


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тверской государственный университет»

ПРИНЯТО:

ученым советом
университета протокол № 8
от «29» марта 2023 г.

УТВЕЖДАЮ:


Врио ректора С. В. Смирнов
«29» марта 2023 г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1.5.15. Экология

Тверь, 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Шифр научной специальности: 1.5.15. Экология

Направление исследований обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в рамках паспорта научной специальности: исследования влияния абиотических факторов технологических процессов и продукции нефтегазовой отрасли на живые организмы в природных и лабораторных условиях с целью установления пределов толерантности и устойчивости организмов к техногенному воздействию.

При подготовке к экзамену аспирант обязан изучить основные труды по методологии и методике экологии и экологических исследований, наиболее важные работы по прикладной экологии, биосферологии, а также смежным дисциплинам – природопользованию и охране природы.

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний аспиранта (прикрепленного лица), уровень подготовленности к самостоятельной научно-исследовательской работе.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Раздел 1. Основы общей экологии

1. Экология как наука. Предмет, содержание и задачи экологии. Первое научное определение экологии (Э. Геккель, 1866). Взаимоотношения экологии с другими науками. Дисциплины, пограничные с экологией.

2. Системность жизни: средообразующая роль живых организмов, разнообразие форм жизни на планете Земля, разнообразие форм превращения вещества и энергии. Уровни организации живой материи: организм, популяция, сообщество, зональные экологические системы (биомы), биосфера.

3. Биосфера как специфическая оболочка Земли и арена жизни. Границы биосферы в литосфере, гидросфере и атмосфере. Функциональные связи в биосфере. Биосфера как среда обитания человека.

4. Биогенный круговорот вещества и энергии. Биогеохимические циклы основных элементов живого вещества – углерода, азота, фосфора, кремния. Синтез и распад органического вещества в биосфере.

Раздел 2. Факториальная экология (аутэкология)

1. Экологические факторы, классификация. Ограничивающий фактор, экологический оптимум, экстремум. Сигнальная роль факторов. Адаптация. Виды адаптаций: анатомо-морфологические, физиологические, биохимические, поведенческие; типы адаптаций: фенотипическая и генотипическая адаптации. Норма реакции.

2. Экологические факторы и их действие. Абиотические факторы: основные, ведущие и второстепенные. Свет как фактор, регулирующий условия существования и поведения бионтов. Фотосинтез растений, связь освещенности

с фотосинтезом. Температура как фактор, регулирующий активность бионтов. Температура и распространение организмов. Стено – и эврибионты.

3. Совокупное действие экологических факторов. Биотические факторы. Формы биотических взаимоотношений. Ресурсы среды. Законы, определяющие взаимодействие факторов среды на организмы.

4. Общие закономерности воздействия экологических факторов: влияние факторов на биологические системы разного уровня, важность установления предельно допустимых концентраций и относительность их значений, многолетние наблюдения за состоянием экосистем и математические модели.

5. Основные законы аутоэкологии.

Раздел 3. Популяционная экология (демэкология)

1. Популяционная экология. Характер распределения организмов в пространстве. Свойства популяционной группы. Основные характеристики популяций: численность, плотность, рождаемость, смертность, прирост популяции, темп роста.

2. Популяционная структура вида. Структура популяции: половая, возрастная, пространственная и этологическая. Пространственная дифференциация и функциональная интеграция видов растений и животных. Поддержание пространственной структуры видов.

3. Понятие о динамике популяций (биотический потенциал, реальная и теоретическая кривые роста, кривые смертности, выселение особей из популяции). Флуктуация численности популяции и «циклические» колебания. Стратегии выживания.

4. Понятие об агрегации, изоляции и территориальности в экологии. Понятие о гомеостазе популяции. Общие закономерности регуляции численности популяции, модифицирующие и регулирующие факторы, основные типы популяционной динамики.

5. Основные законы демэкологии

Раздел 4. Экология сообществ (синэкология)

1. Экология сообществ. Биоценоз. Сообщество как совокупность взаимодействующих популяций. Типы взаимодействия между двумя видами (нейтрализм, конкуренция, аменсализм, паразитизм, хищничество, комменсализм, протокооперация, мутуализм).

2. Видовое, структурное и генетическое разнообразие в сообществах. Разнообразие и устойчивость сообществ. Экологическая сукцессия. Развитие сообществ в пространстве и во времени. Первичная сукцессия и ее основные стадии.

3. Климатическая стадия сукцессии как наиболее продуктивное состояние экосистемы. Вторичная сукцессия и роль антропогенных факторов в ее формировании. Экотон как переходное состояние экосистем. Зональные и локальные экотоны.

4. Концепция местообитания, экологической ниши и гильдии. Экологическая ниша. Трофический и пространственный аспекты. Правило конкурентного исключения Г.Ф. Гаузе. Фундаментальная ниша Д.Э.Хатчинсона. Потенциальная и реализованная ниша.

Раздел 4. Системная экология

1. Экосистемы – основные звенья биосферы. Организация (структура) экосистем. Основные экосистемы Земли. Трофическая структура экосистемы и круговорот вещества в ней.

2. Зональные экологические системы. Факторы, определяющие природную зональность и высотную поясность экосистем. Основные характеристики зональных экологических систем.

2. Продуктивность и биомасса экосистем: общие определения, экологические параметры продуктивности, пирамиды чисел. Динамика и развитие экосистем. Стабильность и устойчивость экосистем. Естественные и искусственные экосистемы, механизмы их устойчивости. Энергетика экосистем.

3. Биосфера – глобальная природная экосистема. Строение Земли, ее оболочки, их структура, взаимосвязь, динамика. Природные ландшафты. Границы биосферы в атмосфере, гидросфере и литосфере.

Раздел 5. Прикладная экология

1. Прикладная экология. Принципы и практические меры в различных отраслях промышленности, направленные на охрану живой природы. Процесс урбанизации. Урбоэкология. Агроэкология.

2. Фрагментация (расчленение) ареалов видов в результате расширения сельхозугодий, поселений и коммуникаций человека. Загрязнение человеком воздушной, водной среды и почвы. Основные источники загрязнения.

3. Сохранение биоразнообразия и биологической продуктивности биосферы (глобальные конвенции, создание особо охраняемых природных территорий, сохранение растительного и животного мира в урбанизированной среде и в агрокультурном ландшафте). Состояние окружающей природной среды и ее охрана в России. Региональные проблемы экологии.

4. Принципы и механизмы системного экологического мониторинга и контроля в отраслях промышленности. Оценка качества окружающей среды. Нормирование экологических нагрузок. Оценка экологических ущербов. Мониторинг отдельных природных сред.

Раздел 6. Экология человека

1. Экология человека. Общие законы взаимодействия человека и биосферы. Влияние промышленной деятельности на среду обитания человека. Экология человека и проблемы адаптации.

2. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие человеческого общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды в условиях той или иной промышленной деятельности.

3. Экологические основы жизнедеятельности. Проблема народонаселения, воспроизводство населения и демографические процессы. Образ жизни и качество здоровья. Основы биолого-генетического мониторинга человеческой популяции.

ВОПРОСЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

1. Содержание, предмет и важнейшие задачи экологии как биологической науки. Место экологии в системе наук. Экология как одна из фундаментальных биологических дисциплин и как часть современного мировоззрения.

2. Становление классической экологии. Организм и сообщество как объекты экологии, дифференциация на ауто-, дем- и синэкологию.

3. Методы экологических исследований – полевые наблюдения, полевой и лабораторный эксперименты, экологический мониторинг, математическое моделирование. Системный подход. Значение общей экологии для формирования экологического мировоззрения.

4. Формирование биоценологии. Концепции сукцессии и климакса, Ф.Клементс. Развитие геоботаники, геоботанические школы в Европе и в СССР.

5. Глобальный уровень: В.И.Вернадский и учение о биосфере. Роль почвоведения в развитии общей экологии: В.В.Докучаев.

6. Основные типы среды обитания. Понятие о среде обитания живых организмов, ее основные типы – наземно-воздушная, водная, почвенная среда, тела других организмов

7. Среда обитания. Особенности сред обитания.

8. Определение экологических факторов. Факторы абиотические, биотические и антропогенные; факторы, зависящие и не зависящие от плотности. Условия и ресурсы.

9. Общие закономерности влияния экологических факторов на организм. Пределы толерантности, зоны оптимума, нормы и пессимума. Концепция лимитирующих факторов, закон минимума Ю.Либиха. Совместное воздействие факторов среды на организмы.

10. Основные стратегии приспособления организмов к действию неблагоприятных факторов: подчинение среде, активное сопротивление и избегание. Анабиоз и гипобиоз. Экологические классификации организмов.

11. Понятие жизненной формы. Происхождение жизненных форм. Классификации жизненных форм растений и животных. Основные адаптации живых организмов к существованию в различных типах сред.

12. Экологические группы наземных организмов. Адаптации к полету, бегу, лазанию и т.п. Экологические группы водных (планктон, нейстон, нектон, перифитон, бентос). Морфофизиологические адаптации паразитических организмов – особенности размножения, питания, газообмена.

13. Экологические группы почвенных организмов. Основные способы описания зависимости скоростей биологических процессов от температуры – уравнение Вант-Гоффа – Аррениуса, коэффициент Вант-Гоффа.

14. Особенности зависимости от температуры химических и биохимических реакций, физиологических процессов. Температурные диапазоны существования живых организмов на Земле.

15. Экологические группы организмов по отношению к температуре – термофильные, мезотермные и криофильные. Стенотермные и эвритермные виды. Адаптации организмов к высоким и низким температурам. Правила Аллена и Бергмана.

16. Изменения количества осадков и влажности воздуха в зонально-географическом аспекте. Основные типы адаптаций организмов к недостатку и избытку влаги.

17. Особенности адаптаций микроорганизмов к недостатку влаги. Осмотолерантные и галотолерантные микроорганизмы.

18. Экологические группы растений по отношению к воде – гидрофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты.

19. Особенности животных – обитателей жарких пустынь и влажных тропических лесов. Адаптации почвенных организмов к переувлажнению и иссушению почвы. Источники света в биосфере.

20. Спектральный состав солнечного света, его физические и энергетические характеристики, особенности распространения света в атмосфере. Фотосинтез. Эффективность использования света растениями. Зависимость интенсивности фотосинтеза от освещенности. С3 и С4 растения.

21. Экологические группы растений по отношению к свету. Гелиофиты и сциофиты, их морфо-физиологические особенности.

22. Содержание кислорода в различных жизненных средах. Изменения парциального давления кислорода на разных высотах. Потребности организмов в кислороде и адаптации к его дефициту. Зимние и летние заморы водоемов, их причины и воздействие на водные организмы. Доступность кислорода для почвенных организмов. Аэробные и анаэробные организмы.

23. Особенности видового разнообразия обитателей пресных, солоноватых, морских и пересоленных водоемов. Растения и микроорганизмы – обитатели засоленных почв. Особенности осморегуляции у пресноводных и морских организмов. Особенности физиологии обитателей засоленных почв.

24. Диапазон изменений рН в жизненных средах. Классификация водной среды и почв по величинам рН. Воздействие изменений рН на видовое разнообразие экосистем. Кислотные дожди, их происхождение и влияние на живые организмы.

25. Понятие популяции в экологии. Популяция как структурная единица вида и как функциональная единица биоценоза. Популяционная структура вида. Различные подходы к выделению популяций: популяция как реальная система и как условная часть вида. Популяции у видов с половым размножением и у агамных видов.

26. Популяция как генетическая система. Основные причины, определяющие генетическую гетерогенность природных популяций. Уравнение Харди-Вайнберга. Предмет и методы фенетики популяций. Основные статистические характеристики популяции: численность, плотность.

27. Половая структура. Возрастная структура популяций. Пререпродуктивный, репродуктивный и пострепродуктивный периоды; факторы, определяющие соотношение продолжительности этих периодов.

28. Этологическая структура. Уравнения роста популяции. Экспоненциальный рост. Скорость экспоненциального роста популяции, зависимость ее от размеров организма и факторов среды. Логистическая модель роста популяции.

29. Понятие емкости среды. Динамика численности микробных популяций в почве. Кинетический подход в почвенной микробиологии. Регуляция численности популяции, зависящая и независящая от плотности. Механизмы регуляции численности популяции: генетические: физиологические, этологические. Гомеостаз.

30. Внутривидовая конкуренция как механизм гомеостаза популяции. Минимальный размер популяции, необходимый для её благополучного существования. Изоляция. Самоизреживание у растений, территориальность у животных, регуляция метаболитами. Флуктуации численности популяций и циклические колебания.

31. Циклические колебания численности почвенных организмов. Принцип Олли. Экологические стратегии. К – и r-стратегия.

32. Межвидовые взаимодействия в сообществах. Классификация взаимодействий. Типы взаимодействий по принципу «польза-вред»: нейтрализм, хищничество и паразитизм, конкуренция, амменсализм, комменсализм, протокооперация имутуализм.

33. Хищничество: отношения типа «ресурс-потребитель». Динамика популяций хищника и жертвы, модель Лотки-Волтерры. Попытки создания экспериментальных систем «хищник-жертва», эксперименты Г.Ф.Гаузе. Взаимоотношения «хищник-жертва» в природных сообществах.

34. Коэволюция хищника и жертвы. Взаимодействия растительноядных животных и растений. Механизмы защиты растений от выедания фитофагами.

35. Паразитизм Конкуренция. Прямая и косвенная конкуренция. Особенности внутривидовой конкуренции у растений и животных.

36. Межвидовая конкуренция. Математическое моделирование конкуренции: уравнения Лотки-Вольтерры. Лабораторные опыты по изучению конкуренции. Конкуренция в гетерогенной среде. Условия сосуществования конкурирующих видов.

37. Протокооперация, мутуализм. Симбиоз. Синтрофия. Опыление растений. Примеры симбиозов: лишайники, микориза, микрофлора рубца, симбиотическая фиксация азота. Значение мутуализма в биологической продуктивности биогеоценозов. Симбиогенетическая теория происхождения эукариот.

38. Понятие экологической ниши в трактовках Дж.Гринелла, Ч.Элтона и Хатчинсона. Потенциальная экологическая ниша как гиперобъем. Мерность и ширина ниш у эврибионтных и стенобионтных видов. Реализованная экологическая ниша. Перекрывание ниш, межвидовая конкуренция и видовое разнообразие. Гильдии как совокупности функционально сходных видов.

39. Видовой состав и видовая структура сообщества. Доминанты и эдификаторы. Видовое разнообразие и его типы. Видовое богатство и выравненность. Иерархия биологического разнообразия: инвентаризационное и дифференцирующее разнообразие.

40. Количественная оценка разнообразия, показатели разнообразия. Параметрические распределения относительного обилия видов: геометрическое, разломанного стержня, логнормальное, лог-ряд. Факторы, определяющие уровень разнообразия сообществ.

41. Пространственная структура сообщества. Ярусность, мозаичность. Экотон. Особенности пространственной структуры сообществ почв. Синузия как эколого-биологическая, структурная единица биоценоза.

42. Консорция как элементарная единица функциональной организации биоценоза. Экологическая структура биоценоза.

43. Катастрофическое снижение биологического разнообразия в XX в. Проблема охраны биоразнообразия. Проблема сохранения разнообразия почв. Агроценозы. Понятие экосистемы.

44. Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы. Круговорот биогенных элементов. Соотношение понятий «экосистема» и «биогеоценоз». Структура экосистемы: абиотическая среда, автотрофы и гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты. Биотрофы, эккрисотрофы, сапротрофы. Деструкторы.

45. Энергия в экосистеме. Источники энергии в экосистеме. Аккумуляция энергии в почве. Потoki вещества и энергии: пищевые цепи, пищевые сети, трофические уровни. Аккумуляция загрязнителей в пищевых цепях, коэффициенты накопления.

46. Цепи потребления и детритные пищевые цепи. Почвенные организмы как основные деструкторы в экосистеме. Трофическая структура экосистемы и экологические пирамиды. Экологическая эффективность превращений энергии. Число трофических уровней в разных биогеоценозах и факторы, их определяющие.

47. Продуктивность. Первичная и вторичная продукция. Валовая и чистая первичная продукция. Географическое распределение первичной продукции, связь с плодородием почв. Вертикальное распределение продуктивности в наземных и водных экосистемах. Продуктивность почвенных сообществ.

48. Динамика экосистем. Циклические и поступательные изменения экосистем. Сукцессии. Аллогенные и автогенные, первичные и вторичные сукцессии. Изменение продуктивности и разнообразия экосистемы в ходе сукцессии. Концепция климакса. Пионерные сообщества. Сериальные и климаксовые сообщества. Сукцессии при разложении растительных остатков в почве.

49. Основы учения Н.Вернадского о биосфере. Место биосферы в планетарной системе Земли. Структура биосферы. Живое, косное, биогенное и биокосное вещество.

50. Границы распространения жизни, распределение жизни в биосфере. Географическая зональность и вертикальная поясность. Геохимическая работа живого вещества. Гомеостаз биосферы, теория Геи. Биосфера и ноосфера.

51. Биогеохимические циклы – традиционное направление современного почвоведения. Приоритет почвоведения в изучении биогеохимических циклов. Круговорот углерода.

52. Распределение углерода в биосфере. Скорость оборота углерода. Консервация углерода, каустоболиты. Многолетние колебания содержания CO₂ в атмосфере. Парниковый эффект. Опасность глобального потепления.

53. Круговорот азота. Роль микроорганизмов в превращениях соединений азота. Азотфиксация и ее практическое значение. Нитрификация и денитрификация. Проблема азотных удобрений. Накопление нитратов. Эвтрофикация водоемов.

54. Круговорот серы. Роль микроорганизмов. Образование H₂S в анаэробных зонах водоемов. Образование в атмосфере серной кислоты. Кислые дожди.

55. Круговорот фосфора. Ведущая роль геохимических процессов. Содержание фосфора как лимитирующий фактор. Запасы фосфосодержащих минералов.

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

57. Полезные ископаемые (нефть, газ, уголь, мел) как результат деятельности живых организмов в предыдущие геологические эпохи.

58. Основные природные зоны (биомы) биосферы Земли. Суша – арктические пустыни, тундра, тайга, листопадный лес, степь, полупустыня, пустыня, влажный тропический лес.

59. Океан – лиманы, литораль, континентальный шельф, открытый океан, коралловые рифы, зоны апвеллинга, гидротермальные источники.

60. Пресные воды – стоячие, текучие водоемы, болота, искусственные водоемы. Классификация природных ресурсов.

61. Ресурсы атмосферные, газовые, водные, почвенноземельные, минеральные, энергетические и биологические, заменимые и незаменимые, исчерпаемые и неисчерпаемые.

62. Природопользование как совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Основные положения рационального природопользования как основы устойчивого развития общества.

63. Основные принципы охраны природы.

64. Охраняемые природные территории – заповедники, заказники, национальные парки, памятники природы, их статус и режимы охраны. Ключевые биотопы. Международная Красная Книга, Красная книга России.

65. Основные тенденции экологического кризиса в современную эпоху. Глобальное потепление, его причины и основные последствия – повышение

уровня Мирового океана, опустынивание, снижение запасов пресной воды и т.д. Изменение химического состава и физических свойств атмосферы.

66. Проблема сохранения озонового слоя. «Парниковый эффект». Фотохимический смог. Кислотные дожди и трансграничный перенос загрязнений. Загрязнение биосферы.

67. Основные виды загрязнителей. Влияние загрязнителей на растительность, животный мир и здоровье человека.

68. Сокращение площади лесов, деградация естественных биогеоценозов, снижение биологического разнообразия, бедленды.

69. Проблемы исчерпания запасов органического топлива и пути ее преодоления. Альтернативные источники энергии и их воздействие на окружающую среду. Экологические проблемы ядерной энергетики.

70. Экологические проблемы роста народонаселения и урбанизации. Пути повышения продуктивности сельского хозяйства и решения проблемы мирового голода.

71. Координация усилий мирового сообщества в решении глобальных экологических проблем. Доклады Римского клуба. Монреальский и Киотский протоколы. Конференция в Рио-де-Жанейро по сохранению биологического разнообразия.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СДАЧЕ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Основная литература

1. Акимова Т.В. Экология. Человек-Экономика-Биота-Среда: / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин; 2-е изд., перераб. и дополн. – М.: ЮНИТИ, 2017. – 556 с.
2. Архангельский, В.И. Гигиена и экология человека: Учебник / В.И. Архангельский, В.Ф. Кириллов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 176 с.
3. Белозерский, Г. Н. Глобальная экология: учебник для вузов / Г. Н. Белозерский. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 507 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15343-9. — URL : <https://urait.ru/bcode/519654>
4. Воронков Н.А. Экология: общая, социальная, прикладная. Учебник для студентов вузов / Н.А. Воронков. – М.: Агар, 2016. – 424 с.
5. Волкова П.А. Основы общей экологии: Учебное пособие / П.А. Волкова. – М.: Форум, 2018. – 160 с.
6. Гальперин, М.В. Общая экология: Учебник / М.В. Гальперин. – М.: Форум, 2016. – 336 с.
7. Данилов-Данильян, В. И. Экология: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Н. Митина, Б. М. Малашенков; под ред. В. И. Данилова-Данильяна. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 363 с.
8. Еремченко О. З. Учение о биосфере: учеб. пособие для академического бакалавриата / О. З. Еремченко. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 236 с.
9. Маврищев В.В. Общая экология. Курс лекций: Учебное пособие / В.В. Маврищев. – М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2017. – 299 с.
10. Медведев, В. И. Социальная экология. Экологическое сознание: учебное пособие для вузов / В. И. Медведев, А. А. Алдашева. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2023. — 335 с. — (Высшее

- образование). — ISBN 978-5-534-06428-5. — URL :
<https://urait.ru/bcode/516232>
11. Степановских А.С. Биологическая экология. Теория и практика: учебник для студентов вузов, обучающихся по экологическим специальностям / А.С. Степановских. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2017. – 791 с.
12. Тютиков, С. Ф. Биологический мониторинг. Использование диких животных в биогеохимической индикации : учебник для вузов / С. Ф. Тютиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 230 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12899-4. — URL :
<https://urait.ru/bcode/519142>
13. Чернова Н.М. Общая экология: Учебник для студентов педагогических вузов / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2018. – 416 с.
14. Шилов, И. А. Организм и среда. Физиологическая экология : учебник для вузов / И. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 180 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13187-1. — URL :
<https://urait.ru/bcode/511930>
15. Экология. Под ред. проф. В.В. Денисова. Ростов-н/Д.: ИКЦ «МарТ», 2016. – 768 с.