

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Оренбургский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук
(ОФИЦ УрО РАН)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОФИЦ УрО РАН

д.м.н., член-корреспондент РАН

(уч. степень, уч. звание)

 Черкасов С.В.

(подпись)

(ФИО)

« 25 » октября 202 2 г.

ПРОГРАММА

ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ В АСПИРАНТУРУ

Область науки – 1. Естественные науки

Группа научных специальностей – 1.5. Биологические науки

Научная специальность – 1.5.15. Экология

1. Общие положения

Целью программы вступительного испытания является определение уровня знаний лиц, поступающих в аспирантуру ОФИЦ УрО РАН по научной специальности 1.5.15. Экология (группа научных специальностей – 1.5. Биологические науки)

Программа вступительного испытания по научной специальности 1.5.15. Экология (группа научных специальностей – 1.5. Биологические науки) проводится в форме устного экзамена.

2. Перечень тем вступительного испытания

№	Наименование темы	Содержание темы
1	Предмет, задачи и методы современной экологии	Экология как наука, познающая живой облик биосферы Введение термина «экология» Эрнстом Геккелем в 1866 г. для обозначения науки о взаимодействиях организма и среды. Множественность корней современной экологии. Развитие экологии в 20-м столетии. Уровни организации живой материи, изучаемые экологией (организм, популяция, сообщество, экосистема, биосфера). Две группы задач и соответствующие им подходы в современной экологии. (1) Изучение механизмов, определяющих распространение и обилие организмов (популяционный подход). (2) Изучение протекающих с участием организмов процессов трансформации вещества и энергии в экосистемах и биосфере (экосистемный подход). Возможности и ограничения каждого из подходов. Объяснительное начало современной экологии. Роль теоретических моделей (гипотез), экспериментов и полевых наблюдений.
2	Экология особи	Организм как дискретная самовоспроизводящаяся структура, связанная обменом веществ с окружающей средой. 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. Переживание неблагоприятных условий в покоящемся состоянии. 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. Заменяемые 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

		<p>массы тела. Влияние температуры на организмы. Экотермы и эндотермы. Зависимость интенсивности обмена и скорости развития от температуры. Правило «суммы температур».</p> <p>Жизненные циклы. Полициклические (размножающиеся многократно) и моноциклические (размножающиеся однократно) организмы. Конкуренция за ресурсы между разными функциями. Представление о г- и К-отборе.</p>
3	Экология популяций	<p>Определение популяции в экологии и генетике. Генетическая неоднородность популяции. Иерархическая структура популяций. Локальные популяции и метапопуляции.</p> <p>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. Территориальное поведение. Соотношение затрат на охрану территории и получаемых при этом выгод.</p> <p>Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов. 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 R_0. Время генерации и способы его оценки.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Проблема динамики численности популяций. Логистическая модель регуляции роста численности: предпосылки и следствия. Эффект запаздывания и</p>

		<p>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.</p> <p>Разнообразие типов динамики популяций. Циклические колебания численности грызунов, зайцеобразных и хищных. Смена механизмов регуляции в зависимости от достигнутого уровня численности. Преобладающий способ регуляции численности и положение организмов в цепях питания. Виды-вредители и их происхождение. Ограничение численности видов-вредителей: истребительные и регулирующие меры. Пестициды. Последствия применения хлорорганических пестицидов: накопление в высших звеньях трофической цепи. Современные требования к пестицидам. Поддержание численности видов-вредителей на экономически оправданном уровне. Использование естественных врагов для контролирования видов-вредителей.</p>
4	Взаимодействия популяций	<p>Разные типы взаимодействий популяций и способы их выявления.</p> <p>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. Изоклина «нулевого прироста» популяции в пространстве двух ресурсов (взаимозаменяемых и незаменимых).</p> <p>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. «Цена» защиты от хищников. 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.</p> <p>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</p>

		<p>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.</p> <p>Сосуществование конкурирующих видов. Степень допустимого перекрытия экологических ниш.</p> <p>Мутуализм. Примеры мутуализма среди животных, а также животных с растениями. Опылители. Микориза – мутуализм высших растений и грибов. Лишайники.</p>
5	Сообщества	<p>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), пациенты (стресс-толеранты) и эксплеренты (рудералы).</p> <p>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.</p>
6	Экосистемы	<p>Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы. 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.</p> <p>Основные функциональные группы организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. 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 продукции. Регуляция отдельных уровней «снизу» и «сверху».</p> <p>Водные экосистемы. Плотность воды и ее зависимость</p>

		<p>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).</p> <p>Особенности речных экосистем. Соотношение автохтонного и аллохтонного органического вещества. Загрязнение рек и меры его предотвращения. Искусственное зарегулирование стока рек и его экологические последствия.</p> <p>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.</p>
7	Биосфера и место в ней человека	<p>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</p>

	<p>Дж. Лавлока.</p> <p>Биосферный цикл углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Многолетние, сезонные и широтные изменения концентрации CO₂ 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 CO₂ и CH₄ в атмосфере. Опасность глобального потепления.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Биосферный цикл фосфора. Ведущая роль геохимических процессов. Отсутствие в атмосфере газообразных соединений фосфора. Лимитирование фосфором первичной продукции в континентальных водоемах. Евтрофирование водоемов. Фосфорные удобрения.</p> <p>Биосферный цикл кислорода и его сопряженность с циклом углерода. Свободный кислород атмосферы и его происхождение. Озоновый слой и опасность его разрушения.</p> <p>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. Осознание человеком своей ответственности перед остальной биосферой. Причины, побуждающие охранять природу. Переход от антропоцентризма к биоцентризму.</p>
--	---

3. Рекомендуемая литература

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология: особи, популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989, в 2-х томах.
2. Гиляров А.М. Популяционная экология. – М.: Изд-во Московск. гос. унив-та, 1990.
3. Маргалеф Р. Облик биосферы. – М.: Наука, 1992.
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 популяционных показателей: статический и динамический аспекты. – М.: Изд-во Московск. гос. унив-та, 1989.
7. Шилов И.А. Экология. – М.: Высшая школа, 1999.
8. Управление планетой Земля (спец. выпуск журнала «В мире науки», 1989, № 11).
9. Энергия для планеты Земля (спец. выпуск журнала «В мире науки», 1990, № 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. Krebs C. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. (3d edition). N. Y.: Harper and Row, 1985.
14. MacArthur R. Geographical ecology: Patterns in the distribution of species. N. Y.: Harper and Row, 1972.