



**Министерство науки и высшего образования  
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**

**06.06.01 «Биологические науки»**

Профиль «Экология (биологические науки)»

Настоящая программа составлена в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего образования, федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования.

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. Программа состоит из вопросов к экзамену, аннотаций ответов к ним и рекомендуемой литературы.

### **Введение**

В основу настоящей программы положены сведения из ряда отраслей наук, описывающих функционирование и перспективы развития современных отраслей биотехнологии. При сдаче кандидатского экзамена следует ориентироваться только на те разделы программы, которые соответствуют выбранному в диссертации направлению.

### **Вопросы 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 хемотротрофы) 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 перекрытия 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 продукции. 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 фитопланктона).

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. Увеличение 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, 2017.— 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, 2016. — 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»

## Примеры тестовых заданий

1. Каждая устойчивая экосистема включает следующие составляющие:
  - а) автотрофы, хемотрофы;
  - б) автотрофы и редуценты;
  - в) автотрофы, гетеротрофы;
  - г) гетеротрофы и редуценты.
  
2. Экосистемой называют:
  - а) строго определенную совокупность живых организмов;
  - б) любую совокупность совместно обитающих организмов и условий их существования, в которой поддерживается круговорот веществ;
  - в) любую замкнутую саморазвивающуюся природную систему;
  - г) строго определенную систему связей в живой природе между различными ее представителями.
  
3. Понятие «экосистема» ввел в 1935 году ботаник:
  - а) В.Н. Сукачёв;
  - б) А. Тенсли;
  - в) В.В. Докучаев;
  - г) В.И. Вернадский.
  
4. Любая совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой поддерживается круговорот веществ, называется:
  - а) биоценозом;
  - б) экотопом;
  - в) экосистемой;
  - г) биотопом.
  
5. К гетеротрофам НЕ относятся:
  - а) паразиты;
  - б) сапротрофы;
  - в) консументы;
  - г) продуценты.
  
6. Продукцию растений (продуцентов) называют:
  - а) первичной;
  - б) вторичной;
  - в) третичной;
  - г) основной.



7. Основные звенья цепей питания называют:
- а) трофическими уровнями;
  - б) трофическими факторами;
  - в) пищевыми базами;
  - г) пищевыми секторами.
8. Различают следующие цепи питания:
- а) прямые и обратные;
  - б) консументов и паразитов;
  - в) симбиотические и сапротрофные;
  - г) выедания и разложения.
9. На каждом этапе передачи вещества и энергии по пищевой цепи теряется примерно:
- а) 10% энергии
  - б) 20% энергии
  - в) 50 % энергии
  - г) 90% энергии
10. Одной из причин неустойчивости агроэкосистем является:
- а) быстрое истощение почв, вызванное сбором урожая;
  - б) большое разнообразия видов растений, высаживаемых одновременно;
  - в) плохой уход за агроэкосистемами в целом
  - г) неизученность агроэкосистем.
11. Большую роль в поддержании устойчивости агроэкосистем играет:
- а) правильная организация севооборота;
  - б) посадка одного сорта растений;
  - в) увеличение площади агроценоза;
  - г) усиление полива.
12. Из перечисленного ниже НЕ относится к агроценозам:
- а) территория, занятая под фабрику;
  - б) пашня;
  - в) пастбище;
  - г) животноводческий комплекс.
13. К экологическим сукцессиям, обусловленным внешними факторами, относят:
- а) изменение луга под влиянием выпаса;
  - б) зарастание скал;
  - в) самозарастание озера;
  - г) самозарастание отвалов пустой породы.

14. Мероприятия, направленные на восстановление утраченного плодородия почв, называются:

- а) рекапитуляцией;
- б) реиммиграцией;
- в) реинтродукцией;
- г) рекультивацией.

15. Под влиянием внутренних факторов продуктивность сообщества:

- а) нарастает;
- б) уменьшается
- в) не изменяется;
- г) слегка уменьшается.

16. Основным принципом устойчивости экосистем является:

- а) многообразие форм жизни;
- б) пространственный размер экосистем;
- в) стабильный климат;
- г) географическая широта места

17. Повышение плотности популяции сверх определенного уровня сказывается на

- а) падении рождаемости особей;
- б) увеличении размеров особей внутри популяции;
- в) резком и долговременном улучшении генетических признаков в потомстве;
- г) резком сокращении ареала данной популяции.

18. Конкурентные отношения в природе возникают в случае:

- а) обитания на одной территории большого разнообразия видов;
- б) исчезновения какого-либо вида;
- в) появления любого нового вида;
- г) недостаточности какого-либо ресурса.

19. Для обеспечения круговорота веществ в экосистеме необходимо наличие таких

составляющих, как:

- а) энергия ветра и воды;
- б) биогенные элементы;
- в) продуценты, консументы, редуценты, биогенные элементы;
- г) продуценты, солнечная энергия и внутренняя энергия Земли.

20. На каждый последующий этап пищевой цепи передается примерно:

- а) 10% энергии
- б) 20% энергии
- в) 30% энергии
- г) 40% энергии