

ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ

программа курса лекций для студентов IV курса бакалавриата по направлению «Почвоведение»

I. ВВЕДЕНИЕ

Предмет экологии. Краткая история экологии. Основные проблемы и методы современной экологии. Экосистемный и популяционный, аналитический и синтетический подходы. Иерархия уровней организации жизни и уровни, изучаемые экологией. Место экологии среди биологических и других наук. Системный анализ, моделирование и экологический прогноз. Перспективы развития экологии.

II. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОРГАНИЗМОВ СО СРЕДОЙ ОБИТАНИЯ

1. Факторы окружающей среды. Классификация факторов. Абиотические и биотические факторы. Ресурсы и условия среды обитания. Диапазон условий на Земле. Оптимальные условия, диапазон и пределы толерантности. Лимитирующие факторы. Закон минимума (Либих, 1840) и границы его применения. Принцип взаимодействия факторов. Степень толерантности; стено- и эврибионтные организмы. Практические приложения теории лимитирующих факторов. Компенсация факторов и ее механизмы. Особенности действия биотических факторов. Экологические группы организмов, выделяемые по комплексу адаптаций к определенной среде обитания: в воде (нейстон, планктон, нектон, бентос) и в почве (микро-, мезо-, макро- и мегабиота).

2. Обзор лимитирующих факторов. Температура. Терморитм. Эндотермные и эктотермные организмы. Тепловой баланс. Поведенческое и физиологическое регулирование температуры; влияние температуры на скорость метаболизма. Порог развития и сумма эффективных температур. Причины гибели при перегреве и переохлаждении.

Электромагнитные излучения. Лимитирующее действие света. Спектр естественного излучения. Свет и фотосинтез, типы и эффективность фотосинтеза. Биологическое действие излучений с разной длиной волны. Ионизирующие излучения и их действие на организмы.

Вода как лимитирующий фактор. Влияние количества и ритма выпадения осадков, влажности воздуха, почвенной влаги и других источников поверхностных вод на жизнедеятельность организмов. Агрегатное состояние воды как лимитирующий фактор. Доступность воды для организмов. Скорость испарения и экономия воды. Кислотность воды и почвы и ее влияние на жизнедеятельность организмов.

Содержание солей как лимитирующий фактор. Осмотические процессы. Стено- и эвригалинные организмы. Способы борьбы организмов с избытком солей. Химический состав солей и его влияние на организм.

Состав атмосферы как лимитирующий фактор. Роль отдельных газов. Стимулирующее и ингибирующее действие кислорода и углекислого газа. Озоновый слой. Антропогенные примеси в атмосфере.

Характер субстрата и доступное пространство как лимитирующие факторы. Течение воды как лимитирующий фактор. Типы потоков.

3. Регулирующие (сигнальные) факторы. Особенности действия. Циркадные ритмы и биологические часы. Пороговые реакции. Фотопериод и другие регулирующие факторы. Диапауза и реактивация.

4. Ресурсы. Живые организмы как открытые системы. Ресурсы и их потребление. Энергетические ресурсы как источник поддержания жизни. Солнечное излучение и его поглощение атмосферой. Излучение, доступное под пологом растений и в воде. Энергетический баланс листьев и фотосинтез. Чистая ассимиляция, интенсивность ассимиляции и ее зависимость от освещенности. Способы компенсации изменений освещенности. Баланс дыхания и фотосинтеза. Эффективность использования энергии Солнца разными растениями.

Молекулы как ресурсы. Углекислота и ее использование в разных экосистемах. Источники воды; использование воды организмами и способы компенсации ее недостатка. Минеральные ресурсы и биогенные элементы; макро- и микроэлементы. Заменяемые и незаменимые элементы. Особые потребности в элементах. Подвижность элементов и зоны пониженной ресурсообеспеченности. Удобрения и яды.

Кислород как ресурс; особенности потребления кислорода в водных экосистемах, запас кислорода в воде и почве.

Пищевые ресурсы. Автотрофы и гетеротрофы. Типы автотрофов, фото- и хемосинтез. Типы гетеротрофов; деструкторы, паразиты и хищники. Пищевой диапазон; пантофаги, полифаги, олигофаги, монофаги. Трофические режимы; фитофаги, зоофаги, микофаги, бактериофаги, детритофаги. Трофическая специализация в пределах основных трофических режимов. Пищевые стратегии. Защита организмов от паразитов и хищников.

Пространство как ресурс. Особенности использования пространства прикрепленными организмами. Территориальность животных.

Классификация ресурсов по взаимодействию. Незаменимые, полностью взаимозаменяемые, взаимодополняющие, антагонистические ресурсы.

5. *Экологические ниши.* Концепция экологической ниши. Потенциальная и реализованная ниши. Ширина ниши. Принцип Гаузе. Экологическая ниша и эволюция организмов.

III. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ

1. *Демография и строение организмов.* Предмет демографии. Популяции. Основные типы популяций: географические, локальные и элементарные популяции (демы). Различия особей в популяциях. Унитарные и модулярные организмы, особенности их роста. Популяционные процессы и их особенности у модулярных организмов. Сходства и различия популяций унитарных и модулярных организмов. Основные методы оценки численности популяций: прямой подсчет, метод повторного отлова, выборочные методы, использование относительных показателей численности.

2. *Численность особей в популяциях.* Плотность популяции. Рождаемость максимальная и реализованная. Смертность минимальная и реализованная. Физиологическая и экологическая продолжительность жизни. Выживаемость, таблицы и кривые выживания.

3. *Возрастная структура популяций.* Возрастные классы. Пирамида численности. Изменения возрастной структуры у растущих, стабильных и вымирающих популяций. Случаи доминирования возрастных классов. Инерция роста.

4. *Динамика популяций.* Неограниченный (независимый от плотности) и ограниченный (зависимый от плотности) рост популяции. Нерегулируемый и регулируемый рост популяций. Ограниченный экспоненциальный рост. Популяционные волны. Эффект Олли. Моделирование природных процессов: задачи и принципы. Детерминистические и стохастические модели.

IV. МИГРАЦИИ И РАССЕЛЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

1. *Взаимоотношение миграций и расселения.* Типы размещения особей в пространстве (случайное, регулярное, групповое). Агрегация и рассеяние особей. Расселение и миграции. Биологический смысл миграций. Подготовка к миграции. Формирование скоплений в пространстве и времени.

Принципы расселения. Демографическое значение расселения. Пассивное и активное расселение. Расход ресурсов на расселение; взаимоотношение переселения и закрепления на новом месте.

2. *Популяционные процессы и перемещение организмов.* Критическая миграционная плотность популяции. Механизмы возникновения миграций и расселения. Покой и спячка как миграции во времени.

V. ХИЩНИЧЕСТВО

1. *Экологический смысл хищничества.* Отличия хищников от паразитов. Паразитоиды. Истинные и пастбищные хищники. Влияние хищников на популяции. Выбраковка особей и снижение внутривидовой конкуренции. Случаи стимуляции и угнетения популяций. Потери времени и энергии при хищничестве.

2. *Взаимоотношения хищника и жертвы.* Способы защиты и компенсации повреждений у растений. Непропорционально сильные воздействия растительноядных организмов на растения. Случаи пользы повреждений. Защита от хищников у животных.

3. *Потребление пищи хищниками.* Критические пороги потребления и насыщения. Влияние качества пищи на выживаемость хищника. Пищевое предпочтение и пищевое переключение. Специализация хищников и смена пищевых режимов. Кормовые пятна, размещение жертв и стратегии их поиска. Особенности хищников-универсалов и хищников-специалистов.

VI. ПАРАЗИТИЗМ И МУТУАЛИЗМ

1. *Характерные особенности паразитизма.* Микро- и макропаразиты. Способы передачи паразитов: непосредственный и при помощи переносчика. Паразитоиды. Промежуточные и окончательные хозяева.

2. *Эпидемиология и динамика численности паразитов.* Особенности подсчета числа особей. Процесс передачи и островная концепция. Влияние плотности популяций и подвижности переносчиков и их хозяев. Перенос ветром. Восприимчивость к паразитам. Особенности хозяина как среды обитания. Размещение паразитов в хозяине. Запрограммированное изменение хозяина паразитом. Иммунитет.

3. *Мутуализм.* Взаимоотношения паразитизма и мутуализма. Виды мутуализма. Поведенческий мутуализм. Разведение организмов. Трофический мутуализм. Тканевые и клеточные симбионты. Микориза. Мутуалистические отношения автотрофов и гетеротрофов. Фиксация атмосферного азота в ходе мутуалистических отношений организмов.

IX. ЭКОСИСТЕМЫ

1. *Определение экосистемы.* Биоценоз и биогеоценоз, биом и биосфера. Открытый характер экосистем. Функциональная схема экосистемы. Энергия и вещество на входе и выходе. Функциональные единицы экосистемы. Автотрофы и гетеротрофы как компоненты экосистемы. Потоки вещества и энергии. Границы экосистемы. Подходы к изучению экосистем. Системные свойства и изменение окружающей среды организмами. Примеры экосистем и их разнообразие.

2. *Трофическая структура.* Автотрофный и гетеротрофный ярусы. Гетеротрофы: биофаги и сапрофаги. Продуценты, консументы, редуценты. Детритные и пастбищные трофические цепи. Трофические сети.

3. *Редуценты и детритофаги.* Особенности редуцентов и детритофагов и их роль в разложении органики. Основные группы редуцентов. Процесс деструкции и смена комплексов редуцентов. Специализация редуцентов. Проблемы разложения искусственных материалов. Биохимические типы разложения: аэробное дыхание, анаэробное дыхание, брожение.

4. *Энергия в экосистемах.* Первичная продуктивность. Валовая первичная продукция, чистая первичная продукция, чистая продуктивность сообщества. Вторичная продуктивность. Пути утечки энергии. Биомасса, видовое богатство и продуктивность. Экосистемы с максимальной и минимальной продуктивностью. Поддержание высокой продуктивности в агроценозах. Энергетические субсидии биоценозов (естественные и искусственные).

5. *Пищевые цепи.* Определение пищевой цепи. Типы пищевых цепей. Уровни потребления. Потери энергии в пищевых цепях. Потребление и устойчивость экосистем. Перевыпас и недовыпас, их влияние на экосистемы. Зависимость потерь энергии от размеров организма. Экологические пирамиды. Концентрирование элементов и молекул в пищевых цепях.

6. *Биологическое разнообразие в экосистемах.* Проблема характеристики разнообразия. Индексы разнообразия. Равномерность распределения. Распределение видов по численности. Разнообразие видов и границы сообществ. Экотон. Сверхорганизменная и индивидуалистическая концепции сообществ. Границы биогеоценозов. Разнообразие и продуктивность сообществ.

Х. ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ

1. *Сукцессия*. Условия присутствия вида. Смена сообществ в ходе сукцессии. Деграционная сукцессия. Аллогенная сукцессия. Автогенная сукцессия: первичная и вторичная. Концепция облегчения. Особенности ведущих факторов на начальных и поздних этапах сукцессии. Пионерные формы, их особенности. Виды -- эдификаторы. Климакс. Моноклимакс, поликлимакс, циклический климакс.

2. *Конкуренция и динамика сообществ*. Конкурентное исключение. Лимитирующее сходство и взаимодействие экологических ниш. Гильдии и комплементарность ниш. Диффузная конкуренция.

3. *Влияние нарушений на структуру сообществ*. Уменьшение конкуренции. Нарушение хода сукцессии. Уничтожение климаксных сообществ. Бедствия и катастрофы; "сообщества бедствий". Роль нарушений биоценозов в поддержании видового разнообразия. Проблема вымирания организмов.

4. *Островная экология*. Универсальность понятия "остров" и островной концепции. Влияние скорости заселения и площади острова на разнообразие островной экосистемы. Дисгармоничность островных сообществ и неопределенность их структуры. Островное обеднение. Взаимообусловленность появления и исчезновения видов. Принципы организации заповедников и охраны естественных биоценозов.

5. *Устойчивость сообществ*. Устойчивость как мера чувствительности к нарушениям. Упругость и сопротивление сообщества. Локальная и общая устойчивость. Динамически прочные и хрупкие сообщества. Связь устойчивости и сложности сообщества.

ХІ. БИОСФЕРА

Биосфера как крупнейшая биологическая система и оболочка Земли. Биогеохимия. Труды В.И. Вернадского. Ноосфера. Энергетические типы экосистем. Потребление энергии биосферой. Концепция Геи. Понятие биогеохимического цикла. Структура и типы круговоротов веществ. Циклы серы, углерода, азота, фосфора, кальция. Биогенные источники элементов в биогеохимических циклах. Глобальные тенденции в биологическом разнообразии. Изменения в биосфере и перспективы развития человечества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Одум Ю. Экология. Т. 1,2. М., Мир, 1986. (доступна на сайте: <http://molbio.ru/review/>)
2. Шилов И.А. Экология. М., Высшая школа. Ряд изданий, напр., 3 изд., 2001.
3. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989, т.1 - 667 с., т.2 - 477 с. (том 1 – <http://ksu-uz.com/sovhoz/bigon1.djvu>; том 2 – <http://ksu-uz.com/sovhoz/bigon2.djvu>)
7. Риклефс Р. Основы экологии. М., Прогресс, 1978.
4. Дажо Р. Основы экологии. М., Прогресс, 1975.
5. Радкевич В.А. Экология. Краткий курс. Минск, Вышэйшая школа, 1977; 1983.
6. Одум Ю. Основы экологии. М., Мир, 1975. (<http://ksu-uz.com/sovhoz/odum.djvu>)
8. Кипятков В. Е. Практикум по математическому моделированию в популяционной экологии. Изд-во СПбГУ, 2002, 62 с. (<http://www.bio.pu.ru/win/lit/evolut/populus.html>).

Составитель:

доцент, к.б.н. В.Д. Иванов