**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

**«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»**

**"Утверждаю"**

Заместитель председателя

Приемной комиссии

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.А. Цвиринько**

**ПРОГРАММА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

**ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ЭКОЛОГИЯ**

**для поступления по образовательной программе высшего образования ‒**

**программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности**

**1.5.15 Экология**

Симферополь, 2023

**Разработчик программы**

Ивашов А.В.. – доктор биологических наук, заведующий кафедрой экологии и зоологии, Институт биохимических технологий, экологии и фармации ФГАОУ ВО «КФУ им В.И. Вернадского»

**1. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ**

Возникновение и развитие экологии. Введение термина "экология" Эрнстом Геккелем в 1866 г. для обозначения науки о взаимодействиях животного организма и его среды. Исторически сложившаяся система взглядов на экологию в России и за рубежом. Современные представления об экологии как биологической науки о системах надорганизменного уровня организации жизни. Место экологии среди других биологических наук. Взаимодействие с другими науками.

Задачи экологии: теоретические, прикладные.

Системный подход. Атрибуты системы и их выделение в процессе реализации системного подхода. Вещественные, энергетические и информационные связи в биосистемах. Обратные прямые и обратные связи биосистем с окружающей средой.

Управление в биосистемах надорганизменного уровня организации жизни. Атрибуты управляемой системы. Информация в биосистемах.

Методы: полевые наблюдения, эксперимент, моделирование.

**II. ЭКОЛОГИЯ ОСОБИ**

Атрибуты организма (особи, индивидуума) как биосистемы. Организм как самоуправляемая дискретная самовоспроизводящаяся структура, обменивающаяся веществом, энергией и информацией с внешней средой.

Экологические факторы. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Диапазон условий (температуры, влажности, солевого состава и др.), в пределах которого возможно существование и размножение организмов. Кривая толерантности. Многомерная модель экологической ниши. Взаимодействие факторов. Критические периоды в жизни организмов.

Обменные процессы, связывающие организмы со средой. Биогенные элементы. Зависимость организмов от разных источников энергии (фототрофы и хемотрофы) и разных источников углерода (автотрофы и гетеротрофы). Первичная продукция - чистая и валовая. Дыхание растений. Заменимые и незаменимые ресурсы. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. "Закон Ю.Либиха". Гетеротрофы. Поступление энергии с пищей и её дальнейшая трансформация. Рацион, ассимиляция, траты на обмен, рост и размножение. Потребление кислорода как показатель скорости обмена. Зависимость общего обмена и его интенсивности от массы тела. Влияние температуры на организмы. Эктотермы и эндотермы. Зависимость интенсивности обмена и скорости развития от температуры. Некоторые правила в экологии организмов. Правило "суммы эффективных температур" и его недостатки.

Разнообразие экологических факторов. Неблагоприятное воздействие факторов, загрязняющих окружающую среду.

**III. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ**

Определение популяции в теориях эволюции, экологии и генетике. Генетическая неоднородность популяции, генофонд и отклик его характеристик на влияние экологических факторов. Представление о *r*- и *К*-отборе. Иерархическая структура пространственного распределения популяций. Локальные популяции и метапопуляции. Популяция как система. Генофонд как управляющая подсистема популяции. Определение популяции с точки зрения системного подхода.

Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая). Связь между размерами организмов и плотностью популяции. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей.

Распределение смертности по возрастам. Когортные (динамические) и статические таблицы выживания (дожития): способы их построения. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов. Основные типы кривых выживания организмов. Демографические таблицы, учитывающие интенсивность размножения. Определение коэффициента воспроизводства *R0*. Время генерации и способы его оценки.

Экспоненциальный рост популяции. Скорость экспоненциального роста: её зависимость от характеристик организма (размера и др.), обеспеченности ресурсами и условий среды. Стабильное возрастное распределение. Расчет скорости экспоненциального роста по демографическим таблицам. Репродуктивная структура популяции. Разные типы возрастной структуры популяций и их связь с динамикой численности. Динамика биомассы популяции.

Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов. Равновесие рождаемости и смертности в популяциях. Точки устойчивого и неустойчивого равновесия на фазовых портретах популяций.

Рост народонаселения во всем мире и в отдельных регионах. Изменение кривой выживания по мере экономического развития и улучшения здравоохранения. Детская смертность. Различия в возрастной структуре и скорости роста популяций развитых и развивающихся стран.

Проблема динамики численности популяций. Логистическая модель регуляции роста численности: предпосылки и следствия. Эффект запаздывания и автоколебания численности. Воспроизведение автоколебательного режима в лабораторных экспериментах. Факторы зависимые и независимые от плотности. Минимальный размер популяции, необходимый для её благополучного существования. Проблема охраны редких и исчезающих видов. Красные книги.

Разнообразие типов динамики популяций. Циклические колебания численности грызунов, зайцеообразных и хищных. Смена механизмов регуляции в зависимости от достигнутого уровня численности. Преобладающий способ регуляции численности. Положение популяции в цепях питания биоценоза. Прямые и обратные связи.

Виды-вредители и их происхождение. Поддержание численности видов-вредителей на экономически оправданном уровне. Использование естественных врагов для контролирования видов-вредителей.

**IV. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯЦИЙ**

Разные типы взаимодействий популяций и способы их выявления. Нейтрализм, аменсализм, комменсализм и др.

Отношения "ресурс - потребитель" (хищник - жертва). Функциональная реакция потребителя на увеличение количества ресурса (числа жертв). Численная реакция потребителя на возрастание количества ресурса. "Пороговая концентрация" ресурса - минимальное содержание ресурса, допускающее поддержание стационарной (постоянной) численности. Колебания "хищник - жертва". Модель Лотки - Вольтерры. Попытки создания экспериментальных систем "хищник - жертва". Роль миграции хищника и жертвы в поддержании их сосуществования. Взаимоотношения "хищник - жертва" в природе. Коэволюция хищника и жертвы. Пищедобывательное поведение хищников (потребителей). Оптимальная стратегия выбора жертв. Особые виды "хищничества". Взаимодействия растительноядных животных и растений. Механизмы защиты высших наземных растений от выедания фитофагами и "цена" этой защиты. Паразитизм.

Конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Соотношение внутривидовой и межвидовой конкуренции. Теоретический подход к изучению конкуренции. Модель Вольтерры - Лотки - Гаузе и ее ограничения. Лабораторные опыты по конкуренции. Модели взаимодействия видов через потребление общих ресурсов. "Пороговая концентрация" ресурса и конкурентное преимущество. Конкуренция за два ресурса: графическая модель Д.Тилмана. Принцип конкурентного исключения (закон Гаузе) и его современная трактовка. Связь между числом устойчиво сосуществующих видов и числом плотностно-зависимых факторов. Сосуществование конкурирующих видов. Степень допустимого перекрывания экологических ниш.

Мутуализм. Примеры мутуализма среди животных, а также животных с растениями. Опылители. Микориза - мутуализм высших растений и грибов. Лишайники.

**V. СООБЩЕСТВА**

Определение сообщества. Различные подходы к выделению и описанию сообществ. Структура сообществ. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества. Индексы видового разнообразия, их зависимость от числа видов и соотношения их численностей. Роль конкуренции и хищничества в формировании и поддержании структуры сообществ. Островные сообщества: соотношение случайности заселения и биотических взаимодействий в формировании видового состава. Расхождение экологических ниш в сообществе. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Л.Г.Раменскому и Ф.Грайму: виоленты (компетиторы), патиенты (стресс-толеранты) и эксплеренты (рудералы).

Динамика сообществ во времени. Первичные и вторичные сукцессии. Климаксные сообщества. Изменения видового разнообразия в ходе сукцессии. Связь между продуктивностью и разнообразием. Устойчивость сообществ. Локальная и общая устойчивость. Нарушение структуры сообществ под влиянием антропогенных воздействий. Разработка мер по охране биоразнообразия.

**VI. ЭКОСИСТЕМЫ**

Атрибуты биосистем экосистемного уровня организации. Экосистемы в пространственной иерархии: от индивидуальной консорции до биосферы. Основные функциональные блоки организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. Функциональные блоки неживой материи

Условность границы между консументами и редуцентами. Биотрофы и сапротрофы. Биомасса и продукция. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов). Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофическая сеть и трофические уровни. Пирамида продукций.

Общая характеристика вещественных связей в экосистеме. Круговорот биогенных элементов. Трудности определения границ экосистемы: несовпадение пространственно-временных масштабов круговоротов разных элементов. Ограниченное число биогеохимических функций. Возможность интегральной оценки физиологической активности больших групп организмов.

Водные экосистемы. Плотность воды и ее зависимость от температуры. Проникновение света на глубину: снижение освещенности и изменение спектрального состава. Вертикальная структура водной толщи. Жизнь в толще воды и на дне. Планктон, нектон, бентос. Пелагиаль и литораль. Основные группы продуцентов: фитопланктон и макрофиты. Первичная продукция фитопланктона и методы её определения. Факторы, ограничивающие продукцию фитопланктона. Основные группы консументов и редуцентов в водной среде. Зоопланктон и его роль в минерализации органического вещества. Гетеротрофные бактерии. Взвешенное и растворенное органическое вещество. Детрит. Схема потоков вещества и энергии в пелагической экосистеме.

Океанические экосистемы. Неравномерность распределения первичной продукции по акватории океана. Высокая продуктивность прибрежных зон и районов подъема глубинных вод (апвеллингов). Низкая продуктивность большей части мирового океана и её возможные причины. Фиксация атмосферного азота. Специфические экосистемы, развивающиеся на глубине в местах выхода богатых сульфидами термальных вод.

Континентальные водоемы. Озеро как экосистема. Термический и кислородный режим озера. Стратификация водной толщи. Разные типы озер (олиготрофное, мезотрофное, евтрофное). Роль фосфора в лимитировании первичной продукции. Биогенная "нагрузка" и евтрофирование. Меры предотвращения евтрофирования. Контроль за развитием "снизу" (недостатком биогенов) и "сверху" (за счет пресса фитофагов).

Особенности речных экосистем. Соотношение автохтонного и аллохтонного органического вещества. Загрязнение рек и меры его предотвращения. Искусственное зарегулирование стока рек и его экологические последствия.

Наземные экосистемы. Особенности их организации, отличия от экосистем водных. Определяющая роль высших растений. Важность детритных пищевых цепей. Почва и происходящие в ней процессы трансформации вещества. Принципиальные отличия трофической организации наземных экосистем от пелагических. Основные типы растительных формаций Земного шара. Их распределение в зависимости от климатических условий. Первичная продукция в наземных экосистемах разного типа.

**VII. ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Исторические предпосылки рационального природопользования. Охрана природы, охрана окружающей среды, рациональное природопользование, оптимальное управление в среде обитания человека. Атрибуты управляемой системы.

Биосфера как охваченная жизнью область планеты Земля. Наличие воды и атмосферы. Их роль в поддержании определенного температурного режима. Атмосфера Земли в сравнении с атмосферами других планет. Особая роль организмов. Биосфера как гигантская система жизнеобеспечения. Концепция биосферы В.И.Вернадского и концепция Геи Дж.Лавлока.

Биосферный цикл углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Многолетние, сезонные и широтные изменения концентрации СО2 в атмосфере. Увеличении концентрации диоксида углерода в атмосфере в течение последнего столетия. Парниковый эффект: механизм возникновения и возможные последствия. Другие газы, способствующие развитию парникового эффекта. Образование метана: роль естественных экосистем и антропогенных источников. Рост концентрации метана в атмосфере. Процессы противостоящие накоплению СО2 и СH4 в атмосфере. Опасность глобального потепления.

Биосферный цикл азота. Азотфиксация в океане и на суше. Роль различных групп микроорганизмов. Значение азота как ресурса, лимитирующего первичную продукцию в океане. Ограничение азотфиксации нехваткой других биогенных элементов. Нитрификация и денитрификация. Азотфиксация на суше. Особая роль азотфиксирующих симбионтов высших растений. Производство и применение азотных удобрений.

Биосферный цикл серы. Решающая роль микроорганизмов. Образование сероводорода в водоемах как результат восстановления сульфатов сульфатредуцирующими бактериями. Сероводородная зона Черного моря. Загрязнение атмосферы диоксидом серы, выбрасываемым промышленными предприятиями. Кислотные дожди и их воздействие на озера, реки и леса.

Биосферный цикл фосфора. Ведущая роль геохимических процессов. Отсутствие в атмосфере газообразных соединений фосфора. Лимитирование фосфором первичной продукции в континентальных водоемах. Евтрофирование водоемов. Фосфорные удобрения.

Биосферный цикл кислорода и его сопряженность с циклом углерода. Свободный кислород атмосферы и его происхождение. Озоновый слой и опасность его разрушения.

Эволюция биосферы. Определяющая роль прокариот в становлении и поддержании основных биогеохимических циклов. Начало формирования кислородной атмосферы (2 млрд. лет тому назад), распространение эукариот (1 млрд. лет назад), выход жизни на сушу и развитие высших растений (0,4 млрд. лет назад), становление современной биосферы.

Интеграция и чрезвычайная мозаичность социо-, урбо- и природных систем.

Осознание человеком своей ответственности за существование биосферы: современный этап. Стокгольмская конференция ООН по проблемам окружающей среды человека 1972 года: включение в программу действий на межправительственном уровне мер для решения актуальных экологических проблем и вопросов охраны окружающей среды.

Факторы выживания человека и биосферы.

**Основная учебная литература:**

1. Экология / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский, И.Г. Шайхиев ;– Казань : КНИТУ, 2017. – 340 с.– Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500685

2. Экология : учеб. / ред.: Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. – М. : Кнорус, 2016. – 301 с.

3. Маринченко, А.В. Экология / А.В. Маринченко. – 7-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2016. – 304 с. – Режим доступа:– URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=452859

4. Экология : учебник и практикум для академического бакалавриата / О. Е. Кондратьева [и др.]; под редакцией О. Е. Кондратьевой. – М. : Юрайт, 2019. – 283 с

5. Блинов, Л. Н. Экология : учебное пособие для прикладного бакалавриата / Л. Н. Блинов, В. В. Полякова, А. В. Семенча ; под общей редак. Л. Н. Блинова. – М. : Юрайт, 2019. – 209 с.

6.Данилов-Данильян, В. И. Экология : учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Н. Митина, Б. М. Малашенков ; под редак. В. И. Данилова-Данильяна. – М. : Юрайт, 2019. – 363 с. – (Бакалавр. Академический курс).

7. Гурова, Т. Ф. Экология и рациональное природопользование : учебник и практикум для академического бакалавриата / Т. Ф. Гурова, Л. В. Назаренко. – М : Юрайт, 2019. – 188 с.

8. Хван, Т. А. Экология. Основы рационального природопользования : учебник для прикладного бакалавриата / Т. А. Хван. – М. : Юрайт, 2019. – 253 с.

9. Астафьева, О. Е. Основы природопользования : учебник для академического бакалавриата / О. Е. Астафьева, А. А. Авраменко, А. В. Питрюк. – М. : Юрайт, 2019. – 354 с.

**Дополнительная учебная литература:**

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: особи, популяции и сообщества.
2. М.: Мир, 1989, в 2-х томах
3. Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во Московск. гос. унив-та, 1990
4. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986, в 2-х томах
5. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980
6. Смуров А.В., Полищук Л.В. Количественные методы оценки основных
7. популяционных показателей: статический и динамический аспекты. М.: Изд-во Московск. гос. унив-та, 1989.
8. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1999.
9. Управление планетой Земля (спец. выпуск журнала "В мире науки", 1989, № 11)
10. Биосфера. (Перевод с англ. под ред. М.С. Гилярова). М.: Мир, 1972.
11. Небел Б. Наука об окружающей среде. М.: Мир, 1993, в 2-х томах
12. Ревелль П., Ревелль Ч. Среда нашего обитания. М.: Мир, 1994-1995, в 4-х книгах
13. Ивaшoв A.B. Пoпyляциoнныe cиcтeмы и иx aтpибyты // Жypнaл. oбщ. биoлoгии. -1987. Т. 50. - № 5. - C. 614-625.
14. Ивaшoв A.B. Биoгeoцeнoтичecкиe cиcтeмы и иx aтpибyты. // Жypнaл. oбщ. биoлoгии. - 1991. - T. 52, № 1. - C. 115 - 128.

**Методические материалы:**

1.Ивашов А.В. Методические указания для опорных лекций по дисциплине « Экология и рациональное природопользование» . Симферополь: КФУ, 2020. – 30 с.

2. Ивашов А.В. Методические указания по лабораторным занятиям по дисциплине « Экология и рациональное природопользование». Симферополь: КФУ, 2020.- 23 с.

3. Ивашов А.В. Методические указания по самостоятельной работе по дисциплине «Экология и рациональное природопользование» Симферополь: КФУ, 2020.- 34 с.

4. Ивашов А.В. Учебно-методическое пособие по дисциплине « Экология и рациональное природопользование» Симферополь: КФУ, 2020. 96 с.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет":**

Основные справочные и поисковые системы: LibNet, MedLine, PubMed, Google, Yandex, Rambler и др.

Сайт Центра всемирного наследия ЮНЕСКО [Электронный ресурс] Режим доступа :http://whc.unesco.org

Портал «ЮНЕСКО — Наследие[Электронный ресурс] Режим доступа» http://heritage.unesco.ru

Сайт Бюро ЮНЕСКО в России, [Электронный ресурс] Режим доступа http://www.unesco.ru

Сайт Фонда «Охрана природного наследия» [Электронный ресурс] Режим доступа, http://www.nhpfund.ru/

Сайт Центра охраны дикой природы (ЦОДП) [Электронный ресурс] Режим доступа, http://www.biodiversity.ru

Национальный портал «Природа» [Электронный ресурс] Режим доступа, http://www.priroda.ru

Сайт Центра охраны дикой природы (ЦОДП) [Электронный ресурс] Режим доступа, http://www.biodiversity.ru

Сайт Гринпис РФ[Электронный ресурс] Режим доступа, http://www.greenpeace.org

Сайт Российского регионального экологического центра, http://info.rusrec.ru

Сайт Министерства природных ресурсов РФ, http://www.mnr.gov.ru[Электронный ресурс] Режим доступа

Сайт библиотеки КФУ Режим доступа. http://cfu.ru