



**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«Калужский государственный университет  
им. К.Э. Циолковского»**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ,  
ПРОВОДИМЫХ УНИВЕРСИТЕТОМ САМОСТОЯТЕЛЬНО  
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ  
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

## **1.5 «Биологические науки»**

### **1.5.15 «Экология»**

Настоящая программа составлена в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования, федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования; паспортом специальности научных работников 06.06.01 - экология (биологические науки).

Настоящая программа предназначена для лиц, поступающих в аспирантуру по специальности 06.06.01 - экология (биологические науки).

Вступительный экзамен служит средством проверки базовых знаний по данной специальности, проводится в виде тестирования. Программа состоит из вопросов для подготовки к экзамену, списка рекомендуемой литературы и примеров тестовых заданий.

### **Введение**

В основу настоящей программы положены сведения из ряда отраслей наук, описывающих функционирование и перспективы развития современной экологии.

### **Вопросы для подготовки к вступительному экзамену**

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

1.1. 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.

1.2. 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**

2.1. 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.

2.2. Кривая толерантности. Многомерная модель экологической ниши. Взаимодействие факторов. Переживание неблагоприятных условий в покоящемся состоянии.

2.3. Обменные процессы, связывающие организмы со средой. Биогенные элементы. Зависимость организмов от разных источников энергии (фототрофы и хемотрофы) и разных источников углерода (автотрофы и гетеротрофы).

2.4. Первичная продукция - чистая и валовая. Дыхание растений. Заменяемые и незаменимые ресурсы. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. "Закон Ю.Либиха".

2.5. 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.

2.6. Влияние температуры на организмы. Эктотермы и эндотермы. Зависимость интенсивности обмена и скорости развития от температуры. Правило "суммы температур".

2.7. Жизненные циклы. Полициклические (размножающиеся многократно) и моноциклические (размножающиеся однократно) организмы. Конкуренция за ресурсы между разными функциями. Представление о  $r$ - и  $K$ -отборе.

### **3. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ**

3.1. Определение популяции в экологии и генетике. Генетическая неоднородность популяции. Иерархическая структура популяций. Локальные популяции и метапопуляции.

3.2. 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.

3.3. 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.

3.4. 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.

3.5. 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.

3.6. 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.

3.7. 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.

3.8. 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.

#### **4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯЦИЙ**

4.1. Разные типы взаимодействий популяций и способы их выявления. 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).

4.2. 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.

4.3. 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.

4.4. 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.

## **5. СООБЩЕСТВА**

5.1. 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).

5.2. Динамика сообществ во времени. Первичные и вторичные сукцессии. Климатические 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.

## **6. ЭКОСИСТЕМЫ**

6.1. 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.

6.2. 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 продукций. Регуляция отдельных уровней "снизу" и "сверху".

6.3. 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.

6.4. 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.

6.5. 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.

6.6. 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 эвтрофирование. Меры предотвращения эвтрофирования. Контроль за развитием "снизу" (недостатком биогенов) и "сверху" (за счет пресса фитофагов).

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

6.8. 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.

## **7. БИОСФЕРА И МЕСТО В НЕЙ ЧЕЛОВЕКА**

7.1. 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.

7.2. Биосферный цикл углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Многолетние, сезонные и широтные изменения концентрации  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  в атмосфере. Опасность глобального потепления.

7.3. 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.

7.4. 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.

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

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

7.7. 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.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Степановских А.С. Общая экология [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Степановских А.С. — Электрон. текстовые данные. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 687 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8105> .— ЭБС «IPRbooks»

2. Еськов Е.К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Еськов Е.К.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2012.— 584 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9640>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Алексеев С.И. Экология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев С.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Евразийский открытый институт, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2006. — 119 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11124>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Меньшакова В.В. Прикладная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Меньшакова В.В.— Электрон. текстовые данные.— Волгоград:

Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2010.— 134 с.—  
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11342>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Питулько В.М., В.В.Кулибаба, В.В.Растоскуев. Техногенные системы и экологический риск. - Изд. Центр «Академия». - М.: 2013. - 412 стр. гриф Минобрнауки РФ

6. Колесников, Е. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду. Экспертиза безопасности : учебник и практикум для вузов / Е. Ю. Колесников, Т. М. Колесникова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2021. – 469 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09296-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/468928> (дата обращения: 15.11.2021).

7. Биоразнообразие и охрана природы : учебник и практикум для вузов / Е. С. Иванов, А. С. Чердакова, В. А. Марков, Е. А. Лупанов. –2-е изд., испр. и доп. –Москва : Издательство Юрайт, 2021. –247 с. –(Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11378-5. –Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. –URL: <https://urait.ru/bcode/475410> (дата обращения: 15.11.2021).

8. Хартанович, Елена Александровна. Экономика природопользования : [практикум по направлению 38.03.01 "Экономика", направленность подготовки "Экономика предприятий и организаций", всех форм обучения] / Е. А. Хартанович ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Сиб. гос. ун-т науки и технологий им. акад. М. Ф. Решетнева. - Красноярск : СибГУ, 2020. - 81, [1] с. : табл. - Библиогр.: с. 66-67.

9. Иванов, А. Н. Охраняемые природные территории : учебное пособие для вузов : [по направлениям "География" и "Экология и природопользование"] / А. Н. Иванов, В. П. Чиждова. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2018. - 183, [4] с. : ил., граф., схем., табл. - (Университеты России). - Библиогр.: с. 177-185.

10. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология: Общеэкологическая концепция биосферы и экономические рычаги преодоления Глобального экологического кризиса; обзор современных принципов и методов защиты биосферы: Учебник для вузов. Под ред. В.Ф.Панина. – Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 327 с.

### **Минимальное количество баллов – 40.**

#### **Примеры тестовых заданий**

1. Постоянство кислорода в атмосфере поддерживается:

- 1) животными;
- 2) растениями;
- 3) человеком;
- 4) эрозией горных пород.

2. Использование вторичного сырья для экосистем:



- 1) полезно;
- 2) вредно;
- 3) безразлично;
- 4) нарушает пищевые цепи.

3. Что изучает экология?

- 1) отношение организмов между собой и окружающей их средой;
- 2) разнообразных животных и растений;
- 3) инфекционные заболевания людей и животных;
- 4) растительные сообщества континентальных территорий.

4. Какой термин ввел в науку Э. Геккель:

- 1) экосистема;
- 2) экология;
- 3) биогеоценоз.

5. По способности разрушать экосистемы не имеет себе равных:

- 1) северный олень;
- 2) человек;
- 3) лошадь.

6. Биосфера – это:

- 1) совокупность экосистем;
- 2) биогеоценоз;
- 3) совокупность живых организмов на Земле.

7. Агроэкосистемы отличаются от естественных экосистем тем, что:

- 1) получают дополнительную энергию;
- 2) характеризуются большим разнообразием организмов;
- 3) подвергаются искусственному отбору растений и животных.

8. Органические вещества на Земле образуются:

- 1) в очистных сооружениях;
- 2) на химических предприятиях;
- 3) фотосинтезирующими организмами.

9. Комплекс природных тел и явлений, с которым организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях называется:

- 1) экосистемой;
- 2) фактором;
- 3) средой.

10. Сообщество организмов, населяющее данную территорию, называют:

- 1) биогеоценозом;
- 2) биоценозом;

3) экосистемой.

11. Популяцией называют:

- 1) относительно изолированную группу особей одного вида, длительно населяющих определенное пространство;
- 2) совокупность живых организмов одного вида и природной среды, в которой они обитают;
- 3) совокупность всех видов, обитающих на данной территории.

12. Наличие доступных ресурсов и жизненного пространства, которые необходимы популяции, определяется понятием:

- 1) давление жизни;
- 2) устойчивое воспроизводство;
- 3) емкость среды.

13. Биоценоз считается устойчивым, если он сохраняется в течение:

- 1) нескольких десятилетий;
- 2) нескольких лет;
- 3) нескольких месяцев.

14. Что дает возможность рассматривать биосферу как вечный двигатель:

- 1) неисчерпаемость солнечной энергии;
- 2) безотходное производство;
- 3) экологическая пирамида.

15. Выберите правильные суждения:

- 1) существование любой экосистемы зависит от постоянного притока энергии;
- 2) в экосистеме биогенные элементы могут быть использованы лишь однократно;
- 3) все биоценозы обязательно включают автотрофные растения.

16. Как изменилась связь современного человека с природой по сравнению с древними временами:

- 1) усилилась;
- 2) ослабла;
- 3) осталась на прежнем уровне.

17. Термин «экология» введен в науку:

- 1) Э. Зюссом;
- 2) Э. Геккелем;
- 3) В. Вернадским.

18. Аутэкология изучает:

- 1) взаимодействие популяций с окружающей средой;
- 2) взаимодействие организмов с окружающей средой;

3) взаимодействий сообществ с окружающей средой.

19. Учение о биосфере создано трудами:

- 1) А. Опарина;
- 2) В. Вернадского;
- 3) В. Сукачева.

20. Область распространения жизни на Земле, включающая в себя нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы – это:

- 1) биосфера;
- 2) биогеоценоз;
- 3) абиосфера.