического и биосферного уровней организации в их взаимодействии с окружающей средой. Задачи общей экологии – изучение двусторонних связей в системах: организм – среда; популяция – среда; сообщество – среда; биосфера – географическая оболочка; а также выяснение особенностей внутривидовых и межвидовых отношений. В

общей (классической) экологии можно выделить крупные разделы (уровни экологии): экологию особей (аутэкологию); экологию популяций (демэкологию) и экологию сообществ (синэкологию). Каждый из разделов имеет свои собственные задачи. Аутэкология изучает отношения организмов к условиям среды. В этом же разделе экологии рассматриваются характеристики факторов среды и способы приспособления (адаптаций) организмов к различным условиям среды. Демэкология – это экология отдельных видов, представленных в природе популяциями (популяция - есть форма существования вида). Синэкология – экология сообществ.

3. методы современных экологических исследований.

Среди методов используемых в экологии, по особенностям их применения, можно выделить как общенаучные, так и частные, только экологические методы. В соответствии с другой классификацией, методы экологии можно подразделить на: лабораторные и полевые. Последние, в свою очередь, делятся на следующие методы: маршрутные, стационарные, описательные и экспериментальные. Полевые исследования в экологии наиболее значимы, поскольку именно они позволяют изучать экологические явления непосредственно в природной среде. Они позволяют установить взаимосвязи организмов со средой, выявить экологические факторы среды и определить адаптации живого к среде. Среди общенаучных методов выделяют: наблюдение и описание; сравнительный метод; исторический метод; экспериментальный метод; метод моделирования; статистический метод, и т.д. Наблюдение и описание – по сути методы неразделимые, заключаются в длительном отслеживании состояния объекта или явления и последующей записи, фиксирующей всевозможные его/их изменения. Сравнительный метод – основан на анализе сходства и различия изучаемых объектов и явлений. Исторический метод – заключается в анализе хода развития исследуемого объекта. Экспериментальный метод – помогает изучать объекты и явления природы в заданных условиях. Метод моделирования – делает возможным описание объектов и явлений природы относительно простыми моделями, воссоздаваемыми в лабораторных условиях. Модель – это абстрактное описание какого-то явления реального мира. Модели используются для прогнозирования динамики явления, для определения воздействия экологических факторов на объект, для оценки последействия антропогенного вмешательства в среду. Статистический метод – позволяет усреднять полученные данные, и тем самым получать более объективную информацию о количественных и меристических признаках изучаемых природных объектов и явлений. Среди экологических методов в науке чаще сталкиваешься с методом мониторинга; с микроскопическими методами исследования; с методом изоферментного анализа; с рентгеноструктурным анализом; с методом биоморфологического анализа; с

методом группового анализа; с методом морфофизиологических индикаторов; с интродукционным методом; с методами индикации загрязнения среды; с методами инвентаризации природных ресурсов; с методом дистанционного исследования экосистем; с методом атомноадсорбционной спектрофотометрии и другими. Мониторинг - комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. Основные задачи мониторинговых исследований: наблюдение за состоянием биосфера; оценка и прогноз состояния природной среды; выявление факторов и источников антропогенных воздействий на окружающую среду и пр. Выделяют следующие типы мониторинга: глобальный (биосферный), геофизический, климатический, биологический, экологический. Основа сети глобального мониторинга – биосферные заповедники. Экологический мониторинг – основа глобального мониторинга, - он включает наблюдения за различными компонентами биосфера, и в первую очередь за растительными и животными организмами. Микроскопический метод – позволяет оценивать воздействие факторов среды на организм на анатомическом уровне. Для исследований сегодня применяется не только световой микроскоп, но и электронный микроскоп, сканирующий микроскоп, и компьютерные микроскопические приставки. Изоферментный анализ дает возможность определить ферменты у особей одного и того же вида различающихся по морфолого-физиологическим признакам, с целью установления родства между ними. Наличие или отсутствие определенного изофермента широко используется как генетический маркер для определения принадлежности особи к определенной группе, а анализ частот изофермента одного белка – для определения границ популяций. Рентгеноструктурный анализ – используется для получения информации о микроструктуре аморфных объектов. Основан на возможности рентгеновских лучей проникать сквозь материалы. Широко используется сегодня для изучения структуры белковой молекулы, и ее изменений под воздействием вирусов и мутагенов. Биоморфологический анализ – определение состава и соотношения жизненных форм в конкретном таксоне или фитоценозе. Метод группового анализа – используется в целях характеристики таких признаков популяции, которые в силу относительно высокого варьирования у отдельных особей, не поддаются точному учету. Метод часто используется при определении возраста животных. Оценка признака производится путем изучения кривых его распределения в популяции. Метод морфофизиологических индикаторов – позволяет по отдельным показателям, установленным для организма, оценить общее состояние особи. Например, количество гемоглобина и эритроцитов, содержание протеинов в плазме, - могут свидетельствовать о недоедании животного. Инвентаризация природных ресурсов – это учет количества,

качества, динамики запасов и степени эксплуатации естественных ресурсов. Инвентаризация включает картографирование объектов исследования, статистический учет и учет качественного состава, степень эксплуатации и определение режима охраны. Индикация загрязнений среды – качественное обнаружение и количественное определение физико-химических веществ в объектах окружающей природной среды. Помимо ландшафтных индикаторов (снег, торф, вода) существуют биоиндикаторы, позволяющие определять степень загрязнения среды различными антропогенными токсикантами. Например, хвойные растения являются биоиндикаторами на кислые осадки, являющиеся выбросами ТЭС, работающих на жидким и газообразном топливе. Нарушения хвойных пород фиксируются в радиусе 10-12 км от предприятия. В радиусе 3 км происходит их полное отмирание и замена мелколиственными породами. Сосна обыкновенная и ель европейская являются индикаторами на загрязнение воздуха диоксидом серы и фтористым водородом. Так, при загрязнении атмосферы диоксидом серы у сосны происходит побурение кончиков игл хвои. Интродукция – комплекс работ по переносу растительных или животных объектов из дикого состояния в состояние культуры. Интродукция – начальный этап акклиматизации, являющейся одной из мер по обогащению местной флоры или фауны, и по сохранению биоразнообразия на конкретной территории. Дистанционное исследование экосистемы – это получение информации о природных экосистемах бесконтактными (телеметрическими) методами, с помощью спутников, самолетов, космических кораблей. Спутниковое дистанционное зондирование позволяет дать оценку степени воздействия антропогенных факторов на растительный покров суши; выявить влияние лесных пожаров на природные экосистемы; помогает определить первичную продуктивность и биомассу фитоценозов.

4. разделы экологии и связь с другими науками.

Термин «Экология» появился значительно позднее времени рождения самой науки, которое датируется приблизительно III веком до нашей эры. Первыми экологами можно назвать поэтов и философов Древней Греции и Древнего Рима: Платона, Аристотеля, Теофраста, Сенеку, Плиния Старшего. Так, например, в трудах Аристотеля (385-322 гг до н.э.) имеется классификация животных, основу которой составляют группы организмов связанные обитанием в разных средах: водные, сухопутные, земноводные. Во времена Возрождения экологический оттенок имели труды таких естествоиспытателей, как, Френсис Бэкон, Роберт Бойль, Франческо Реди, Джон Рей. Без сомнения зарождение науки в XVII-XIX веках связано с такими Деятельность Н.А. Северцова была связана как с его работой в МГУ, так и с экспедициями с 1837 по 1853 гг в Воронежскую губернию и с 1856 по 1879 в Среднюю Азию. Н.А. Северцов полагал, что основной задачей изучения

мира животных представляется исследование их образа жизни и их отношение к внешним условиям. В своих работах Северцов на фоне анализа внешних условий разбирал явления миграций, сезонного и биотопического размещения, а также размножение и линьку позвоночных животных. Анализируя фауну Воронежской губернии Северцов подходит к экологической классификации животных по жизненным типам или жизненным формам. Он первым говорит о необходимости установления корреляций между продолжительностью жизни вида и плодовитостью и т.п. Северцов высказал ряд предположений о связи климатических условий обитания животных с формообразованием и был одним из очень немногих зоологов того времени, который внимательно учитывал географический критерий вида. Он одним из первых прибегал к анализу внутривидовой изменчивости. Им было дано объяснение явлений миграций и различных перемещений животных на большие расстояния (приведено по Г.П. Дементьеву, 1970). Появление в биологической науке нового термина «экология» послужило толчком для развития самостоятельной науки –экологии. С этого времени экология, обособившись от других биологических дисциплин –ботаники, зоологии, географии растений и животных, начинает свое быстрое развитие. Это развитие характеризуется, в том числе, появлением нового экологического терминологического аппарата. Так, в 1877 году немецкий гидробиолог К. Мебиус (1825-1908), изучая условия жизни устриц в Северном море, впервые сформулировал понятие биоценоза –сообщества разных видов, особи которых теснейшим образом связаны друг с другом и непрерывно владеют определенной территорией. В России в данный период развивается новое научное направление – фитоценология. Основы этой науки были сформулированы Г.Ф. Морозовым (1867-1920) и В.Н. Сукачевым (1880-1967). Сначала Г.Ф. Морозов в труде «Учение о лесе» определил лес как «общежитие –биоценоз живых существ (растений и животных), взаимно приспособленных друг к другу и к окружающей среде». Одновременно в Англии близкие проблемы экологии разрабатывал профессор Кембриджского университета А. Тенсли (1871-1955). В 1935 году он ввел в литературу термин «экосистема», понимавшийся как совокупность сосуществующих видов и условий среды их обитания. Термин «экосистема» прочно вошел в научный обиход. В дальнейшем была сформулирована концепция экологической сукцессии –процесса изменения состава экосистемы под влиянием жизнедеятельности составляющих ее организмов, и климакса –как устойчивого равновесного с климатом состояния, к которому «стремится» любая экосистема. Данные термины были сформулированы Ф. Клементсом (1874-1945), и в дальнейшем развиты А. Тенсли и Р. Уиттекером. Приблизительно в это же время в России появляется классификация Л.Г. Раменского (1884-1953) отражающая отношения видов к

благоприятности условий среды, в соответствии с которой он делит организмы на ценобиотические группы, названные им виолентами, пациентами и эксплерентами. В 30-е годы В.И. Вернадский (1864-1945) разрабатывает концепцию биосферы как живой оболочки планеты. Именно в ней гениальному русскому ученому удается обосновать геологическую роль живого в эволюции Земли.

1.2 Лекция №2 (2 ч.)

Тема: «Основные характеристики популяций».

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Важнейшие характеристики популяций: *численность, плотность, рождаемость, смертность, темп роста, миграционная активность.*
2. Правила определения и единицы измерения характеристик.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Важнейшие характеристики популяций: *численность, плотность, рождаемость, смертность, темп роста, миграционная активность.*

Каждый вид заселяет ареал в различных географических зонах, где наблюдаются различные условия; чем больше его ареал, тем больше различий условий среды.

Количество таких группировок зависит от численности вида, размеров ареала и других причин. Группировки с общим генофондом, одинаковой морфологией, единым жизненным циклом представляют собой популяцию.

«Популяция» имеет несколько удачных определений. Одно из них звучит так:

Популяция – группировка особей, которая является формой существования вида и способна самостоятельно развиваться неопределенно долгое время.

«Популяция - это группа особей одного вида, населяющих определённую территорию и характеризующихся общностью морфобиологического типа, специфичностью генофонда и системой устойчивых функциональных связей» (И.А. Шилов, 1985).

Характеристики популяции.

Каждая популяция характеризуется показателями *численности, плотности, рождаемости, смертности, темпов роста и миграционной активностью особей.*

Численность популяции - это общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Она никогда не бывает постоянной и зависит от интенсивности размножения (плодовитости) и смертности. В процессе размножения происходит рост популяции, смертность приводит к сокращению.

Плотность – определяется количеством особей или биомассой на единицу площади или объема. Плотность зависит от численности. При возрастании численности плотность может не изменяться, если возможно расселение популяции, увеличение ее ареала. Расселение может продолжаться до встречи каких-либо преград.

2. Правила определения и единицы измерения характеристик.

Рождаемость различают абсолютную и удельную. **Абсолютная рождаемость** – это количество новых особей, появившихся за единицу времени, а **удельная** – то же самое количество, но отнесенное к определенному числу особей. Например, показателем рождаемости человека служит число детей, родившихся на 1000 человек в течение года. Рождаемость определяется многими факторами: условиями среды, наличием пищи, биологией вида (скорость полового созревания, количество генераций в течение сезона, соотношение самцов и самок в популяции).

Смертность, как и рождаемость, бывает абсолютной (количество особей, погибших за определенное время), так и удельной. Она характеризует скорость снижения численности популяции от гибели из-за болезней, старости, хищников, недостатка корма, и играет главную роль в динамике численности популяции.

Различают три типа смертности:

- одинаковый на всех стадиях развития; встречается редко, в оптимальных условиях;
- повышенная смертность в раннем возрасте; характерна для большинства видов растений и животных (у деревьев к возрасту зрелости доживает менее 1% всходов, у рыб – 1-2% мальков, у насекомых – менее 0,5% личинок);
- высокая смерть в старости; обычно наблюдается у животных, чьи личиночные стадии проходят в благоприятных мало изменяющихся условиях: почве, древесине, живых организмах.

Миграции – переселение особей из одного места обитания в другое. В основном мигрируют молодые особи, за счет чего происходит расселение популяции. Вместе с плотностью и смертностью миграции определяют характер роста популяции и ее плотность. В результате миграции устраняется избыток особей в одной популяции и компенсируется недостаток в другой, где смертность превышает рождаемость.

Прирост популяции – разница между рождаемостью и смертностью; прирост может быть как положительным, так и отрицательным;

Темп роста – средний прирост за единицу времени.

1.3 Лекция №3 (2 ч.)

Тема: «Пространственная структура популяций».

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Мерус и тип поселения.
2. Основные типы расселения особей.

1.3.2 Краткое содержание вопросов

1. Мерус и тип поселения.

Популяции могут занимать разные по размеру площади и условия обитания в пределах местообитания одной популяции тоже могут быть не одинаковы. По этому признаку выделяют три типа популяций (рис.1): элементарную, экологическую, географическую.

Элементарная (локальная) популяция – это совокупность особей одного вида, занимающих небольшой участок однородной площади. Между ними постоянно идет обмен генетической информацией.

ПРИМЕРЫ. Одна из нескольких стай рыб одного вида в озере

Экологическая популяция – совокупность элементарных популяций, внутривидовые группировки, приуроченные к конкретным биоценозам

ПРИМЕРЫ. Рыбы одного вида во всех стаях общего водоема

Географическая популяция – совокупность экологических популяций, заселивших географически сходные районы. Географические популяции существуют автономно, ареалы их относительно изолированы, обмен генами происходит редко – у животных и птиц – во время миграций, у растений – при разносе пыльцы, семян и плодов. На этом уровне происходит формирование географических рас, разновидностей, выделяются подвиды.

Подвиды занимают географически однородную часть ареала. Они распадаются на географические популяции, заселяющие определенные ландшафтно-географический район со своими ландшафтно-климатическими особенностями. Географические популяции распадаются на экологические популяции, поселения животных в определенных биотопах. Экологическая популяция, если ее территория неоднородна, распадается на мелкие группы, заселяющие мозаичный ландшафт – элементарные популяции, мерусы, демы, парцеллы, внутрипопуляционные группировки.

2. Основные типы расселения особей.

Различают три типа распределения или расселения особей внутри популяции: равномерное, случайное и групповое.

Равномерное распределение в природе чаще связано с острой конкуренцией между разными особями. Такой тип распределения отмечают у хищных рыб и у колюшек с их территориальным инстинктом и сугубо индивидуальным характером.

Случайное распределение имеет место только в однородной среде. Так на первых порах распределяется тля на поле. По мере ее размножения распределение приобретает групповой или пятнистый (конгрегационный) характер.

Групповое распределение встречается наиболее часто. Так, в сосновом лесу деревья вначале расселяются группами, а в дальнейшем их размещение становится равномерным. Популяции групповое распределение обеспечивает более высокую устойчивость по отношению к неблагоприятным условиям по сравнению с отдельной особью.

Знание типа распределения организмов имеет большое значение при оценке плотности популяции методом выборки (в случае группового размещения площадь выборки должна быть большая).

Типы использования пространства популяциями.

В зависимости от характера использования пространства подвижных животных подразделяют на оседлых и кочевых. Оседлые в течение всей жизни используют довольно ограниченный участок среды. Им присущи инстинкты привязанности к своему участку, регулярное возвращение на этот участок, при вынужденном перемещении.

Например, белки, бурундуки.

Преимущества оседлого образа жизни:

- свободная ориентация на знакомой территории;
- меньше времени на поиск корма;
- быстрее найти убежище от врага;
- создание при необходимости запасов пищи;

Недостатки:

- быстрое истощение запасов пищи при большой плотности популяции.

Кочевые животные совершают постоянные передвижения в пространстве, так как это вызвано изменением кормовой базы. Кочевой образ жизни характерен чаще для стад и стай. Масштабы и длительность таких миграций зависят от обилия пищи и численности стада.

Например, стада зебр в Серенгети в период сухого сезона кочуют на участке в 400 – 600 км.

Преимущества кочевого образа жизни:

- независимость от запасов пищи на конкретной территории;

Недостатки:

- Возрастание частоты гибели молодых и ослабленных особей от хищников.

1.4 Лекция №4 (2 ч.)

Тема: «Демографическая структура популяций».

1.4.1 Вопросы лекции:

1. Возрастные спектры особей в популяциях растений и животных.
2. Основные типы возрастной структуры популяции: *инвазионный, полночленный, нормальный неполночленный, регрессивный*.
3. Факторы, определяющие возрастной состав популяции.
4. Половой состав особей в популяций.
5. Причины, оказывающие влияние на половую структуру популяций растений и животных.

1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Возрастные спектры особей в популяциях растений и животных

Отображает распределение особей по полу и возрасту

Возрастная структура показывает количественное соотношение всех возрастных групп в популяции.

Возрастные периоды животных:

1. Предрепродуктивный
2. Репродуктивный
3. Сенильный

Возрастные периоды высших растений:

1. Латентный – покоящееся семя
2. Виргинальный (предгенеративный) – от проростка до формирования взрослого растения
3. Генеративный – плодоношение
4. Сенильный (постгенеративный) – прекращение плодоношения

2. Основные типы возрастной структуры популяции: *инвазионный, полночленный, нормальный неполночленный, регрессивный*.

Возрастной состав популяции характеризует соотношение возрастных групп, отличающихся между собой по отношению к воспроизведству. Возрастные различия в популяции существенно усиливают ее экологическую неоднородность и, следовательно, обеспечивают неодинаковую сопротивляемость среде. В результате повышается вероятность того, что при сильных отклонениях от нормы в популяции сохраняется хотя бы часть жизнеспособных особей и она сможет продолжить свое существование.

3. Факторы, определяющие возрастной состав популяции

Возрастной состав популяции имеет приспособительный характер. Он формируется на основе биологических свойств вида, но всегда отражает также и силу воздействия факторов окружающей среды. Возрастной состав популяции влияет как на рождаемость, так и на смертность в данный момент, т.е. определяет ее способность к размножению и показывает, чего можно ожидать в будущем.

У модулярных и унитарных организмов возрастной состав существенно отличается.

Возрастной состав модулярных

организмов рассмотрим на примере растений. У них возрастной состав ценопопуляций определяется соотношением возрастных групп, которые выделяются по возрастному состоянию особей. Абсолютный, или календарный, возраст растения и его возрастное состояние - понятия не тождественные. Растения одного календарного возраста могут находиться в разных возрастных состояниях. Возрастное состояние особи - это этап онтогенеза или жизненного цикла. У растений выделяют следующие возрастные группы:

проростки - p;

ювенильные особи - j;

имматурные особи - im;

виргильные особи - v;

молодые генеративные особи - gt;

средневозрастные генеративные особи - g2;

старые генеративные особи - g3;

субсенильные особи - ss;

сенильные особи - s;

отмирающие особи - d.

Сейчас более подробно охарактеризуем признаки каждой возрастной группы.

Проростки - это маленькие растения со смешанным типом питания и зародышевыми структурами. Проросток, как правило, представляет собой одноосный побег с небольшими листьями.

Ювенильные особи - это растения с самостоятельным питанием, семядоли отсутствуют, но организация еще проста, листья меньшего размера, чем у взрослых особей, сохраняется одноосность.

Имматурные особи - это переходная форма растений к взрослым вегетативным особям, начинается ветвление, увеличивается фотосинтетический аппарат.

Виргильные особи - это взрослые вегетативные растения с типичными чертами жизненной формы, соответствуют генеративному состоянию, но генеративные органы отсутствуют.

Молодые генеративные особи - это растения, которые зацветают, но имеют перерывы в

цветении, образуют плоды, у них происходит формообразование, сопровождающееся глубокой внутренней биохимической и физиологической перестройкой организма.

Средневозрастные генеративные особи - это растения, достигающие наибольшего ежегодного прироста и семенной продуктивности, могут иметь перерывы в цветении, у клоно- образующих видов возникают клонны.

Старые генеративные особи - это растения, характеризующиеся резким снижением репродуктивной функции, процессы отмирания преобладают над процессами новообразования, усиливается дезинтеграция.

Субсенильные особи - это старые вегетативные растения, характеризующиеся прекращением плодоношения, снижением мощности, усилением деструктивных процессов, упрощением жизненной формы, появлением листьев имматурного типа.

Сенильные особи - это старые растения, характеризующиеся крайней дряхлостью, уменьшением размеров, вторичным появлением ювенильных признаков (форма листьев, характер расположения побегов).

Отмирающие особи - это растения с проявлением крайней степени сенильного состояния, когда живыми остаются лишь некоторые ткани и покоящиеся почки, не способные развить побеги.

Распределение особей ценопопуляции по возрастным группам называется возрастным спектром. Счетной единицей могут быть генеты, раметы или модули. Число семян не учитывается. Если в возрастном спектре представлены только молодые особи, не достигшие репродуктивной фазы развития, то популяция называется инвазионной. Она не способна к самоподдержанию, это молодая популяция. Если в возрастном спектре представлены все или почти все возрастные группы, то популяция называется нормальной. Она способна к самоподдержанию генеративным или вегетативным путем. В зависимости от преобладания численности той или иной генеративной группы нормальные популяции подразделяются на три типа:

молодые нормальные - это популяции, в возрастном спектре которых преобладают молодые генеративные особи;

средневозрастные нормальные - это популяции, в возрастном спектре которых преобладают средневозрастные генеративные особи;

3) старые нормальные - это популяции, в возрастном спектре которых преобладают старые генеративные особи.

Если в возрастном спектре представлены все возрастные группы, то популяция

называется нормальной полночленной, если же некоторые возрастные группы отсутствуют, то она называется нормальной неполночленной.

4. Половой состав особей в популяции.

Половая структура популяции представляет собой соотношение в ней особей разного пола.

Принято выделять первичное, вторичное и третичное соотношение полов в популяции. Первичное соотношение полов определяется генетическими механизмами - равномерностью расхождения половых хромосом. *Например, у человека XY-хромосомы определяют развитие мужского пола, а XX - женского. В этом случае первичное соотношение полов 1:1, то есть равновероятно.*

Вторичное соотношение полов - это соотношение полов на момент рождения (среди новорожденных). Оно может существенно отличаться от первичного по целому ряду причин: избирательность яйцеклеток к сперматозоидам, несущим X- или Y-хромосому, неодинаковой способностью таких сперматозоидов к оплодотворению, различными внешними факторами. *Например, зоологами описано влияние температуры на вторичное соотношение полов у рептилий. Аналогичная закономерность характерна и для некоторых насекомых. Так, у муравьев оплодотворение обеспечивается при температуре выше 20 С, а при более низких температурах откладываются неоплодотворенные яйца. Из последних вылупляются самцы, а из оплодотворенных - преимущественно, самки.*

Третичное соотношение полов - это соотношение полов среди взрослых животных.

Соотношение полов в популяции устанавливается не только по генетическим законам, но и в определенной мере под влиянием среды обитания.

В силу разной жизнеспособности мужского и женского организмов это первичное соотношение нередко отличается от вторичного и особенно от третичного — характерного для взрослых особей. Так, у человека вторичное соотношение полов составляет 100 девочек на 106 мальчиков, к 16-18 годам это соотношение из-за повышенной мужской смертности выравнивается и к 50 годам составляет 85 мужчин на 100 женщин, а к 80 годам — 50 мужчин на 100 женщин.

1.5 Лекция №5 (2ч.)

Тема: «Этологическая структура популяции».

1.5.1 Вопросы лекции:

1. Образ жизни и основные формы группового объединения животных.
2. Популяционная иерархия и основные формы группового объединения животных.
3. Одиночные и совместный образ жизни особей.

4. Семьи, их основные типы. Колонии. Стai, их разновидности. Стада.

1.5.2 Краткое содержание вопросов:

1. Образ жизни и основные формы группового объединения животных.

Этология – наука о закономерности поведения животных. Систему взаимоотношений между членами одной популяции называют этологической или поведенческой структурой популяции.

Поведение животных по отношению к другим членам популяции зависит прежде всего от того, одиночный или групповой образ жизни свойствен виду. Формы совместного существования особей в популяции чрезвычайно различны.

2. Популяционная иерархия и основные формы группового объединения животных.

У общественных видов животных основной системой регулирования взаимоотношений внутри сообщества является система иерархии. Первая встреча животных редко обходится без некоторой напряженности, без взаимного проявления агрессивности. Возникает драка или, по меньшей мере, особи решительными жестами, угрожающими звуками демонстрируют свое недружелюбие. Однако после того как отношения выяснены, драки возникают редко. Вновь встречаясь, животные беспрекословно уступают более сильному сопернику дорогу, корм или другой предмет конкуренции. Порядок подчинения животных в группе называют иерархией. Подобная упорядоченность взаимоотношений в группе оказывается весьма функциональной, так как ведет к уменьшению энергетических и психических затрат, возникающих при постоянной конкуренции и выяснении отношений. Животные, находящиеся на нижних ступенях иерархии, подвергающиеся агрессии со стороны других членов группы, психически чувствуют себя угнетенными, что вызывает и важные физиологические изменения в их организме, в частности возникновение повышенной стресс-реакции. Именно такие особи чаще всего становятся жертвами естественного отбора.

Т. Шьелдерупп-Эббе, наблюдая за дерущимися курами, заметил, что некоторые из них могут безнаказанно клевать соседей. При этом он обнаружил упорядоченность отношений между птицами в группе. При формировании группы происходит «выяснение отношений» птиц друг с другом, в ходе которого постепенно выделяется одна, которая первой получает доступ к корму и гоняет от него всех остальных. Ниже ее на иерархической лестнице располагается птица второго ранга, которая превосходит всех, кроме главной, доминантной особи, и так далее. В самом основании находится особь, которую гоняют все члены группы.

Каждая особь либо превосходит по силе партнера, либо уступает ему. Такая иерархическая система образуется при столкновении птиц в борьбе за место на насесте,

пищу и др. На ранних этапах ее установления между птицами происходит много драк. После окончательного установления иерархии агрессивные столкновения между курами практически прекращаются и группе поддерживается порядок соподчинения особей. Обычно при приближении высокоранговой птицы подчиненные особи уступают ей без сопротивления. Шьелдерупп-Эббе назвал это явление «пекодер ордер», что в буквальном переводе значит «порядок клевания». Птицы как бы придерживаются его в своем поведении и клюют лишь тех, кто располагается «рангом ниже» их.

Подобный тип иерархии называется линейным. Такие «идеальные» сообщества в мире животных встречаются исключительно редко. Среди беспозвоночных их образуют, например, сверчки и речные раки, у которых иерархические отношения также строятся на основе индивидуального распознавания. В то же время у большинства видов животных обнаруживаются различные отклонения от строгого линейного порядка.

Формирование иерархической структуры в группе представляет собой механизм, благодаря которому одно или несколько животных получает приоритет во всех жизненных ситуациях в группе. Поддержание иерархической организации осуществляется, прежде всего, благодаря феномену доминирования и подчинения. В процессе установления иерархии происходит выделение наиболее жизнеспособных особей, что обеспечивает преимущественный успех их потомства в процессе естественного отбора. Так, у большинства видов более крупные животные, как правило, доминируют над особями меньшего размера. Поэтому у многих видов с более крупными и активными самцами именно они являются доминантами. Впрочем, это связано и с половой активностью самцов. Показано, что увеличение в крови уровня полового гормона тестостерона резко усиливает агрессивность самца, что, в свою очередь, способствует победе сильнейшего в схватках за обладание самкой. Такая ситуация, несомненно, выгодна с точки зрения полового отбора, поскольку потомство победителя имеет шанс оказаться более жизнеспособным.

3. Одиночные и совместный образ жизни особей.

Одиночный образ жизни, при котором особи популяции независимы и обособлены друг от друга, характерен для многих видов, но лишь на определенных стадиях жизненного цикла. Полностью одиночное существование организмов в природе не встречается, так как при этом было бы невозможным осуществление их основной жизненной функции – размножения. Однако для некоторых видов характерны очень слабые контакты между совместно живущими особями. Таковы, в частности, отдельные водные обитатели с наружным способом оплодотворения, при котором нет необходимости в непосредственной встрече партнеров, например одиночные актинии. У видов с

внутренним оплодотворением встречи самцов и самок также могут быть очень кратковременными, лишь для осуществления копуляции, в остальное время животные живут независимо друг от друга. Таков образ жизни многих насекомых, например божьей коровки, хищных жуков-жука-жука и др.

4. Семьи, их основные типы. Колонии. Стai, их разновидности. Стада.

У видов с одиночным образом жизни часто образуются временные скопления особей – в местах зимовок, в период, предшествующий размножению, и т. п. Так, бабочки-крапивницы поздней осенью целыми гроздьями собираются в чердачных помещениях или других укрытиях, жужелицы и божьи коровки – в сухой подстилке возле пней и комлей деревьев, сомы и щуки – в зимовальных ямах на дне водоема. У бентосных животных такие скопления могут быть постоянными, например устричные или мидиевые банки, агрегации полихет или поселения морских желудей. В этих поселениях увеличиваются шансы на возможность оплодотворения половыми продуктами, выбрасываемыми в воду. Однако подобные агрегации не сопровождаются установлением более или менее закономерного поведения животных по отношению друг к другу, и каждое из них относительно независимо от остальных.

Групповой образ жизни. Существование в составе группы имеет свои выгоды. В группе животные легче обеспечивают себя кормом и затрачивают меньше энергии на добывание пищи. Известно, например, что эффективность питания многих рыб в стае выше, чем у одиночных особей. Групповые объединения способствуют созданию благоприятных микроклиматических условий. В семьях общественных насекомых скопление многих особей обеспечивает поддержание почти постоянной температуры. Пчелиная семья, несмотря на пойкилотермность отдельных особей, способна поддерживать почти постоянную температуру в улье. Летом рабочие пчелы движениями крыльев вызывают вентиляцию, усиливающую испарение воды со свежего меда и снижающую температуру в улье; зимой они собираются крупными гроздьями, что понижает отдачу тепла. Снижение температуры вызывает беспокойство пчел, это усиливает движения и связанное с ними теплообразование, т.е. температура вновь повышается. В муравейниках и термитниках влажность и температура всегда держатся на определенном оптимальном уровне.

Виды группового объединения:

Семейный образ жизни. Эта форма характеризуется прочными длительными отношениями между родителями и их потомством, устойчивой семейной иерархией и разделением функций при добывке пищи, воспитании потомства и охране территории. При семейном образе жизни усиливаются связи между родителями и их потомством. Простейший вид такой связи – забота одного из родителей об отложенных яйцах: охрана

кладки, инкубация, дополнительное аэрирование и т. п. Так, среди земноводных мраморная амбистома откладывает яйца в ямки во влажной лесной подстилке и остается их сторожить. Самка темной саламандры обвивает кладку своим телом и не покидает ее до выклева личинок. Самец трехглой колюшки после охраны кладки и заботы о ней некоторое время берегает и мальков. У птиц сложные заботы о птенцах продолжаются до поднятия их на крыло, а у ряда крупных млекопитающих, например у медведей, тигров, детеныши воспитываются в семейных группах в течение нескольких лет, до наступления их половой зрелости.

Различают семьи отцовского, материнского и смешанного типа, в зависимости от того, кто из родителей берет на себя уход за потомством. В семьях с устойчивым образованием пар в охране и выкармливании молодняка принимают обычно участие и самец и самка.

Временные и постоянные семьи.

При семейном образе жизни территориальное поведение животных выражено наиболее ярко: различные сигналы, маркировка, ритуальные формы угрозы и прямая агрессия обеспечивают владение участком, достаточным для выкармливания потомства.

Колонии. Это групповые поселения оседлых животных. Они могут существовать длительно или возникать лишь на период размножения, как, например, у многих птиц – грачей, чаек, гагар, тупиков и т. п. По сложности взаимосвязей между особями колонии животных чрезвычайно разнообразны – от простых территориальных скоплений одиночных форм до объединений, где отдельные члены выполняют, как органы в целостном организме, разные функции видовой жизни.

Поселения морских желудей, например, можно рассматривать и как агрегации одиночных особей, и как элементарную форму колонии, так как одновидовые скопления возникают у них не случайно, а на основе хемотаксиса, свойственного личинкам. Взаимоотношения между особями в таких примитивных объединениях сводятся к стимуляции синхронного полового созревания химическими выделениями членов колонии, а конкуренция за облавливаемое пространство в известной мере предотвращается ориентированной реакцией личинок перед прикреплением. и колонии других беспозвоночных, размножающихся бесполым путем (губки, полипы, мшанки, кораллы и др.). Такие колонии во многих случаях, по сути, представляют потомство одной особи (клон).

Более сложная форма колонии – такие поселения животных, в которых некоторые функции их жизни выполняются сообща, что увеличивает вероятность выживания отдельных особей. Чаще всего такими общими функциями становятся защита от врагов и предупредительная сигнализация. Чайки, кайры, некоторые гуси, ласточки и другие птицы обычно с шумом набрасываются на хищника, угрожающего птенцам или кладкам.

Тревога, поднятая любой заметившей опасность птицей, мобилизует остальных. Сообща птицам удается изгонять даже крупных хищников, с которыми они не справились бы поодиночке, – песцов, ястребов, сов и др.

Среди млекопитающих колониальны сурки, пищухи, пеструшки. Колонии млекопитающих чаще возникают не как территориальные объединения разных семей, а на основе разрастания семейных групп, с сохранением связей между отпочковывающимися семьями. Зверьков из других колоний при полной занятости территории изгоняют, но в период низкой численности популяции они могут влияться в состав поселения, которое, таким образом, приобретает смешанный характер.

Наиболее сложные колонии у общественных насекомых – термитов, муравьев, пчел. Они возникают на основе сильно разрастающейся семьи. В таких колониях-семьях насекомые выполняют сообща большинство основных функций: размножения, защиты, обеспечения кормом себя и потомства, строительства и т. п. При этом существует обязательное разделение труда и специализация отдельных особей или возрастных групп на выполнении определенных операций. Члены колонии действуют на основе постоянного обмена информацией друг с другом.

Особые формы колониальности развиваются у животных с вегетативным размножением, в частности у кишечнополостных и некоторых других водных обитателей. Разделение функций у полипов, связанных между собой системой распределительных каналов, заходит у некоторых видов настолько далеко, что вся колония выглядит и ведет себя как единая особь. Наиболее наглядный пример – сифонофоры, в строении которых практически стираются границы между колонией и целым организмом, имеющим систему дифференцированных органов. Образование таких колоний-организмов происходит на основе единого метаболизма.

Стай. Стаями обозначают временные функциональные объединения животных. Стai облегчают выполнение каких-либо функций в жизни вида: защиты от врагов, добычи пищи, миграции. Наиболее широко стайность распространена среди птиц и рыб, у млекопитающих характерна для многих собачьих. В стаях сильно развиты подражательные реакции и ориентация на соседей.

Различают несколько разновидностей стай: **перелётные** (грачи, гуси), **мигрирующие** (горбуша, лосось, саранча, бабочка-монарх), **охотничьи** (волк, гиена) и др.

По способам координации действий стаи делятся на две категории: 1) **эквипотенциальные**, без выраженного доминирования отдельных членов и 2) **стаи с лидерами**, в которых животные ориентируются на поведение одной или нескольких, обычно наиболее опытных, особей. Объединения первого типа характерны в основном

для рыб, но известны также у мелких птиц, перелетной саранчи и некоторых других форм. Второй тип стай встречается обычно у крупных птиц и млекопитающих.

Стаи рыб очень изменчивы по величине, форме, плотности. Они часто переформировываются, иногда по несколько раз в сутки (рис. 115). Обычно рыбы группируются в стаи лишь в светлое время суток, при зрительном контакте с другими особями, и рассредоточиваются на ночь. Защитная роль стайных объединений рыб очень велика. В опытах одиночные рыбки вылавливаются хищником в несколько раз быстрее, чем члены стаи. В группе осуществляется «круговой обзор», благодаря которому хищнику труднее приблизиться незамеченным. Кроме того, многочисленность двигающихся особей дезориентирует врага. Тела рыб, непрерывно меняющих направление движения, создают мерцание, затрудняющее фиксацию взгляда на отдельных особях, и делают невозможными целенаправленные броски. Стая быстро маневрирует при опасности, обтекая хищника, который, бросившись в ее середину, оказывается в пустоте (рис. 116). Для поведения рыб в стае характерен *имитационный рефлекс* – подражание действиям соседей.

У птиц стаи формируются при сезонных перелетах или, у оседлых и кочующих форм, при зимних кормежках. Стая при перелетах образуют те виды, которым свойственно колониальное гнездование или коллективное кормление. Одиночно гнездящиеся и кормящиеся виды стаи в полете не образуют.

В стаях оседлых птиц существует постоянная сигнализация, звуковая и зрительная связь между особями. Благодаря внутристайной, а часто и межстайной сигнализации птицы используют и опыт, и случайное обнаружение отдельными особями благоприятных мест ночевок и отдыха, источников корма, восходящих потоков воздуха и т. п.

Волчьи стаи возникают для групповой охоты зимой. В группе зверям удается справиться с крупными копытными, охота на которых в одиночку безрезультатна. При групповой охоте волков часто практикуется преследование с выходом на перехват жертвы, нагон жертвы на засаду или захват ее в кольцо, что требует согласованности и координации действий всех особей (рис. 117). Стайность известна для гиен, гиеновых собак, койотов и др. В стаях млекопитающих велика роль вожаков и специфичны отношения между отдельными особями, что сближает эти групповые образования со стадами.

Стада. Стадом обозначают длительное или постоянное объединение кочующих животных. В стадных группах, как правило, осуществляются все основные функции жизни вида: добывание корма, защита от хищников, миграции, размножение, воспитание молодняка и т. п. Основу группового поведения животных в стадах составляют

взаимоотношения *доминирования-подчинения*, основанные на индивидуальных различиях между особями.

Один из вариантов организации стад – это группы с временными либо относительно постоянными лидерами – особями, на которых концентрируется внимание других и которые своим поведением определяют направление перемещения, места кормежки, реакцию на хищников и другие свойства стада (рис. 118). Стадо действует как единое целое, подражая лидеру. Деятельность лидера не направлена непосредственно на подчинение других особей. Лидером становится более опытный член стада.

Биологическое значение лидерства в том, что индивидуальный опыт отдельных особей может быть использован всей группой.

Наиболее сложна поведенческая организация стад с вожаками и иерархическим соподчинением особей. Вожаки, в отличие от лидеров, характеризуются поведением, непосредственно направленным на активное руководство стадом: специальными сигналами, угрозами и прямым нападением. В подобных стадах часто возникают разделение «прав» и «обязанностей» и более сложные формы общественного поведения, выгодные для групп в целом.

Ранг каждой особи в стаде определяется многими причинами. Имеют значение возраст, физическая сила, опыт и наследственные качества животного. Более сильные и опытные, с устойчивым типом нервной системы, как правило, доминируют над более слабыми. Доминирование проявляется в преимуществе при поедании пищи, праве на самку, передвижении в группе и т. п.

1.6 Лекция №6 (2ч.)

Тема: «Популяционные (гомотипические) связи организмов».

1.6.1 Вопросы лекции:

1. Основные формы гомотипических связей.
2. Репродуктивные связи.
3. Семейные связи.
4. Внутривидовая конкуренция.

1.6.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные формы гомотипических связей.

Групповой эффект. Это изменения, связанные с объединением животных одного вида в группы по две или более особей (в основном у насекомых и позвоночных). Он

проявляется у очень многих видов, которые могут нормально размножаться и выживать только в том случае, когда представлены достаточно крупными популяциями. При совместной жизни облегчается поиск пищи, борьба с врагами. К примеру, при групповой охоте волков часто практикуется преследование с выходом на перехват жертвы, нагон жертвы в засаду или захват ее в кольцо, что требует согласованности и координации действий всех особей. Стойность известна для гиен, койотов, и др.

Массовый эффект – уменьшение плодовитости и т.д. в случае перенаселения среды, или т.н. самоограничения. К примеру, в случае если в муке, в которой живут хрущаки, накапливается некоторое количество экскрементов, мука становится менее качественной, наблюдается уменьшение плодовитости и увеличение продолжительности личиночной стадии. Эффекты обратимы. Они прекращаются, как только хрущак снова оказывается в чистой муке.

Многообразное население популяции постоянно взаимодействует между собой. Удовлетворение потребностей в питании, распределении кормовых угодий, выбор места для постройки гнезда, спаривание, выращивание потомства, охрана занимаемой территории, расселение и т. д. осуществляются при постоянном взаимодействии особей, входящих в каждую популяцию, которая и обеспечивает ее существование.

Эти связи складывались по мере образования и развития вида как целостной системы. Поэтому все особи, входящие в популяцию, обладают и общностью происхождения, и многочисленными специфическими приспособлениями к совместной жизни.

Данные приспособления могут носить характер индивидуальных и групповых контактов. Они по-разному осуществляются на разных стадиях развития организмов и могут меняться в течение жизни особи, в разные сезоны года, а также в связи с изменениями условий жизни.

2. Репродуктивные связи.

В период выбора половых партнеров в популяциях животных усиливаются конкурентные отношения. У многих животных возникают драки самцов, ритуальные демонстрации и другие типы специализированного поведения, которые направлены на устранение конкурентов.

Несмотря на частую ожесточенность, эти столкновения редко приводят к большим травмам соперников, большей частью ограничиваются изгнанием одного из них с территории, где находится самка. Токующие турехтаны стремительно бросаются друг на друга, а затем внезапно замирают со взъерошенным «воротником», после этого вновь повторяют броски. В таких сражениях у рыб преобладает ритуал угрозы или противники кусают друг друга в пасть — наименее уязвимую часть тела, но не наносят более опасных

укусов в бок.

Следовательно, период, предшествующий размножению в популяциях животных, характеризуется активным поиском и резким усилением контактов между особями.

3. Семейные связи.

Взаимоотношения между членами популяции зависят прежде всего от того, одиночный или групповой образ жизни свойствен виду. Формы же существования особей в популяции чрезвычайно различны.

Усложнение отношений внутри популяций происходит по двум направлениям: усилению связи между половыми партнерами и возникновению контактов между родительским и дочерними поколениями. В популяциях на этой основе формируются семьи, разнообразные по составу и длительности существования. Родительские пары могут создаваться на короткий или длительный срок, а у некоторых видов — на всю жизнь взрослых особей. Среди птиц тетерева, глухари не образуют устойчивых семейных пар. У многих воробынных самка и самец держатся вместе в течение всего периода гнездования. Сохраняются на долгие годы семейные пары лебедей, журавлей, голубей. Выбор партнеров у животных сопровождается особым брачным поведением, нередко большой сложности, — «танцы», «ухаживания» и др.

У многих насекомых, птиц и млекопитающих ухаживание нередко предотвращает агрессивные и оборонительные реакции особей противоположного пола, приводит к синхронизации полового созревания, стимулирует готовность к спариванию, что имеет большое значение для размножения, к которому самец и самка должны быть готовы в одно и то же время.

4. Внутривидовая конкуренция.

Дальнейшее усложнение поведенческих связей в популяциях приводит к формированию более крупных объединений животных — колоний, стай, стад

Внутривидовая конкуренция. Она проявляется:

1 — в территориальном поведении, когда животное защищает место своего гнездования, как, к примеру, многие птицы и рыбы.

2 — существование социальной иерархии, или появление в популяции особей доминирующих и подчиненных. Ранг животного в группе определяется столкновениями между особями, которые могут иметь характер прямой борьбы или ритуальных угроз. После установления ранга всех членов группы прямые столкновения между ними прекращаются и порядок поддерживается сигнальным или ритуальным поведением. К примеру, в стадах павианов доминанты могут прибегать к преследованию и укусам, тогда как у горил вожак нередко восстанавливает порядок лишь взглядом или движением

головы.

Лидером чаще становится более опытный член стада. К примеру, стада северных оленей обычно ведут старые вожаки. Они лучше других ориентируются при миграциях и нападении хищников, так как периодически им приходится делать это в одиночку: самка для рождения олененка удаляется и несколько дней, пока не окрепнет малыш, вынуждена одна оберегать и защищать его, а затем с ним вместе догонять стадо.

1.7 Лекция №7 (2ч.)

Тема: «Динамика численности популяций».

1.7.1 Вопросы лекции:

1. Основные показатели популяционной динамики.
2. Основные типы динамики популяций растений и животных.
3. Факторы, определяющие динамику численности популяции.
4. Понятия популяционного гомеостаза и оптимальной численности и плотности населения.
5. Экологические стратегии популяций. Современные представления о тенденциях роста и развития популяций растений и животных.

1.7.2 Краткое содержание вопросов:

1. Основные показатели популяционной динамики.

Динамикой популяции обозначают совокупность процессов, направленных на изменение базовых характеристик системы - численности и плотности - за определённый период времени.

2. Основные типы динамики популяций растений и животных.

Любая популяция теоретически способна к неограниченному росту численности, если ее не лимитируют факторы внешней среды. В таком гипотетическом случае скорость роста популяции будет зависеть только от величины **биотического потенциала**, свойственного виду.

К важнейшим понятиям популяционной динамики относятся **биотический (репродуктивный) потенциал и сопротивление среды**. Первый показатель отражает максимальное теоретическое число потомков от одной особи или семьи за весь жизненный период или отдельный отрезок времени.

Величина биотического потенциала чрезвычайно различна у разных видов. Например, самка косули способна произвести за жизнь 10–15 козлят, , самка медоносной пчелы – 50 тыс. яиц, а луна-рыба – до 3 млрд икринок. самка слона – приносит за свою жизнь от 1 до 9 детенышей. Если бы все зародыши сохранились, а все потомство выживало,

численность любой популяции через определенные интервалы увеличивалась бы в геометрической прогрессии.

Существует две основные модели роста популяции: J-образная (экспоненциальная) и S-образная (логистическая).

J-образная кривая отражает неограниченный экспоненциальный рост численности популяции, не зависящий от плотности популяции. Такой тип роста возможен пока биотический потенциал популяции реализуется полностью. Это продолжается пока низка конкуренция за ресурсы. Однако после превышения емкости среды (предельной плотности насыщения, предельной численности) (K) произойдет резкое снижение численности.

S-образная (сигмовидная, логистическая) кривая отражает логистический тип роста, зависящий от плотности популяции, при котором скорость роста популяции снижается по мере роста численности (плотности). Скорость роста снижается вплоть до нуля при достижении предельной численности.

Действие регулирующих факторов на примере моделей «хищник-жертва» и «паразит-хозяин» (модель лотки-вольтерра).

3. Факторы, определяющие динамику численности популяции.

Регулирующие факторы, это биотические факторы. Их действие зависит от плотности популяции. Они «работают» по принципу обратной отрицательной связи: чем выше численность, тем сильнее срабатывают механизмы, обусловливающие ее снижение. При низкой численности сила этих механизмов ослабевает и создаются условия для более полной реализации биотического потенциала. Именно эти факторы лежат в основе популяционного гомеостаза, обеспечивая поддержание численности в определенных границах значений.

Отношения «хищник-жертва». Высокая численность жертвы создает благоприятные в пищевом отношении условия для размножения хищника. Он, увеличивая свою численность, снижает количество жертв. Динамика численности обоих видов в результате носит синхронно-колебательный характер.

Таким же образом действуют и взаимоотношения «паразит-хозяин». При высокой численности хозяев создаются условия для увеличения численности паразитов и, соответственно, заболеваний хозяев из-за скученности и ослабления паразитами.

Модель Лотки — Вольтерры — модель взаимодействия двух видов типа «хищник — жертва», названная в честь её авторов (Лотка, 1925; Вольтерра 1926), которые предложили модельные уравнения независимо друг от друга.

Такие уравнения можно использовать для моделирования систем «хищник — жертва», «паразит — хозяин», конкуренции и других видов взаимодействия между двумя видами (Одум, 1986).

В математической форме предложенная система имеет следующий вид:

$$\frac{dx}{dt} = (\alpha - \beta y)x,$$

$$\frac{dy}{dt} = (-\gamma + \delta x)y,$$

где x — количество жертв, y — количество хищников, t — время, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ — коэффициенты, отражающие взаимодействия между видами.

Динамические процессы в популяциях можно свести к нескольким типам. В простейшей классификации их три: **стабильный, лабильный и эфемерный**. Каждый тип имеет ряд существенных отличий от других, однако в естественных условиях чаще всего встречается комбинированный тип изменения численности популяций.

I. Стабильный тип — отличается небольшим размахом колебаний (в несколько раз, однако не на несколько порядков величин). Свойствен видам с хорошо выраженным механизмами популяционного гомеостаза, высокой выживаемостью, низкой плодовитостью, большой продолжительностью жизни, сложной возрастной структурой, развитой заботой о потомстве. Целый комплекс эффективно работающих регуляторных механизмов держит такие популяции в определенных пределах плотности. Такова, например, динамика численности крупных млекопитающих и птиц, а также ряда беспозвоночных.

II. лабильный тип — колебания происходят в значительном интервале плотностей, различающихся на один-два порядка величин. При этом различают три фазы колебательного цикла: *нарастания, максимума, разрежения численности*. Возврат к стабильному состоянию происходит быстро. Регуляторные механизмы не теряют контроля за численностью популяций, увеличивая свою эффективность вслед за увеличением плотности. Преобладают слабоинерционные меж- и внутривидовые взаимодействия. Такой ход численности широко распространен в разных группах животных.

III. Взрывной тип с вспышками массового размножения — прекращение действия модифицирующих факторов не вызывает быстрого возврата популяции в стабильное состояние. Динамика численности складывается из циклов, в которых различают пять обязательных фаз: *нарастания численности, максимума, разреживания, депрессии, восстановления*. Для популяций характерны предельно высокий и

необычайно низкий уровень численности. По фазам цикла также сильно меняются показатели размножения, возрастной и половой структуры популяции, физиологического состояния, поведения, а иногда и морфологических особенностей составляющих ее особей. Такой ход численности обнаруживается чаще всего у видов с малой продолжительностью жизни, высокой плодовитостью, быстрым оборотом генераций. Он свойствен, например, некоторым насекомым (саранчевые, вредители леса – усачи, короеды, ряд чешуекрылых и пилильщиков и др.), среди млекопитающих отмечен у многих видов мышевидных грызунов.

Экологическая стратегия – это сформировавшиеся в различных условиях естественного отбора способы взаимодействия организмов с внешней средой.

5. Экологические стратегии популяций. Современные представления о тенденциях роста и развития популяций растений и животных.

Современные представления об основных путях изменения численности особей в популяциях выражают **концепции экологических стратегий**.

Различия в биотическом потенциале видов зависят от их размеров, систематической принадлежности и других причин, но при прочих равных условиях связаны зависимостью со смертностью в популяциях. Эта закономерность, подмеченная еще Ч. Дарвином, была обоснована в трудах академика И. И. Шмальгаузена в 40-е годы прошлого столетия. Если вид подвергается в природе массовой *неизбирательной элиминации*, т. е. гибели от многочисленных врагов, избежать которых он бессилен, или подавляется другими экстремальными обстоятельствами, то единственным направлением отбора становится повышение размножаемости. В этом случае увеличивается вероятность случайного сохранения потомства и вид избегает вымирания. При *неизбирательной элиминации* различия между особями не имеют значения для их выживания, поскольку мощность воздействия губительных факторов слишком высока. При *избирательной элиминации*, когда смертность во многом определяется различиями между особями, отбор совершенствует разные формы морфофизиологических адаптаций, повышающих сопротивляемость вида влиянию неблагоприятных условий. Таким образом, высокий биотический потенциал – эволюционный ответ вида на пресс неблагоприятных для него воздействий среды, вызывающих высокую смертность.

В конце 60-х годов эта идея возродилась в концепции *K*- и *r*-отбора, выдвинутой американскими экологами Р. Макартуром и Э. Уилсоном. Они предложили различать две основные стратегии размножения организмов, обеспечивающие выживание в разных условиях, обозначив их через коэффициенты, входящие в уравнение роста популяций. При *r-стратегии* отбор идет на высокую плодовитость, обирачиваемость поколений,

способность к быстрому расселению, что позволяет видам быстро восстанавливать численность после резкого ее снижения. При **K-стратегии** отбор совершенствует разные формы заботы о потомстве, что позволяет снизить плодовитость. Одновременно увеличивается продолжительность жизненных циклов и совершенствуются механизмы устойчивого поддержания численности в биоценозах. Естественно, что между крайними формами имеются все промежуточные варианты. Элементы *K*- и *r*-стратегий выживания прослеживаются во всех систематических группах организмов. Даже в пределах вида в популяциях, обитающих в разных условиях, усиливаются те или иные направления отбора.

Экологические стратегии фитопопуляций (по Л.Г. Раменскому, 1938 г.):

- * **виолентный тип (V-тип; силовики)** - реализуется за счёт высокой конкурентной устойчивости видов;
- * **патиентный тип (Р-тип; терпеливые)** - реализуется за счёт освоения недоступных другим видам мест обитания, выносливостью;
- * **эксплерентный тип (Е-тип; наполнители)** - реализуется за счёт стремительного размножения и активного расселения особей.

Экологические стратегии зоопопуляций (по Р. Мак-Артуру, Э. Уилсону и Э. Пианки, 1967 г.):

- * **K-стратегия (K-отбор)** - реализуется за счёт высокой адаптивности и конкурентоспособности. Отбор на качество признаков.
- * **r-стратегия (r-отбор)** - реализуется за счёт высокой плодовитости³, компенсирующей большие потери. Отбор на количество.

4. Понятия популяционного гомеостаза и оптимальной численности и плотности населения.

Одним из центральных понятий популяционной динамики является популяционный гомеостаз, или *процесс поддержания численности на определённом уровне в течение длительного времени*. В основе гомеостатических процессов лежат сложные механизмы регуляции численности и плотности населения. В 1967 г. советский энтомолог и эколог Г.Викторов сформулировал *концепцию саморегуляции популяций*. Согласно его предположению, отклонения численности популяций возникают под влиянием случайных факторов среды (модифицирующих), а выравнивание и стабилизация численности - под влиянием биотических факторов (регулирующих).

В современной экологии существует множество концепций и теорий популяционного гомеостаза. Каждая из них рассматривает различные механизмы гомеостатических

процессов: физиологические, биохимические, механические и прочие. Накопленные в науке многочисленные данные позволяют сделать вывод, что гомеостатические процессы проявляются в популяциях организмов разного происхождения и систематического положения, т.е. выступают как общебиологическое явление.

Физиологический гомеостаз. Основан на регуляции численности особей в популяциях за счёт физиологических процессов. Например, при достижении верхнего предела численности особей в популяциях мелких млекопитающих (полёвок, мышей) у некоторой части особей развивается состояние стресса. Стресс сопровождается гематологическими сдвигами, нарушениями гормонального баланса и аномалиями полового цикла. Животные, находящиеся под влиянием стресса, почти перестают участвовать в размножении, что приводит к уменьшению рождаемости и, как следствие, снижению численности и плотности всей популяции.

Биохимический гомеостаз. Основан на использовании членами популяции различных биохимических продуктов, приводящих к ограничению размножения или развития особей. Например, имаго мучного хруща при нарастании численности выделяет *этилхинон* - вещество, ингибирующее рост и развитие личинок. Многоножки в аналогичных условиях способны подавлять друг друга *цианидами*.

Этологический гомеостаз. Основан на различных поведенческих реакциях особей, снижающих численность популяции. Примером являются вынужденные миграции у насекомых и птиц, а также вынужденный каннибализм у грызунов (полёвки, крысы).

Механический гомеостаз. Основан на механическом воздействии и подавлении одними членами популяции других. Широко распространён в различных ценопопуляциях.

1.8 Лекция №8 (2ч.)

Тема: Основные характеристики биоценоза

1.8.1. Вопросы лекции:

1. Концепция экологической системы А. Тенсли.
2. Важнейшие типы природных экосистем: *микро-, мезо-, макро- и глобальные экосистемы*
3. В.Н. Сукачёв и понятие «биогеоценоз». Учение о биогеоценозе.
4. Основные структурные компоненты биогеоценозов.
5. Характеристика биоценоза и биотопа (экотопа).

1.8.2 Краткое содержание вопросов:

1. Концепция экологической системы А. Тенсли.

Понятие "экосистема" было введено в 1935 году английским ботаником А.Тенсли, а определенные высказывания о единстве организмов и среды появлялись и ранее в трудах немецкого ученого К. Мебиуса, американского биолога С.Форбса, русских ученых В.В.Докучаева, Г.Ф.Морозова, В.Н.Сукачева.

Экосистема - это основная функциональная система в биосфере, представляющая совокупность сообщества живых организмов и среды их обитания, находящихся в естественной взаимосвязи, обеспечивающей их жизнедеятельность. Различают микроэкосистемы (например, дерево), мезоэкосистемы (луг, лес, озеро и др.), макроэкосистемы (океан, материк), глобальная экосистема (биосфера).

Экосистемы классифицируются по функциональным, или структурным, характеристикам, а также исходя из типа растительных или основных признаков ландшафта. Какой-либо традиционной единой классификации типов экосистемы в практике экологических исследований не принято, и это разнообразие подходов полезно.

Концепция экосистемы, т.е. система взглядов на экосистему, должна учитывать существование совокупности взаимосвязанных и необходимых для жизнедеятельности энергии и веществ на входе и выходе среды.

Эта особенность показана на рис.2.1 в виде схематической модели круговорота энергии и вещества в экосистеме. Данная модель состоит из биотической (биоценоза) и абиотической (биотоп) части, связанных обменом веществ. В экосистему поступает энергия солнца, газы атмосферы, вода и минеральные вещества почвы. Из нее же выделяются тепло, кислород, углекислый газ, биогенные вещества, переносимые водой, перегной.

2. Важнейшие типы природных экосистем: *микро-, мезо-, макро- и глобальные экосистемы*

Важнейшей составляющей нашей экологии является экосистема Земли, которая представляет собой абсолютную совокупность и обмен всех жизненных процессов живых и неживых творений природы со средой их обитания. Таким образом, создаётся бесконечный цикл в жизнедеятельности нашей планеты, разорвав который можно уничтожить весь мир!

Всё существующее вокруг нас делится на водные и наземные экосистемы. Как понятно из названия, одни отвечают за водное пространство, а другие – за всё, что расположено на суше. О том, какая экосистема важнее, говорить не приходится. Так как каждая из них выполняет свою функцию и занимает собственную часть в естественном равновесии.

Виды экосистем без которых жизнь на планете невозможна

Всё, что видите вокруг себя, является частью единой экологической системы. Для того чтобы понимать к чему относиться что-то конкретное, необходимо осознавать их структуру. Поэтому всем любознательным советуем ознакомиться с видами экологических систем, без которых наше существование было бы невозможным.

1. Микроэкосистема.

Сюда входит всё начиная от ростка растения, находящегося в стадии размножения, и заканчивая составляющими всех видов осадков: капля, снежинка и тому подобное. То есть, всё к чему можно добавить слово «микро».

2. Мезоэкосистема. Она отвечает за леса, реки, пруды, степи, пустыни и так далее.

3. Макроэкосистема. Объединяет в себе континенты, океаны и всю биозону планеты.

4. И глобальная система, то есть вся биосфера в целом.

3. В.Н. Сукачёв и понятие «биогеоценоз». Учение о биогеоценозе.

Термин биогеоценоз ввел в науку в 1940 г. русский ученый Владимир Николаевич Сукачев. Согласно ему, биогеоценоз (от греч. — биос — жизнь, ге — Земля и койнос — общий) — это однородный участок земной поверхности с определенным составом организмов (биоценоз) и комплексом неживых компонентов, к которым относятся приземный слой атмосферы, солнечная энергия, почва и другие природные условия, объединенные обменами веществ и потоком энергии

Функциональные группы организмов в биогеоценозах. Все организмы в биогеоценозах, как и в биоценозах, связаны между собой, прежде всего цепями питания. Одни из них — автотрофные организмы. Это зеленые растения, фотосинтезирующие и хемосинтезирующие бактерии — создающие органические вещества из неорганических. При этом растения и микроорганизмы-фотосинтетики используют энергию солнечного света, а бактерии-хемосинтетики — энергию, освобождаемую при окислении ими неорганических веществ. Автотрофные организмы — первичные производители органического вещества, или продуценты (от лат. продуценс — производящий, создающий).

Все другие организмы — животные, грибы, многие бактерии — гетеротрофы. Они питаются готовыми органическими веществами, поставщиками которых служат организмы-продуценты. Среди гетеротрофов различают потребителей органических веществ, или консументов (от лат. консумо — потребляю), и разрушителей органического вещества, или редуцентов (от лат. редуцентис — возвращающий, восстанавливающий).

К консументам относят растительноядных и плотоядных животных, а к редуцентам — бактерии, грибы, некоторых животных, перерабатывающих органические остатки, например дождевых червей. При этом одни из редуцентов, питаясь органическими

веществами мертвых растений, животных и микроорганизмов, вызывают их разложение и гниение. Другие редуценты минерализуют органические остатки до образования неорганических веществ — воды, углекислого газа, аммиака и минеральных солей, которые затем могут снова использоваться продуцентами.

Таким образом, любой биогеоценоз включает три функциональные группы организмов: продуцентов, консументов и редуцентов (рис. 205). Отдельное существование каждой из этих групп организмов невозможно. Если бы на Земле существовали только растения (продуценты), то в конце концов все минеральные вещества оказались бы связанными в этих организмах (или в их мертвых остатках) и отсутствие свободных минеральных веществ привело бы к голоду растений и их исчезновению. Не могли бы существовать на Земле только продуценты и редуценты: в природе оказался переизбыток органических веществ и заключенной в них энергии.

Пищевые (трофические) уровни в биогеоценозе. Совокупность организмов природных сообществ, объединенных типом питания, называют трофическим уровнем. Продуценты составляют в биогеоценозах первый трофический уровень. Образуемые ими вещества и заключенная в них энергия передаются первичным потребителям, или консументам первого порядка — растительноядным животным, относящимся ко второму трофическому уровню. Плотоядные животные, а также некоторые хищники, питающиеся растительноядными животными, — это вторичные потребители, или консументы второго порядка. Они составляют третий трофический уровень (рис. 206). Виды организмов, занимающие высшие трофические уровни, имеют невысокую численность, что связано с ограничением количества пищи. Виды организмов низших уровней лучше обеспечены питанием, поэтому их численность выше и, они подвержены интенсивному истреблению, например, зайцы, которых уничтожают лисицы, волки и совы.

Присутствие в биогеоценозе организмов различных трофических уровней составляет его пищевую (трофическую) структуру. При питании одних организмов другими организмами органические вещества и заключенная в них энергия переходят от предшествующего трофического уровня на последующий.

Организмы каждого трофического уровня потребляемую пищу преобразуют в органические вещества своего тела неполностью, так как значительная ее часть расходуется на процессы жизнедеятельности. Кроме того, часть выделяемой из пищи энергии организмами не усваивается и удаляется во внешнюю среду.

4. Основные структурные компоненты биогеоценозов.

Биогеоценоз состоит из ряда компонентов, взаимообуславливающих существование друг друга:

Сообщества растительных организмов, обеспечивающего органическим веществом и энергией все живущее здесь население – продуцентов, т. е. фитоценоза.

Биокомплекса животных организмов (беспозвоночных и позвоночных), обитающих в почве и надпочвенной среде и живущих за счет питательных веществ, созданных продуцентами – консументов, т. е. зооценоза.

Микроорганизмов (бактерий, грибов, актиномицетов и т. д.), живущих в почве, в воздушной и водной среде и разлагающих органические соединения до минимального состояния – редуцентов, т. е. микробиоценоза.

Эти три тесносвязанных между собой биологических компонента биогеоценоза образуют единство более высокого ранга – биоценоз. Таким образом, биоценозом называется вся совокупность живых существ, свойственных определенному участку земной поверхности и приспособленных к совместному обитанию на данной территории с однородными условиями существования.

Почвенного покрова с подпочвенными слоями материковой породы и почвенно-грунтовыми водами – эдафотопа.

Атмосферы, содержащей биогенные газы – кислород и углекислый газ, – атмосферную влагу и такие факторы внешней среды, как освещенность, температура, осадки и т. д. – климатопа.

Последние два компонента биогеоценоза – эдафотоп и климатоп – также взаимодействуют друг с другом и образуют систему, называемую экотоп.

Все перечисленные компоненты любого биогеоценоза тесно связаны между собой единством и однородностью территории, общим потоком энергии, обменом и круговоротом биогенных химических элементов, сезонными изменениями климатических условий, трофическими отношениями, численностью и взаимной приспособленностью многообразных видовых популяций фототрофных и гетеротрофных организмов.

5. Характеристика биоценоза и биотопа (экотопа).

Биоценоз (греч. bios — жизнь, koinos — общий) — исторически сложившаяся устойчивая совокупность популяций растений, животных, грибов и микроорганизмов, приспособленных к совместному обитанию на однородном участке территории или акватории.

Составные части биоценоза.

Составными частями биоценоза являются фитоценоз (устойчивое сообщество растений), зооценоз (совокупность взаимосвязанных видов животных), микоценоз (сообщество грибов) и микробиоценоз (сообщество микроорганизмов).

Понятия «экотоп» и «биотоп».

биотопом - участок земной поверхности (сушки или водоема) с однородными условиями обитания, занимаемый тем или иным биоценозом (греч. bios — жизнь, topos — место).

экотоп — первичный комплекс факторов физико-географической среды без участия живых существ. Составные части экотопа климатоп (комплекс климатических факторов) и эдафотоп (почвенно-грунтовые условия).

Различия между этими понятиями в том, что биотоп — это условия среды, видоизмененные живыми организмами, а в пространственном отношении биотоп соответствует биоценозу.

Границы биоценоза устанавливают по фитоценозу, имеющему легко распознаваемые черты. Например, сосновые леса легко отличимы от еловых, верховое болото — от низинного и т. д. Кроме того, фитоценоз является главным структурным компонентом любого биоценоза, поскольку определяет видовой состав зоо-, мико- и микробиоценозов.

Биогеоценоз

биоценоз и окружающая его неорганическая среда (экотоп) представляют собой сложную систему, получившую название экосистема или биогеоценоз.

Таким образом, биогеоценоз — это однородный участок земной поверхности с определенным составом живых организмов (биоценоз) и определенными условиями среды обитания (биотоп), которые объединены обменом веществ и энергии в единый природный комплекс.

Биогеоценоз и экосистема — понятия сходные, но не тождественные. Понятие «экосистема» не имеет ранга и размерности, поэтому оно применимо как к простым (муравейник, гниющий пень) и искусственным (аквариум, водохранилище, парк), так и к сложным естественным комплексам организмов с их средой обитания. Биогеоценоз, согласно российскому ученому В. Н. Сукачеву, отличается от экосистемы определенностью объема. Если экосистема может охватывать пространство любой протяженности — от капли прудовой воды с содержащимися в ней микроорганизмами до биосфера в целом, то биогеоценоз — это экосистема, границы которой обусловлены характером растительного покрова, т. е. определенным фитоценозом. Следовательно, любой биогеоценоз является экосистемой, но не всякая экосистема есть биогеоценоз.

1.9 Лекция №9 (2ч.)

Тема: Видовая, пространственная и экологическая структуры биоценоза

1.9.1 Вопросы лекции:

1. Видовая структура биоценоза.
2. Пространственная структура биоценоза.

3. Экологическая структура биоценоза.

1.9.2 Краткое содержание вопросов

1. Видовая структура

Видовая структура биоценоза — это совокупность составляющих его видов. В одних биоценозах могут преобладать животные виды (например, биоценоз кораллового рифа), в других биоценозах главную роль играют растения: биоценоз пойменного луга, ковыльной степи, елового, березового, дубового леса. Количество видов (видовое разнообразие) в различных биоценозах разное. Различают бедные и богатые видами биоценозы. В полярных арктических пустынях и северных тундрах при крайнем дефиците тепла, в безводных жарких пустынях, в водоемах, сильно загрязненных сточными водами, — везде, где одни или сразу несколько факторов среды далеко уклоняются от среднего оптимального для жизни уровня, сообщества сильно обеднены, так как лишь немногие виды могут приспособиться к таким крайним условиям. Невелик видовой спектр и в тех биоценозах, которые часто подвергаются каким-либо катастрофическим воздействиям, например ежегодному затоплению при разливах рек или регулярному уничтожению растительного покрова при пахоте, применении гербицидов и других антропогенных вмешательствах. И наоборот, везде, где условия абиотической среды приближаются к оптимальным в среднем для жизни, возникают чрезвычайно богатые видами сообщества. Примерами их могут служить тропические леса, коралловые рифы с их многообразным населением, долины рек в аридных районах и т. д.

Видовой состав биоценозов, кроме того, зависит от длительности их существования, истории каждого биоценоза. Молодые, только формирующиеся сообщества обычно включают меньший набор видов, чем давно сложившиеся, зрелые. Биоценозы, созданные человеком (поля, сады, огороды), также беднее видами, чем сходные с ними природные системы (лесные, степные, луговые).

Существует географическая закономерность изменения видового разнообразия — его уменьшение от тропиков в сторону высоких широт. Чем ближе к экватору, тем богаче и разнообразнее флора и фауна.

2. Пространственная структура биоценоза

Пространственная структура биоценоза определяется прежде всего сложением его растительной части — фитоценоза, распределением наземной и подземной массы растений. Заселение организмами того или иного биотопа определяется его экологическими факторами, и в первую очередь особенностями атмосферы, горной породы, почвы и ее вод. В ходе длительного эволюционного развития, приспосабливаясь к определенным абиотическим и биотическим условиям, живые организмы так

разместились в биоценозе, что практически не мешают друг другу, их распределение носит ярусный характер.

Ярусность — это вертикальное расслоение биоценозов на равновысокие структурные части. Особенно четко она выражена в растительных сообществах (фитоценозах). Фитоценоз приобретает ярусный характер при наличии в нем растений, которые различаются по высоте. Растения, особенно их органы питания (листья, окончания корней), располагаясь на разной высоте или глубине, легко уживаются в сообществе, что — способствует увеличению числа организмов на единицу площади, ослаблению конкуренции между ними, более полному и разностороннему использованию условий среды. В лесу обычно выделяется пять—шесть ярусов.

Ярусность выражена и в травянистых сообществах, но менее отчетливо и здесь меньше ярусов, чем в лесах.

Подземные части растений также располагаются ярусно. Как правило, корни у деревьев проникают на большую глубину, чем у кустарников. Ближе к поверхности располагаются корни мелких травянистых растений, а непосредственно на ней — ризоиды мхов. В поверхностных слоях корней значительно больше, чем в глубинных. Ярусы определяют структуру и сложение фитоценоза. При малой ярусности растительное сообщество называют простым, большой — сложным. Растения каждого яруса и обусловленный ими микроклимат создают определенную среду для специфических животных, что приводит к возникновению группировок растений и животных — популяций, тесно связанных между собой организмов.

Отсюда ярусы в биоценозе различаются не только высотой, но и составом организмов, их экологией и той ролью, которую они играют в жизни всего сообщества. В одном сообществе одни и те же виды в силу возрастных различий особей или частичного угнетения могут находиться в определенный период в разных ярусах. Например, всходы сосны, березы, пока они маленькие, располагаются в нижних ярусах леса. По мере роста при благоприятных условиях они займут свое место в верхнем ярусе.

В растительных сообществах животные также приурочены преимущественно к определенному ярусу. Среди насекомых, например, выделяются следующие группы: обитатели почвы — *геобий*, наземного поверхностного слоя — *герпетобий*, мохового яруса — *бриобий*, травостоя — *филлобий*, более высоких ярусов — *аэробии*. Среди птиц есть виды, гнездящиеся только на земле (куриные, тетеревиные, кошки, овсянки и т. д.), другие — в кустарниковом ярусе (певчие дрозды, снегири, славки) или в кронах деревьев (зяблики, корольки, щеглы, крупные хищники и т. п.). Однако следует отметить, что некоторые животные могут перемещаться из одного яруса в другой. Так, серая белка

кормится на земле, а спит и выводит потомство на деревьях. Птицы могут отдыхать на одном ярусе, а питаться на других. Неясыть обыкновенная охотится на млекопитающих в травянистом и приземном яруса, а гнездится в древесном пологе.

В биоценозе вертикальное распределение организмов обусловливает и определенную структуру в горизонтальном направлении. Расчлененность в горизонтальном направлении получила название *мозаичности* и свойственна практически всем фитоценозам.

В их пределах выделяют следующие структурные единицы: микрогруппировки, микроценозы, микрофитоценозы, парациеллы и т. д. Данные микрогруппировки различаются видовым составом, количественным соотношением разных видов, сомкнутостью, продуктивностью и другими свойствами.

Обусловлена мозаичность такими причинами, как неоднородность микрорельефа почв, средообразующее влияние растений и их биологические особенности. Мозаичность может возникнуть как результат деятельности человека (выборочная рубка, кострища и др.) или животных (выбросы почвы и их последующее зарастание, образование муравейников, вытаптывание стравливание травостоя копытными и т. д.), вывалов древостоя во время ураганов и т. д.

Под влиянием жизнедеятельности отдельных видов растений изменения среды создают *фитогенную мозаичность*. Например, она хорошо выражена в смешанных хвойно-широколиственных лесах. По сравнению с лиственными породами ель сильнее притеняет поверхность почвы, задерживает кронами больше дождевой влаги и снега. Опад ели разлагается медленнее, способствует оподзоливанию почвы. Отметим, что в геоботанике структурная часть фитоценоза получила название *синузии*.

Она характеризуется определенным видовым составом и эколого-биологическим единством входящих в нее видов. Например, синузия сосны, синузия брусники, синузия зеленых мхов и другие синузии лесной зоны. В полынно-солянковой пустыне выделяют синузии летне-осенних кустарников (полыни, солянки), ранне-весенних эфемеров и эфемероидов.

Неравномерность древесного полога в лесу сильно отражается на нижележащих яруса, на их животном населении, почве, лесной подстилке, микробном составе, климате. В этом случае синузии называют парациеллами. *Парацеллы* — это структурные части горизонтального расчленения биоценоза, отличающиеся составом, структурой, свойствами компонентов, спецификой их связей и материально-энергетического обмена. В отличие от синузии и яруса по геоботаническим понятиям парациелла является комплексной единицей, так как на правах участников обмена веществ и энергии в нее входят растения, животные, микроорганизмы, почва, атмосфера.

Экологическая структура - это соотношение организмов разных экологических групп. Биоценозы со сходной экологической структурой могут иметь разный видовой состав. Это связано с тем, что одни и те же экологические ниши могут быть заняты сходными по экологии, но далеко не родственными видами.

3. Экологическая структура биоценоза.

Виды, выполняющие одни и те же функции в сходных биоценозах, называют викариирующими (т. е. замещающими). Явление экологического викариата широко распространено в природе. Например, сходную роль играют куница в европейской и соболь в азиатской тайге, бизоны в прериях Северной Америки, антилопы в саваннах Африки, дикие лошади и куланы в степях Азии.

Экологическая структура биоценозов, складывается в определенных климатических и ландшафтных условиях, и поэтому строго закономерна. Так, например, в биоценозах разных природных зон закономерно изменяется соотношение фитофагов и сапрофагов. В степных, полупустынных и пустынных районах животные-фитофаги преобладают над сапрофагами, в лесных сообществах умеренного пояса, наоборот, сильнее развита сапрофагия. Основной тип питания животных в глубинах океана – хищничество, тогда как в освещенной, поверхностной зоне пелагиали много фильтраторов, потребляющих фитопланктон, либо видов со смешанным характером питания.

Экологическую структуру сообществ отражает соотношение экологических групп организмов, и спектры жизненных форм организмов.

1. Экологические группы организмов

Экологическая группа — совокупность видов, характеризующаяся сходными потребностями в величине какого-либо экологического фактора и возникшими в результате его воздействия в процессе эволюции сходными анатомо-морфологическими и иными признаками, закрепившимися в генотипе.

Классификация 1. Критерий - среда жизни и условия существования организма.

1. Гидробионты – обитатели водной среды (пресных и соленых водоемов).
2. Наземные бионты – обитатели наземно-воздушной среды.
3. Геобионты – обитатели почв.
4. Паразитические организмы – в качестве среды обитания используют другие живые организмы.

Классификация 2. Критерий - требования организмов к условиям освещенности.

Экологические группы растений по отношению к свету

1. Гелиофиты (светолюбивые) - растения открытых хорошо освещаемых биотопов.

2. Сциофиты (тенелюбивые) - растения нижних ярусов и затененных участков биотопа; плохо переносят сильное освещение.

3. Факультативные гелиофиты (теневыносливые растения) - растения хорошо освещаемых участков, способные переносить длительное затмение.

Экологические группы животных по отношению к свету

1. Дневные - активны в светлое время суток.

2. Ночные - активны в ночное время суток.

3. Сумеречные - ночные животные, при необходимости активные в светлое время суток.

Классификация 3. Критерий - требования организмов к условиям увлажнения.

Экологические группы растений по отношению к воде

1. Гидатофиты - водные растения, целиком или почти целиком произрастающие в воде.

2. Гидрофиты - наземно-водные растения, частично погруженные в воду или растущие по берегам водоемов и в сильно увлажненных местах.

3. Гигрофиты - наземные растения, растущие в условиях высокой влажности и на увлажненных почвах.

4. Мезофиты - обитатели умеренно-влажных мест, способные переносить непродолжительную засуху.

5. Ксерофиты - обитатели засушливых мест. Различают две основные жизненные формы ксерофитов:

- суккуленты - обитатели засушливых мест, обладающие сочными тканями и сильно развитой водозапасающей паренхимой.

- склерофиты - обитатели засушливых мест, обладатели видоизмененных побегов (стебли, листья), позволяющих снизить транспирацию.

3. Жизненная форма организма – внешний облик, отражающий его приспособленность к определенным условиям среды. Общий вид организма, определяющий ту или иную жизненную форму, является результатом адаптации в процессе эволюции к определенным аспектам окружающей среды.

Экологическая группа в большей степени отражает приспособленность организмов к тем или иным экологическим факторам а жизненная форма больше отражает внешний облик формируемый организмом под влиянием условий о.с.

Жизненные формы растений (по И.Г. Серебрякову)

В основе классификации лежит совокупность морфологических качеств (габитус) взрослых растений с учетом почвенно-климатических и ценотических условий среды. По этим признакам все растения делятся на 4 отдела.

Отдел А - древесные растения. Включает 3 типа:

- деревья – характеризуются наличием мощного одревесневевшего ствола
- кустарники – характеризуются наличием нескольких одревесневших стволов, произрастающих из спящих почек (малина, барбарис) живут 10 – 20 лет, рост 1 – 6 м.
- кустарнички – похожи на кустарники но отличаются меньшими размерами и меньшей продолжительностью жизни. Жизнь 5 – 12 лет (черника, брусника)

Отдел Б - полудревесные растения. Включает 2 типа:

- полукустарники – только нижняя часть побегов несущая почки возобновления деревенеет и сохраняется на протяжении нескольких лет, верхняя часть остается травянистой и отмирает зимой (шалфей, лаванда)
- полукустарнички – наименьше полукустарников и достигают 15 – 20 см (тимьян).

Отдел С - наземные травы. Включает 2 типа:

- поликарпические травы – многолетние травянистые растения многократно цветущие и дающие плоды (земляника)
- монокарпические травы – цветут и дают плоды один раз в жизни. (вароний глаз)

Отдел Д - водные травы. Включает 2 типа:

- земноводные травы – произрастают на границе земли и воды вегетативное тело находится на поверхности воды (болотные растения) (осока, Камыш, Рогоз)
- плавающие травы - обитающие исключительно в водной среде. (водяные лилии).

Жизненные формы животных
(по Д.Н. Кашкарову 1945) данная классификация основана на способах передвижения организмов в различной среде обитания.

I. Плавающие формы

1. Чисто водные (нектон, планктон, бентос)
2. Полуводные (ныряющие, не ныряющие, лишь добывающие из воды пищу)

II. Роющие формы

1. Абсолютные землерои (всю жизнь проводящие под землей);
2. Относительные землерои (выходящие на поверхность)

III. Наземные формы

1. Не делающие норы (бегающие, прыгающие, ползающие)
2. Делающие норы (бегающие, прыгающие, 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 воздухе
2. Высматривающие пищу с воздуха

Данная классификация применима для всего царства животных, но есть множество частных классификаций жизненных форм для отдельных таксонов.

Классификация насекомых была предложена В.В. Яхонтовым (1969). В ней за основной критерий принято местообитание насекомых. Он различал 7 основных категорий жизненных форм, каждая из которых в свою очередь делится соответственно специализации вида:

- 1) геобионты – обитатели почвы;
- 2) эпигеобионты – насекомые, живущие на поверхности почвы;
- 3) герпетобионты – насекомые, живущие среди растительных и других органических остатков на поверхности почвы (очевидно, что насекомые, относящиеся к этой категории, являются или геобионтами, или эпигеобионтами);
- 4) хортобионты – обитатели травяного покрова;
- 5) тамнобионты – обитатели кустарников и дендробионты – обитатели деревьев могут рассматриваться из-за сходства приспособлений как одна жизненная форма;
- 6) ксилиобионты – обитатели отмершей древесины;
- 7) гидробионты – водные насекомые.

4. Экологическая ниша

Термин «ниша» введен Дж. Гриннелом (1914) Позднее Ю. Одум (1959) определил экологическую нишу как «положение, или статус, организма в сообществе и экосистеме, вытекающее из его структурных адаптаций, физиологических реакций и специфического поведения (унаследованного и/или приобретенного)». По образному выражению Ю. Одума, местообитание – это «адрес» организма, а ниша – его «профессия». В современном понимании экологическая ниша – это совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе. Дж. Хатчинсон подразделил видовую нишу на фундаментальную, которая охватывает все множество оптимальных условий, в которых данный вид может обитать в отсутствие врагов, и реализованную – фактический комплекс условий, в которых вид обычно существует. Фундаментальную нишу иногда называют преконкурентной, или потенциальной, а реализованную – постконкурентной, или фактической, нишей. Реализованная ниша как бы вложена в фундаментальную: она почти всегда меньше фундаментальной из-за наличия самых разнообразных биотических взаимодействий, приводящих к тому, что в некоторых конкретных местообитаниях данный вид не может существовать, хотя условия в них и не выходят за пределы

фундаментальной ниши. Большинство организмов не обитает в своей потенциально фундаментальной нише, а вследствие взаимоотношений с другими организмами занимает меньшую по размерам реализованную нишу. Главными взаимоотношениями обычно считают хищничество и конкуренцию. Последняя связана с теорией ниши через концепцию перекрывания ниши. Виды склонны частично разделять между собой свои фундаментальные ниши, и в результате на один и тот же ресурс одновременно претендуют две и более популяции. По терминологии Дж. Хатчinsona, «гиперпространство» ниш одних видов включает в себя также части «гиперпространств» других видов, т.е. они перекрываются друг с другом. Если перекрывание незначительно или ресурсы более чем достаточны, то виды с перекрывающимися нишами могут сосуществовать в практически разделенных и почти фундаментальных нишах. В перекрывающихся частях любых двух ниш может произойти конкурентное исключение. Перекрывание ниш происходит тогда, когда две организменные единицы используют одни и те же ресурсы или другие переменные среды. По терминологии Хатчinsona это означает, что каждый n -мерный гиперобъем включает в себя часть другого или что некоторые точки двух множеств, которые составляют их реализованные ниши, идентичны. Перекрывание считается полным, если две организменные единицы характеризуются идентичными нишами; если две ниши полностью различны, то перекрывания не наблюдается. Обычно ниши перекрываются только частично, при этом одни ресурсы являются общими, а другие используются исключительно одной или другой организменной единицей. Т. Шенер (1974) проанализировал 81 случай совместного обитания близких видов животных. Он показал, что трех, а нередко и двух факторов бывает достаточно для разделения ниш существующих видов. Правда, используемые Т. Шенером «факторы» (местообитание, пища, время активности) сами по себе обобщают целый ряд более элементарных биотических и абиотических показателей среды или взаимоотношений организмов со средой (Гиляров, 1990). По подсчетам Шенера, наиболее часто наблюдается расхождение видов в пространстве, реже – по пище, а наиболее редко – по времени активности. В европейских лесах насекомоядные птицы, питаясь на одном дереве, избегают конкуренции за счет разного характера поиска пищи: поползни при быстром осмотре дерева схватывают всех попавших насекомых, пищухи очень тщательно осматривают все трещинки деревьев.

1.10 Лекция №10 (2ч.)

Тема: Трофическая структура биоценоза

1.10.1 Вопросы лекции:

1. Трофическая структура биоценоза.
2. Энергетические потоки в биоценозе.
3. Трофические цепи и пирамиды.

1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Трофическая структура биоценоза.

Внутри экосистемы содержащие энергию вещества создаются автотрофными организмами и служат пищей для гетеротрофов. Пищевые связи — это механизмы передачи энергии от одного организма к другому.

Типичный пример: животное поедает растения. Это животное, в свою очередь, может быть съедено другим животным. Таким путем может происходить перенос энергии через ряд организмов — каждый последующий питается предыдущим, поставляющим ему сырье и энергию.

Такая последовательность переноса энергии называется *пищевой (трофической) цепью*, или цепью питания. Место каждого звена в цепи питания является *трофическим уровнем*. Первый трофический уровень, занимают автотрофы, или так называемые *первичные производители*. Организмы второго трофического уровня называются *первичными консументами*, третьего — *вторичными консументами* и т. д.

Обычно различают три типа пищевых цепей.

1 - Цепи пастищного типа

пищевые цепи, которые начинаются с автотрофных фотосинтезирующих или хемосинтезирующих организмов.

Примером может служить пастищная пищевая цепь луга. Начинается такая цепь с улавливания солнечной энергии растением. Бабочка, питающаяся нектаром цветка, представляет собой второе звено в этой цепи. Стрекоза - хищное летающее насекомое - нападает на бабочку. Спрятавшаяся среди зеленой травы лягушка ловит стрекозу, но сама служит добычей для такого хищника, как уж. Целый день уж мог бы переваривать лягушку, но еще не успело зайти солнце, как сам стал добычей другого хищника.

2 - Цепи паразитарного типа начинаются свободноживущим организмом, на котором паразитируют паразиты первого порядка, на них, в свою очередь, паразиты второго порядка и т.д.

Аскариды, паразитирующие на пойкилотермных организмах, являются паразитами первого порядка, паразитирующие в клетках аскарид одноклеточные эукариоты - паразитами второго порядка, обитающие в них бактерии - паразитами третьего порядка, паразитирующие в бактериях вирусы (бактериофаги) - паразиты четвертого порядка и т.д.

3 - Цепи детритного типа

Третий тип пищевых цепей, начинающихся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных, относят к *детритным* (сапрофитным) *пищевым цепям*. В детритных пищевых цепях наземных экосистем важную роль играют лиственные леса, большая часть листвы которых не употребляется в пищу травоядными животными и входит в состав подстилки из опавших листьев. Листья измельчаются многочисленными детритофагами — грибами, бактериями, насекомыми (например, коллембола) и т. д., дальше заглатываются земляными (дождевыми) червями, которые осуществляют равномерное распределение гумуса в поверхностном слое земли, образуя так называемый мулль.

В целом типичные детритные пищевые цепи наших лесов можно представить следующим образом:

листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб-перепелятник;
мертвое животное → личинки падальных мух → травяная лягушка → обыкновенный уж.
В рассмотренных схемах пищевых цепей каждый организм представлен как питающийся другими организмами какого-то одного типа. Реальные же пищевые связи в экосистеме намного сложнее, так как животное может питаться организмами разных типов из одной и той же пищевой цепи или из разных пищевых цепей, например, хищники верхних трофических уровней. Нередко животные питаются как растениями, так и другими животными. Их называют *вседядными*. Таким образом, все три типа пищевых цепей всегда сосуществуют в экосистеме так, что ее представители объединены многочисленными пересекающимися пищевыми связями, а все вместе они образуют пищевую (*трофическую*) сеть.

Пищевые сети в экосистемах весьма сложные, и можно сделать вывод, что энергия, поступающая в них, долго мигрирует от одного организма к другому.

2. Энергетические потоки в биоценозе

Трофические уровни и цепи питания. Трофические и сопутствующие им энергетические связи и отношения представляют собой основу биогеоценоза. В нем постоянно происходит перенос веществ и энергии, заключенной в пище, первоначально созданной преимущественно зелеными растениями путем поедания одних организмов или продуктов их жизнедеятельности другими. Так, путем соединения между собой отдельных звеньев образуется цепь питания, например, фитопланктон → зоопланктон → мелкие рыбы → хищные рыбы → человек → бактерии. В биогеоценозе обычно формируется несколько пищевых цепей, которые не изолированы одна от другой, а тесно переплетаются, образуя пищевую или трофическую сеть.

Важнейшая особенность организации биогеоценоза — последовательное распределение всех компонентов по трофоэнергетическим уровням цепей питания и их взаимосвязанным сочетаниям — пищевым (кормовым) сетям, представляющим собой единую функциональную систему обмена веществ и превращения энергии в его рамках.

В естественных условиях организмы, которые получают пищу от первичных продуцентов — растений — через одинаковое количество этапов, принадлежат к одному трофическому уровню. Так, автотрофы (зеленые растения суши, фитопланктон) и хемосинтезирующие бактерии занимают первый трофический уровень. Второй трофический уровень цепи питания образуют в основном растительноядные животные — фитофаги. Кроме того, в его состав входят высшие и низшие растения-паразиты, а также питающиеся фитопланктоном представители зоопланктона.

Третий трофический уровень составляют плотоядные животные — зоофаги, поедающие растительноядных животных. Это хищники первого порядка — мелкие млекопитающие, насекомоядные птицы. Сюда же относятся эндо- и эктопаразиты зоофагов, а также те фитофаги, которые живут за счет поедания растений-паразитов.

Четвертый трофический уровень, представлен более крупными плотоядными животными — хищниками второго порядка, а также животными, паразитирующими на хищниках первого порядка.

Конечным, пятым, трофическим уровнем являются потребители мертвого органического вещества и продуктов жизнедеятельности — деструкторы (редуценты). К ним относятся: беспозвоночные животные — сапрофаги, копрофаги, некрофаги, поедающие остатки, отбросы и трупы организмов; растения-сапрофаги, питающиеся органическими веществами растительного опада и отпада; гетеротрофные микроорганизмы, осуществляющие окончательное разложение растительных и животных органических веществ до простых минеральных соединений (CO_2 , H_2O), пригодных для нового усвоения автотрофными организмами.

Такая последовательность и соподчиненность связанных в форме трофических уровней групп организмов представляет собой потоки вещества и энергии в биогеоценозе, основу его функциональной организации.

В естественных условиях параллельно существуют беспрепятственно и высшие и низшие формы организации живой материи (бактерии, вирусы, земноводные, млекопитающие, цветковые растения). Возможность существования низкоорганизованных форм обусловливается тем, что они занимают среду или потребляют продукты, ненужные другим (например, бактерии используют органические остатки, которые уже непригодны

для потребления другими организмами). Следовательно, среда разделена на сферы влияния, своеобразные «экологические ниши».

Экологическая ниша — место в биогеоценозе, которое занимает вид, не конкурируя с другими видами за источник энергии. Иными словами, это совокупность необходимых для вида условий среды при отсутствии какого бы то ни было противодействия другого вида данного биотопа.

Экологическая ниша характеризует степень биологической специализации данного организма (популяции), в том числе в цепи питания. Например, красные и в большей мере диатомовые водоросли занимают недоступные другим водорослям глубины моря благодаря особенностям пигментного состава и поэтому способны поглощать проникающий на большие глубины зелено-голубой свет, непригодный для других растений.

Организмы, которые ведут сходный образ жизни, как правило, не живут в одних и тех же местах вследствие межвидовой конкуренции. Поэтому ниши заняты преимущественно одним видом. Если же разные виды живут в одинаковых условиях, то они или питаются разной пищей, или активны в разные периоды суток. Каждый из этих видов использует только часть энергии, которая содержится в доступном ему органическом веществе, осуществляя его распад до определенной стадии. Непригодные для данного вида, но еще богатые энергией остатки используются другими организмами (звеньями цепи).

Примеры цепей питания можно видеть на каждом шагу: листья растений поедаются гусеницами, гусениц поедают птицы, птиц поедают лисицы или куницы, на них паразитируют клещи и блохи, в кишечном тракте последних имеются бактерии, одноклеточные, а отбросами этих животных и их трупами питаются разные трупоядные насекомые, после которых окончательную минерализацию осуществляют микроорганизмы.

3. Экологические пирамиды.

В экосистемах биологическая продукция последовательно поступает от низших трофических уровней к высшим. Переход продукции сопровождается закономерными потерями органического вещества. Это наглядно демонстрируют пирамиды продуктивности сообщества. При этом только часть всей этой энергии остается в организмах на каждом трофическом уровне экосистемы и сохраняется в биомассе, остальная часть используется для удовлетворения метаболических потребностей живых существ: поддержание существования, рост, воспроизводство. Животные также расходуют значительное количество энергии и для мышечной работы.

Экологические пирамиды выражают трофическую структуру экосистемы в геометрической форме. Они строятся в виде прямоугольников одинаковой ширины, но длина прямоугольников должна быть пропорциональна значению измеряемого объекта. Отсюда можно получить *пирамиды численности, биомассы и энергии*.

Экологические пирамиды отражают фундаментальные характеристики любого биоценоза, когда они показывают его трофическую структуру:

- их высота пропорциональна длине рассматриваемой пищевой цепи, т. е. числу содержащихся в ней трофических уровней;
- их форма более или менее отражает эффективность превращений энергии при переходе с одного уровня на другой.

Пирамиды численности. Они представляют собой наиболее простое приближение к изучению трофической структуры экосистемы. При этом сначала подсчитывают число организмов на данной территории, сгруппировав их по трофическим уровням и представив в виде прямоугольника, длина (или площадь) которого пропорциональна числу организмов, обитающих на данной площади (или в данном объеме, если это водная экосистема). Установлено основное правило, которое гласит, что в любой среде растений больше, чем животных, травоядных больше, чем плотоядных, насекомых больше, чем птиц, и т. д.

Пирамиды численности отражают плотность организмов на каждом трофическом уровне.

Пирамида биомассы. Отражает более полно пищевые взаимоотношения в экосистеме, так как в ней учитывается суммарная масса организмов (*биомасса*) каждого трофического уровня. Прямоугольники в пирамидах биомассы отображают массу организмов каждого трофического уровня, отнесенную к единице площади или объема. Форма пирамиды биомассы нередко сходна с формой пирамиды численности. Характерно уменьшение биомассы на каждом следующем трофическом уровне.

Пирамида энергии. Наиболее фундаментальным способом отображения связей между организмами на разных трофических уровнях служат пирамиды энергии. Они представляют эффективность преобразования энергии и продуктивность пищевых цепей, строятся подсчетом количества энергии (ккал), аккумулированной единицей поверхности за единицу времени и используемой организмами на каждом трофическом уровне. Так, можно относительно легко определить количество энергии, накопленной в биомассе, и сложнее оценить общее количество энергии, поглощенной на каждом трофическом уровне. Построив график, можно констатировать, что деструкторы, значимость которых представляется небольшой в пирамиде биомассы, а в пирамиде численности наоборот; получают значительную часть энергии, проходящей через экосистему.

1.11 Лекция №11 (2ч.)

Тема: Динамика экосистем

1.11.1 Вопросы лекции:

1. Общие представления о динамике экосистем.
2. Циклические изменения сообществ.
3. Поступательные изменения сообществ.
4. Понятие «экологической сукцессии». Концепция первичной экологической сукцессии Ф. Клементса.

1.11.2 Краткое содержание вопросов:

1. Общие представления о динамике экосистем.

Любой биоценоз представляет открытую систему, которая непрерывно меняется под влиянием внешних и внутренних факторов. Динамичность является фундаментальным свойством экосистем. Всё многообразие изменений в сообществах можно свести к двум основным типам: **циклическим и непериодическим**.

2. Циклические изменения сообществ.

Циклические, или периодические, изменения. Циклические изменения в биоценозе отражают суточную, сезонную и многолетнюю периодичность изменения внешних условий. Эта периодичность обусловлена циклами в природе, которые связаны с космическими явлениями. Циклические изменения подразделяются на: а) суточные; б) сезонные; в) многолетние.

Изменения в масштабе суток. Суточные изменения связаны с изменением силы экологических факторов среды (температура, влажность, освещенность и др.) при смене дня и ночи, которая происходит вследствие вращения Земли вокруг своей оси. Суточные изменения наблюдаются во всех географических зонах, даже там, где нет смены дня и ночи. Они заключаются в изменении активности организмов: одни активны днем, а пассивны ночью, другие - наоборот. Часто наблюдаются суточные миграции (планктон, почвенные организмы). Суточная динамика носит строго периодический характер и в основном связана со сменой активности, в результате чего изменяются качественные характеристики биоценоза. Смена видового состава и перестройка основных биоценотических структур не происходят

Сезонные изменения связаны с изменением силы экологических факторов при смене сезонов, которая обусловлена вращением Земли вокруг Солнца. Сезонные изменения заключаются не только в изменении активности организмов, но и в их количественных соотношениях. Некоторые виды практически полностью исключаются из жизни биоценоза в

определенные периоды (спячка, диапауза, миграции и т.д.). Сезонной изменчивости подвержены и ярусы. Некоторые ярусы могут полностью исчезать на некоторое время (однолетники). Сезонные изменения больше выражены в направлении от экватора к полюсам. В результате сезонных изменений наблюдается изменение не только качественных, но и количественных характеристик биоценоза.

Многолетние изменения обусловлены периодичностью локальных изменений климата, которые связаны с изменением общей циркуляции атмосферы, обусловленной в свою очередь усилением или ослаблением солнечной активности. Так, периодически засушливый год сменяется мокрым, теплый - холодным и т.д. Это приводит к довольно значительным изменениям как качественных, так и количественных характеристик биоценоза.

Однако все вышеперечисленные циклические изменения, независимо от степени их выраженности, не изменяют саму сущность биоценоза, а значит, не приводят к смене биоценозов.

Непериодические изменения.

Непериодические изменения - это изменения, не имеющие закономерного повторения во времени. По характеру они подразделяются на два вида:

- а) случайные;
- б) поступательные.

Случайные изменения вызываются резким изменением силы экологических факторов вследствие природных катализмов (наводнение, ураган, землетрясение и др.). Они непредсказуемы и не имеют закономерностей протекания, поэтому не являются предметом изучения экологии.

3. Поступательные изменения сообществ.

Поступательные изменения происходят в одном направлении, потому что вызываются однонаправленным изменением силы экологических факторов либо в сторону усиления, либо в сторону ослабления. В конечном итоге они приводят к смене одного биоценоза другим с новым набором видов. Закономерный исторический процесс последовательной смены одного биоценоза другим в результате направленного изменения абиотического окружения называется сукцессией.

4. Понятие «экологической сукцессии». Концепция первичной экологической сукцессии Ф. Клементса.

Экологической сукцессией (successio – преемственность, смена) обозначают закономерное развитие биоценоза, при котором происходит замещение одного типа сообщества другим. Различают две основных формы сукцессионных изменений экосистем: *первичные* и *вторичные*.

Ряд неустойчивых биоценозов, которые сменяют один другого во времени, называется серией, а сами биоценозы - сериальными стадиями. Терминальная, стабильная стадия сукцессии называется климаксовой стадией или просто климаксом. Теоретически климаксовый биоценоз способен поддерживать сам себя неограниченно долго и он находится в равновесии с физическим окружением. В отличие от сериальных стадий здесь годовая продукция и «импорт» уравновешиваются годовым потреблением и «экспортом». Представление о том, что в ходе сукцессии экосистема неизбежно приходит к стабильному состоянию, однозначно принято всеми экологами. Однако по интерпретации его все экологи подразделяются на две школы. Одна школа придерживается концепции моноклимакса, согласно которой в любой географической области возможен только один региональный или климатический климакс, когда биоценоз находится в равновесии с климатическими условиями. Другая школа придерживается концепции поликлимакса согласно которой необязательно все биоценозы в данной климатической области достигнут одного состояния, чаще всего наблюдается различное количество локальных или эдафических климаксов. В тех местах, где рельеф местности, почва, гидрологический режим препятствуют развитию экосистемы до климатического климакса, сукцессия заканчивается эдафическим климаксом. Компромисс между этими двумя точками зрения - признание единого теоретически возможного климатического климакса и разного количества эдафических климаксов, которые зависят от изменчивости субстрата.

Теория экологической сукцессии сообществ была разработана в 1904-1916 гг. американским ботаником Ф. Клементсом. Теория основана на следующих положениях:

- Изменения природных сообществ во времени – закономерный и естественный процесс их развития;
- В основе смены сообществ лежит смена фитоценоза;
- Первопричиной смены фитоценоза является изменение климатических факторов;
- Смена последовательного ряда сообществ в изменяющихся внешних условиях является адаптивным ответом на экосистемном уровне;
- Завершающим этапом сукцессионного процесса является формирование **климаксового сообщества**. Такое сообщество наиболее устойчиво в изменяющихся внешних условиях. Однако и такой тип сообщества является лишь относительно устойчивым.

Выделяют два главных типа сукцессионных смен: 1 — с участием автотрофного и гетеротрофного населения; 2 — с участием только гетеротрофов. Сукцессии второго типа совершаются лишь в таких условиях, где создается предварительный запас или постоянное поступление органических соединений, за счет которых и существует

сообщество: в кучах или буртах навоза, в разлагающейся растительной массе, в загрязненных органическими веществами водоемах и т. д.

Автотрофные сукцессии в зависимости от места, на котором они начинаются, подразделяются на первичные и вторичные.

Первичной сукцессией называется процесс развития и смены экосистем на незаселенных ранее участках, начинающихся с их колонизации. Классический пример — постоянное обрастание голых скал с развитием в конечном итоге на них леса.

Они включает несколько этапов:

1. **фаза обнажения** (появление незаселённого пространства)
2. **фаза миграции** (заселение участка пионерными видами)
3. **фаза эзезиса (колонизации)** (укрепление и приспособление видов к местным условиям, создание первичной среды обитания)
4. **фаза соревнования** (конкуренция и вытеснение отдельных видов)
5. **фаза реакции** (усиление воздействия организмов на биотоп и создание оптимальной среды обитания)
6. **фаза стабилизации**(формирование устойчивого сообщества и его структур)
7. **климакс**(стабилизация сообщества на длительное время)

При первичных сукцессиях скорость изменения биоценозов, как правило, невелика. Сериальные стадии сменяют одна другую в течение значительного промежутка времени, и достижение климаксового состояния занимает очень много времени (столетия и тысячелетия).

Вторичные сукцессии - это сукцессии, которые начинаются на месте разрушенного биоценоза. В современных условиях они наблюдаются повсеместно. Смена сериальных стадий одна другой и достижение климаксового состояния здесь происходит значительно быстрее, чем при первичных сукцессиях, потому что здесь сохраняется почва, семена, зародыши и части предшествующего населения и связей.

Основные этапы вторичной сукцессии

1. **фаза нарушения**(действие неблагоприятных факторов, уничтожение видового состава и системы межвидовых связей, нарушение биоценотических структур)
2. **фаза первичного восстановления**(повышение видового разнообразия)
3. **фаза вторичного восстановления**(восстановление первоначального видового состава и уровня продуктивности сообщества)

Пример, вторичная сукцессия сибирского темно-хвойного леса (пихтово-кедровой тайги) после опустошительного лесного пожара (рис. 12.38). На более выжженных местах из спор, занесенных ветром, появляются мхи-пионеры: через 3—5 лет после пожара наиболее

обильны «пожарный мох» — *Funaria hygrometrica*, *Geratodon*; *purpureus*, и др. Из высших растений весьма быстро заселяют гари Иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*), который уже через 2—3 месяца обильно цветет на пожарище, а также вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*) и другие виды.

Примечание: числа в прямоугольниках — колебания в длительности прохождения фаз вторичной сукцессии (в скобках указан срок их окончания). Биомасса и биологическая продуктивность показаны в произвольном масштабе (кривые отражают качественную и количественную стороны процесса)

Наблюдается дальнейшее происхождение фаз сукцессии: вейниковый луг сменяется кустарниками, затем березовым или осиновым лесом, смешанным сосново-лиственным лесом, сосновым лесом, сосново-кедровым лесом, и, наконец, через 250 лет происходит восстановление кедрово-пихтового леса.

Вторичные сукцессии совершаются, как правило, быстрее и легче, чем первичные, так как в нарушенном местообитании сохраняется почвенный профиль, семена, зародыши и часть прежнего населения и прежних связей.

1.12 Лекция №12 (2ч.)

Тема: Биоценотические (гетеротипические) связи организмов

1.12.1 Вопросы лекции:

1. Типы взаимоотношений организмов в сообществах.
2. Трофические связи организмов в сообществах.
3. Фабрические связи организмов в сообществах.
4. Топические связи организмов в сообществах.
5. Форические связи организмов.

1.12.2 Краткое содержание вопросов:

1. Типы взаимоотношений организмов в сообществах.

Мутуализм, паразитизм, комменсализм, аменсализм, нейтрапализм и межвидовая конкуренция.

Гетеротипические связи, т.е. взаимоотношения между особями разных видов. Влияние, которое оказывают друг на друга два вида, живущих вместе, может быть нулевым, благоприятным или неблагоприятным. Отсюда типы комбинаций могут быть следующими.

Существуют 6 видов взаимоотношений:

1) Аменсализм – взаимоотношения, при которых один организм воздействует на другой и подавляет его жизнедеятельность, а сам не испытывает никаких

отрицательных влияний со стороны подавляемого. Например, взаимоотношения ели и растений нижнего яруса. Плотная корона ели препятствует проникновению солнечных лучей под полог леса и подавляет развитие растений нижнего яруса.

2) Нейтраллизм – сожительство двух видов на одной территории, не имеющее для них ни положительных, ни отрицательных последствий. Например, лось и белка или бурундук или бобр не оказывают друг на друга значительных воздействий.

3) Мутуализм – это взаимовыгодное сосуществование. Мутуализм подразделяется:

а) Протокооперация – взаимовыгодное, но не обязательное сосуществование организмов, пользу из которого извлекают все участники. Например, раки отшельники и актинии. На раковине рака может поселяться коралловый полип актиния, который имеет стрекательные клетки, выделяющие яд. Актиния защищает рака от хищных рыб, а рак-отшельник, перемещаясь, способствует распространению актиний и .

б) Симбиоз – взаимовыгодное сожительство, когда либо один из партнеров, либо оба не могут существовать без сожителя. Например, травоядные копытные и целлюлозоразрушающие бактерии. Целлюлозоразрушающие бактерии обитают в желудке и кишечнике травоядных копытных. Они продуцируют ферменты, расщепляющие целлюлозу, поэтому обязательно нужны травоядным, у которых таких ферментов нет. Травоядные копытные, со своей стороны, предоставляют бактериям питательные вещества и среду обитания с оптимальной температурой, влажностью и т.д.

4) Комменсализм – взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу от сожительства, а другому присутствие первого безразлично. Различают две формы комменсализма:

а) Квартиранство.

Примером комменсализма является сосуществование некоторых мелких рыб с крупными актиниями. Рыбки нечувствительны к стрекательным нитям актинии и “подбирают” остатки пищи между щупальцами, а актинии невольно обеспечивают этим рыбкам защиту. Очень часто комменсалами являются бактерии и простейшие, живущие в кишечнике и на поверхности более крупных организмов.

б) Нахлебничество.

Примером служат взаимоотношения крупных хищников и падальщиков. Падальщики, например гиены, шакалы питаются останками жертв, убитых и частично съеденных крупными хищниками. Еще один пример это цапли, которые ищут себе пропитание на теле буйвола.

5) Хищничество – взаимоотношения, при которых один из участников (хищник) умерщвляет другого (жертва) и использует его в качестве пищи.

Например, волки и зайцы. Популяции, находящиеся на разных трофических уровнях, могут вступать во взаимоотношения хищник–жертва. Во многих случаях циклические колебания численности популяции хищника сдвинуты по фазе по отношению к колебаниям численности популяции жертвы. Это можно объяснить тем, что возрастание численности хищника приводит к резкому снижению численности жертвы, вслед за чем в результате голода уменьшается количество хищников. Это позволяет снова вырасти числу жертв, вслед за чем начинает расти количество хищников. Характерный период таких циклов обычно составляет несколько поколений. Однако хищник может переключиться на другой вид жертвы. Например, волки могут использовать в качестве пищи зайцев, мышей, кабанов, косуль, лягушек, насекомых и т.д.

6) Паразитизм – взаимоотношения, при которых паразит не убивает своего хозяина, а длительное время использует его как среду обитания и источник пищи.

Встречаются, однако, и ситуации, когда организм, обитающий на другом организме, приносит ему ощутимый вред. Такую форму сожительства называют *паразитизмом*. Паразит получает пищу либо из тканей хозяина, либо из переваренной им пищи. Паразиты могут разрушать ткани хозяина, выделять в его организм ядовитые вещества (продукты выделения паразитов, разложения остатков самих паразитов либо токсины). Некоторые паразиты живут в теле хозяина всю жизнь, другие попадают в него лишь на определённое время, необходимое, например, для размножения или роста. Некоторые паразиты вызывают гибель хозяина, другие способны существовать в теле хозяина долгое время, не причиняя ему серьёзного вреда.

Переход к паразитическому образу жизни обычно сопровождается дегенерацией. Утрачиваются органы пищеварения, органы чувств, теряется подвижность. У паразитов изменяется форма тела, развиваются разнообразные крючья и присоски. Жизненный цикл паразитов сопряжён с огромной смертностью; следствием этого является повышенная способность к размножению (иногда измеряемая в миллионах особей в год). К паразитам относятся многие болезнетворные бактерии и простейшие, некоторые грибы, выющиеся лианы; паразитические формы имеются среди представителей большинства типов животных.

1. Трофические связи

Трофические связи возникают, когда один вид питается другим – либо живыми особями, либо их мертвыми остатками, либо продуктами жизнедеятельности. И стрекозы, ловящие на лету других насекомых, и жуки-навозники, питающиеся пометом крупных копытных, и пчёлы, собирающие нектар растений, вступают в прямую трофическую связь с видами, предоставляющими им пищу. В случае конкуренции двух видов из-за объектов питания

между ними возникает косвенная трофическая связь, так как деятельность одного отражается на снабжении кормом другого. Любое воздействие одного вида на поедаемость другого или доступность для него пищи следует расценивать как косвенную трофическую связь между ними. Например, гусеницы бабочек-монашенок, обедая хвою сосен, облегчают короедам доступ к ослабленным деревьям.

Трофические связи являются главными в сообществах. Именно они объединяют живущие вместе виды, поскольку каждый из них может обитать лишь там, где имеются необходимые ему пищевые ресурсы.

2. **Фабрические связи организмов в сообществах.**

Потройки (фабрикации). Частные примеры фабрических взаимоотношений организмов.

Фабрические связи – это такой тип биоценотических отношений, в которые вступает вид, использующий для своих сооружений (фабрикаций) продукты выделения, либо мертвые остатки, либо даже живых особей другого вида. Так, птицы употребляют для постройки гнезд ветви деревьев, шерсть млекопитающих, траву, листья, пух и перья других видов птиц и т. п. Личинки ручейников строят домики из кусочков веток, коры или листьев растений, из раковин мелких видов катушек, захватывая даже раковинки с живыми моллюсками. Пчела-мегахила помещает яйца и запасы в стаканчики, сооружаемые из мягких листьев различных кустарников (шиповника, сирени, акации и т. п.).

3. **Топические связи организмов в сообществах.**

Фито- и зооконсорции. Эдификаторы и их функции в сообществах.

Топические связи характеризуют любое, физическое или химическое, изменение условий обитания одного вида в результате жизнедеятельности другого. Эти связи крайне разнообразны. Они заключаются в создании одним видом среды для другого (например, внутренний паразитизм или норовый комменсализм), в формировании субстрата, на котором поселяются или, наоборот, избегают селиться представители других видов, во влиянии на движение воды, воздуха, изменение температуры, освещенности окружающего пространства, в насыщении среды продуктами выделения и т. п. Морские желуди, поселяющиеся на коже китов, личинки мух, обитающие в лепешках коровьего навоза, лишайники на стволах деревьев связаны прямой топической связью с теми организмами, которые предоставляют им субстрат или среду обитания. Особенную большую роль в создании или изменении среды для других организмов принадлежит растениям. Растительность из-за особенностей энергообмена является мощным фактором перераспределения тепла у поверхности Земли и создания мезо- и микроклимата. Под

пологом леса подлесок, напочвенный покров, а также все животное население находятся в условиях более выровненных температур, более высокой влажности воздуха и т. д. Травянистая растительность, хотя и в меньшей степени, также изменяет режим окружающего пространства. В степях около дерновин ковыля перистого и овсяницы Беккера температура поверхности почвы с теневой стороны может быть на 8-12 °С ниже, чем на незаросших участках. Здесь концентрируются многие мелкие насекомые. В результате отрицательных или положительных топических взаимоотношений одни виды определяют или исключают возможность существования в биоценозе других видов.

На основе топических связей в биоценозе формируются **консорции** (сочетания) – группы разнородных организмов, поселяющихся на теле или в теле особи какого-либо определенного вида – центрального члена консорции. В большинстве случаев члены одной консорции связаны также разнообразными трофическими отношениями. Консорции формируются фактически вокруг представителей любого вида, обладающего средообразующим воздействием на других. По свидетельству В. Н. Беклемищева, «сосна с ее микоризными грибками, с эпифитными мхами и лишайниками на стволе и ветвях, со всем множеством населяющих ее членистоногих – это сложнейший консорций, это – целый мир. Полевка с ее эктопаразитами, с гельминтами, с простейшими, бактериями, населяющими ее внутренние органы, опять есть целый консорций».

Отдельные консорции могут быть разной степени сложности. Наибольшим числом консортивных связей отличаются те растения, которым принадлежит основная роль в создании внутренней среды биоценоза. Так как каждый член крупной консорции может быть, в свою очередь, центром более мелкого объединения, можно выделить консорции первого, второго и даже третьего порядка. Таким образом, биоценоз – это система связанных между собой консорций, возникающих на основе теснейших топических и трофических отношений между видами. Консортивные связи, в основе которых лежат топические отношения, формируют своего рода блочную структуру биоценоза.

Топические и трофические связи имеют наибольшее значение в биоценозе, составляют основу его существования. Именно эти типы отношений удерживают друг возле друга организмы разных видов, объединяя их в достаточно стабильные сообщества разных масштабов.

4. Форические связи организмов.

Форезия. Зоохория. Частные примеры форических взаимодействий организмов в сообществах.

Форические связи – это участие одного вида в распространении другого. В роли транспортировщиков выступают животные. Перенос животными семян, спор, пыльцы

растений называют **зоохорией**, перенос других, более мелких животных – **форезией** (от лат. *форас* – наружу, вон). Перенос осуществляется обычно с помощью специальных и разнообразных приспособлений. Животные могут захватывать семена растений двумя способами: пассивным и активным. Пассивный захват происходит при случайном соприкосновении тела животного с растением, семена или соплодия которого обладают специальными зацепками, крючками, выростами (череда, лопух). Распространителями их обычно служат млекопитающие, которые на шерсти переносят такие плоды иногда на довольно значительные расстояния. Активный способ захвата – поедание плодов и ягод. Не поддающиеся перевариванию семена животные выделяют вместе с пометом. В переносе грибных спор большую роль играют насекомые. По-видимому, плодовые тела грибов возникли как образования, привлекающие насекомых-расселителей.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1(2 часа).

Тема: Основные характеристики популяций

2.1.1 Цель работы: ознакомиться с понятием «популяция»; изучить важнейшие характеристики популяций и правила их определения.

2.1.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с современными определениями понятия «популяция» и важнейшими популяционными характеристиками.
2. Ознакомиться с методикой приготовления сенного настоя.
3. Ознакомиться с методикой приготовления экспериментальных культур пресноводных простейших.
4. Отработать методику определения численности и плотности популяций водных простейших.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Микроскопы, химическая посуда, предметные стекла, пинцеты, пипетки.

2.1.4 Описание (ход) работы

Приготовление сенного настоя, микроскопирование образцов проб сенного настоя.

2.2 Лабораторное занятие № 2 (2 ч)

Тема: ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ

2.2.1 Цель занятия: ознакомиться с формами территориального распределения особей в популяциях; изучить методы определения пространственных характеристик популяции.

2.2.2 Задачи работы:

1. Изучить основные формы территориального распределения особей в популяциях.
2. Ознакомиться с численными моделями распределения особей в популяциях.
3. Освоить методы изучения пространственной структуры популяций растений и животных.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Микроскопы, химическая посуда, предметные стекла, пинцеты, пипетки.

2.2.4 Описание (ход) работы

Приготовление сенного настоя, микроскопирование образцов проб сенного настоя.

2.3 Лабораторное занятие № 3 (2 ч)

Тема: ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ

2.3.1 Цель занятия: ознакомиться с основными типами половой и возрастной структуры популяций; отработать методику определения демографических параметров популяций.

2.3.2 Задачи работы:

1. Изучить основные типы популяций в зависимости от возрастного состава особей.
2. Ознакомиться со структурой возрастных пирамид разных типов и правилами их построения.
3. Освоить правила пользования демографическими таблицами жизни; отработать методику определения демографических показателей с помощью таблиц.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Демографические таблицы, калькулятор.

2.1.4 Описание (ход) работы

По имеющимся демографическим таблицам дать характеристику демографической структуре популяции.

2.4 Лабораторное занятие № 4 (2 ч)

Тема: ЭТОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ

2.4.1 Цель занятия: изучить основные формы совместного существования особей в популяциях; рассмотреть характер сложившихся взаимоотношений в популяциях различных видов животных.

2.4.2 Задачи работы:

1. Изучить важнейшие типы совместного существования особей в популяциях.

2. Рассмотреть примеры территориального сотрудничества и группового поведения представителей популяций разных видов.
3. Обсудить причины формирования различных типов взаимоотношений между членами отдельных популяций.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Методические пособия.

2.4.4 Описание (ход) работы

По методическим пособиям Рассмотреть примеры территориального сотрудничества и группового поведения представителей популяций разных видов. Обсудить причины формирования различных типов взаимоотношений между членами отдельных популяций.

2.5 Лабораторное занятие № 5 (2 ч)

Тема: Популяционные (гомотипические) отношения

2.5.1 Цель занятия: Ознакомиться с основными видами гомотипических отношений .

2.5.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с понятием «гомотипические отношения»; изучить основные типы популяционных отношений.

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Методические пособия.

2.5.4 Описание (ход) работы

По методическим пособиям ознакомиться и обсудить понятия групповой и массовый эффект, привести примеры.

2.6 Лабораторное занятие № 6 (2 ч)

Тема: ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ

2.6.1 Цель занятия: ознакомиться с важнейшими понятиями популяционной динамики; изучить рост численности условной популяции организмов в среде с ограниченным количеством ресурсов.

2.6.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с основными понятиями популяционной динамики.
2. Изучить важнейшие типы динамики численности популяций.

3. Разобрать причины, оказывающие влияние на темпы роста численности популяций растений и животных.

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Культуры дафний, сенный настой, химическая посуда, микроскопы.

2.6.4 Описание (ход) работы

Описать изменения численности популяции дафний в разные периоды развития.

2.7 Лабораторное занятие № 7 (2 ч)

Тема: ПОПУЛЯЦИОННЫЙ ГОМЕОСТАЗ

2.7.1 Цель занятия: ознакомиться с понятием популяционного гомеостаза; изучить гипотезы саморегуляции численности особей в популяциях.

2.7.2 Задачи работы:

1. Разобрать понятие и важнейшие формы популяционного гомеостаза.
2. Ознакомиться с некоторыми основными гипотезами саморегуляции численности популяций.

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Методические пособия.

2.7.4 Описание (ход) работы

По методическим пособиям ознакомиться с понятием популяционный гоместас и его видами, привести примеры.

2.8 Лабораторное занятие № 8 (2 ч)

Тема: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИОЦЕНОЗОВ

2.8.1 Цель занятия: ознакомиться с начальными понятиями синэкологии; изучить некоторые важнейшие характеристики биоценозов и правила их определения.

2.8.2 Задачи работы:

1. Изучить основные понятия и термины синэкологии.
2. Изучить основные характеристики биоценозов: *видовой состав; видовая структура; обилие вида; частота встречаемости вида; постоянство вида; степень доминирования вида.*
3. Ознакомиться с методами определения основных биоценотических характеристик.

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Методические пособия

2.8.4 Описание (ход) работы

Знакомство и обсуждения терминов и понятий экологии сообществ.

2.9 Лабораторное занятие № 9 (2 ч)

Тема: ВИДОВАЯ СТРУКТУРА

2.9.1 Цель занятия: ознакомиться с видовой структурой биоценоза пресного водоёма; выделить основные систематические и экологические группы гидробионтов и рассмотреть важнейшие биоценотические связи между ними.

2.9.2 Задачи работы:

1. Повторить основные понятия и термины синэкологии.
2. Изучить основные типы связей организмов в биоценозах.
3. Ознакомиться с важнейшими систематическими и экологическими группами гидробионтов.

2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Микроскопы, химическая посуда, предметные стекла, пинцеты, пипетки, определители.

2.9.4 Описание (ход) работы

Разобрать пробы гидробионтов, определить систематические группы, выделить биотические связи в сообществе.

2.10 Лабораторное занятие № 10 (2 ч)

Тема: Трофическая структура биоценоза

2.10.1 Цель занятия: изучить различные типы энергетических потоков в экосистемах; ознакомиться с закономерностями накопления и преобразования биологической продукции в экосистемах.

2.10.2 Задачи работы:

1. Изучить основные типы трофических цепей в экосистемах.
2. Ознакомиться с понятием «биологическая продуктивность» и её основными формами.
3. Изучить правила построения пирамид продуктивности природных сообществ.
4. Перегнивающая листовая подстилка в лесу.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Карточки звеньев трофических цепей, примеры трофических сетей разных экосистем, образцы трофических пирамид.

2.1.4 Описание (ход) работы

Составления последовательности экологических цепей разных типов. Расчет перехода энергии в разных типах экологических пирамид.

2.11 Лабораторное занятие № 11 (2 ч)

Тема: Экологические сукцессии

2.11.1 Цель занятия: изучить основные типы динамики экосистем; ознакомиться с важнейшими этапами сукцессионного процесса наземных сообществ.

2.11.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с основными типами динамики природных сообществ.
2. Охарактеризовать циклические изменения экосистем.
3. Ознакомиться с теорией экологической сукцессии.
4. Охарактеризовать первичные сукцессионные изменения экосистем.
5. Охарактеризовать вторичные сукцессионные изменения экосистем.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Методические пособия, гербарии.

2.1.4 Описание (ход) работы

Построить последовательность этапов экологических сукцессий разных экосистем.

2.12 Лабораторное занятие 12 (2 ч)

Тема: Гетеротипические связи организмов.

2.12.1 Цель: ознакомиться с основными видами биоценотических связей и отношений организмов в сообществах.

2.12.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с основными видами биотических отношений организмов в сообществах.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Методические пособия.

2.1.4 Описание (ход) работы

Знакомство с типами биотических связей в биоценозах. Привести примеры.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ РАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (не предусмотрено РУП)

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАКНЯТИЙ (не предусмотрено РУП)