

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)**

Аспирантура



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НР

Т.А. Ключкова

» 04 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ

научная специальность 1.5.15 Экология

Петропавловск-Камчатский,
2022

Программа вступительного экзамена рассмотрена и одобрена на заседании
научно-технического совета

Протокол №8 от 13.04.2022

Председатель НТС,
доктор биологических наук



Т.А. Ключкова

1. Предмет и задачи экологии

Экология как одна из фундаментальных биологических дисциплин и как часть современного мировоззрения. Уровни организации живой материи и структура экологии. Популяционный и экосистемный подходы. Методы экологических исследований. Математическое моделирование в экологии. Соотношение экологии с другими биологическими дисциплинами. Прикладная экология. Значение общей и прикладной экологии для сохранения окружающей среды и существования человечества.

2. История развития экологии

Описание биологического разнообразия и первые представления о "равновесии" в природе. Значение эволюционных представлений для развития экологии: К.Ф. Рулье, Ч. Дарвин. Э. Геккель и возникновение экологии как самостоятельной науки. Интенсивное развитие экологии в первой половине XX в. Возникновение экспериментальной экологии, Г.Ф. Гаузе. Начало математического моделирования: А. Лотка, В. Волterra. Формирование популяционной экологии: Ч. Элтон. А. Тенсли: введение понятия "экосистема". В.Н. Сукачев и биогеоценология. Изучение энергетических аспектов экологии и продуктивности сообществ. Глобальный уровень: В.И. Вернадский и учение о биосфере. Современный период в экологии. Развитие количественных подходов, прикладной экологии. Возникновение социальной экологии.

3. Экология организмов (аутэкология)

Экология особи (аутэкология): экологические факторы и их классификация. Взаимодействие организма и среды. Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации. Организм как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система, связанная со средой обменом вещества, энергии и информации. Разнообразие организмов. Источники энергии для организмов. Автотрофы и гетеротрофы. Трофические отношения между организмами: продуценты, консументы и редуценты.

Закон минимума Либиха. Закон оптимума. Лимитирующие факторы. Понятие об ограничивающем (лимитирующем) факторе. Закон толерантности (В. Шелфорда). Понятие об экологической валентности. Общий закон биологической стойкости (по Ламотту). Совместное действие факторов. Компенсация факторов.

Важнейшие абиотические факторы и адаптация к ним живых организмов. Климатические факторы и их экологическая роль. Адаптации. Гомеостаз (сохранение постоянства внутренней среды организма); принципы регуляции жизненных функций. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды. Генетические пределы адаптации. Экологические классификации организмов. Эврибионты и стенобионты. Основные стратегии приспособления организмов к

действию неблагоприятных факторов: r- и K-стратегии, система типов стратегий Раменского-Грайма. Вторичные типы стратегий. Пластичность стратегий.

Основные среды обитания: водная, наземно-воздушная, почва как среда обитания, организм как среда обитания. Взаимодействие организма со средой. Основные лимитирующие факторы и адаптации к ним в различных средах. Жизненные формы. Жизненные формы растений и животных. Плотность жизни. Биологические ритмы и их адаптивное значение. Внутренние и внешние ритмы.

4. Экология популяций (демэкология)

Определение понятия популяции. Размер популяции и ее структура. Основные статические характеристики популяции: численность, плотность. Структура популяции: биологическая, половая, возрастная, этологическая. Пространственная структура популяции. Механизмы поддержания пространственной структуры. Территориальность. Скопления животных и растений, причины их возникновения. Типы распределения организмов в пространстве: случайное, равномерное и агрегированное распределение. Особенности структуры популяций организмов.

Динамика численности популяций. Рождаемость, смертность, расселение, эмиграция, иммиграция. Уравнения роста популяции. Скорость роста популяции, зависимость ее от размеров организма и факторов среды. Таблицы и кривые выживания. Характер распределения смертности по возрастам в разных группах животных и растений. Экспоненциальная и логистическая модели роста популяции. Понятие емкости среды. Специфическая скорость роста популяции, "плотность насыщения" как показатель емкости среды, чистая скорость размножения. Регуляция численности популяции, зависящая и независящая от плотности. Механизмы регуляции численности популяции: генетические: физиологические, экологические.

Внутривидовые взаимоотношения (групповой эффект, массовый эффект, внутривидовая конкуренция). Внутривидовая конкуренция как механизм гомеостаза популяции.

5. Экология сообществ и экосистем (синэкология)

Понятие о сообществе. Биотоп. Биоценоз. Видовой состав и видовая структура сообщества. Видовое разнообразие и его типы. Биоценозы, их таксономический состав и функциональная структура. Особенности пространственной структуры сообществ. Местообитание и экологическая ниша. Потенциальная и реализованная экологическая ниша. Методы ординации и классификации сообществ. Проблема границ. Дискретность и континуум сообществ.

Формы биологических отношений в сообществах. Межвидовые взаимодействия в сообществах (конкуренция, нейтрализм, мутализм, симбиоз, сотрудничество, комменсализм, амменсализм, нахлебничество, паразитизм, хищничество). Конкуренция в гетерогенной среде. Условия сосуществования конкурирующих видов. Хищничество и паразитизм: динамика популяций хищника и жертвы. Амменсализм. Комменсализм. Мутуализм: симбиоз, синтрофия. Особенности и при-

меры межпопуляционных взаимодействий. Видовая структура сообществ и способы ее выявления. Видовое разнообразие как специфическая характеристика сообщества. Динамика сообществ во времени. Сукцессия. Сериальные и климаксовые сообщества.

Экосистема. Понятие экосистемы. Биогеоценоз. Структура экосистемы: абиотическая среда, автотрофы и гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты. Биотрофы, эккрисотрофы, сапротрофы. Деструкторы. Почва как важнейший компонент наземной экосистемы.

Энергия в экосистеме. Источники энергии в экосистеме. Потоки вещества и энергии: пищевые цепи, пищевые сети, трофические уровни. Цепи потребления и детритные пищевые цепи. Почвенные организмы как основные деструкторы в экосистеме. Продуктивность. Первичная и вторичная продукция. Валовая и чистая первичная продукция. Трофическая структура экосистемы. Стабильность экосистем. Гомеостаз, принцип обратной связи. Основные типы экосистем и их особенности: водные экосистемы (океанические экосистемы и континентальные водоемы), наземные экосистемы. Классификации экосистем. Динамика экосистем. Циклические и поступательные изменения экосистем. «Законы Коммонера».

6. Биосфера

Строение Земли, ее оболочки, их структура и взаимосвязь. Биосфера. Роль В.И. Вернадского в развитие учения о биосфере. Живое, косное и биокосное вещество, их взаимопроникновение и перерождение в круговоротах вещества и энергии. Функциональная целостность биосферы.

Почвы как биокосное тело. Роль почвы в продукционных процессах. Границы распространения жизни, распределение жизни в биосфере. Геохимическая работа живого вещества. Круговорот углерода. Распределение углерода в биосфере. Скорость оборота углерода. Консервация углерода, каустоболиты. Многолетние колебания содержания CO_2 в атмосфере. Парниковый эффект. Гипотеза глобального потепления. Круговорот азота. Роль микроорганизмов в превращениях соединений азота. Эвтрофикация водоемов. Круговорот серы. Роль микроорганизмов. Образование H_2S в анаэробных зонах водоемов. Образование в атмосфере серной кислоты. Кислые дожди. Круговорот фосфора. Ведущая роль геохимических процессов. Содержание фосфора как лимитирующий фактор. Запасы фосфорсодержащих минералов. Преобразующее влияние живого на среду обитания. Эффект самоочищения. Обменные процессы в организмах как ключевой этап биопродуктивности.

Биогеохимические функции разных групп организмов. Биоразнообразие как ресурс биосферы. Первичная продукция суши и океана. Потенциальная продуктивность Земли. Распределение солнечной радиации на поверхности Земли. Роль атмосферы в удержании тепла. Атмосфера Земли в сравнении с атмосферами других планет. Основные этапы эволюции биосферы.

7. Антропогенное воздействие на природу

Антропогенный материальный баланс. Антропогенное воздействие на потоки энергии и круговорот веществ. Классификация антропогенных воздействий. Основные загрязнители природной среды. Виды загрязнителей. Основные источники загрязнения окружающей среды. Создание и использование новых химических веществ, ранее отсутствовавших в биосфере. Последствия загрязнения. Мутагенное влияние загрязнений и связанные с этим проблемы охраны окружающей среды.

Экологические кризисы и экологические катастрофы. Техногенные аварии и природные катастрофы. Обратимые и необратимые антропогенные изменения природы. Антропогенное воздействие на среды жизни и на биоту. Изменение структуры сообществ в результате антропогенной деятельности. Снижение биологического разнообразия в XX в. Проблема охраны биоразнообразия.

Глобальные проблемы окружающей среды. Загрязнение окружающей среды. Изменение климата Земли. Состояние озонового слоя. Глобальный мониторинг окружающей среды. Мировой океан и его проблемы. Экологический кризис в атмосфере и океане. Эвтрофикация водоёмов. Истощение природных ресурсов. Изменение пространственной структуры и деградация ландшафтов. Антропогенное опустынивание. Последствия аварий на АЭС. Безопасность населения и народнохозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф. Влияние антропогенных изменений природы на жизнедеятельность человека.

Основные региональные проблемы загрязнения природной среды. Основные источники загрязнения и загрязняющие вещества. Обезвреживание и утилизация твердых бытовых отходов.

8. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды

Взаимоотношение общества и природы в эпоху научно-технической революции. Природные ресурсы и их классификация. Природно-ресурсный потенциал территории. Тенденции в изменении отношения человека к природе. Путь от покорения природы к сотворчеству с ней.

Воздействие человека на природу и его виды. Показатели размерности антропогенного воздействия (землеемкость, ресурсоемкость, отходность и др.). Техногенные нагрузки на природу, их виды, показатели и способы оценки. Предельно-допустимые (критические) нагрузки на природные системы. Изменение природных систем под воздействием человека. Связь видов и величин техногенных нагрузок с направлением и степенью изменения природных систем. Нарушения структуры гео- и экосистем и трансформация их в природно-антропогенные и антропогенные (техногенные) комплексы.

Концепция коэволюционного развития общества и природы. Экологическая безопасность и возможные стратегии развития. Концепция устойчивого развития. Принципы рационального природопользования (соразмерность изъятия ресурсов

природноресурсному потенциалу, приоритет предупреждения негативных последствий перед мерами по их минимизации, охрана природы в процессе её использования, и др.). Понятие о регламентации природопользования.

Рациональное использование природных ресурсов. Ресурсопотребление, ресурсопользование и воспроизводство природных ресурсов как составные части природопользования. Концепция ресурсных циклов и ее значение для оптимизации природопользования.

Охрана природы как необходимое условие рационального использования естественных ресурсов. Объекты охраны. Принципы охраны природы: комплексность, повсеместность, профилактичность, территориальная дифференцированность и другие. Охрана отдельных природных сред и ландшафтов в целом. Нормативное обеспечение природоохранной деятельности и проблема его совершенствования.

Охрана природы в процессе её использования. Предупреждение и уменьшение загрязнения окружающей среды (геоэкологический мониторинг, оценка качества среды, ликвидация источников загрязнения, очистка и обезвреживание вредных отходов и др.). Защита от негативных природно-антропогенных процессов (эрозия, вторичное засоление, подтопление и др.). Восстановление и улучшение нарушенных ландшафтов. Рекультивация и её основные направления. Ландшафтно-географический аспект рекультивации. Экологические проблемы городов и улучшение городской среды. Лесовосстановление.

Основные формы охраны территорий. Эколо-географическое обоснование организации и функционирования охраняемых территорий. Конструирование экологического каркаса региона. Охрана редких и находящихся под угрозой исчезновения растений и животных. Созидание культурных ландшафтов. Экономический механизм охраны окружающей среды. Оценка социально-экономической эффективности проведения природоохранных мероприятий.

Региональные экологические проблемы использования естественных ресурсов и его оценка.

9. Экологическая регламентация хозяйственной деятельности

Оценка экологического состояния и антропогенных изменений гео- и экосистем. Санитарно-гигиенические и экологические критерии оценки. Способы определения состояния отдельных геосред и комплексов в целом.

Задачи экологического мониторинга. Классификация мониторинга и его виды. Фоновый мониторинг. Мировая сеть станций фонового мониторинга. Мониторинг загрязнения окружающей природной среды, осуществляющийся Государственной службой наблюдений (ГСН) в рамках Росгидромета и его задачи. Экологический мониторинг загрязнения природных сред (атмосферного воздуха, поверхностных вод суши, подземных и морских вод, почвы). Биоиндикация. Биотестовые (токсикологические) показатели. Мониторинг качества питьевой воды.

Методы оценки загрязнения природной среды. Показатели загрязнения (ПДК, ПДВ, НДС). Понятие о предельно-допустимых выбросах (ПДВ) и сбросах

(ПДС), временных нормах этих величин, методах расчетов и порядке их утверждения.

Допустимые нагрузки на экосистемы. Принципы и методы регулирования качества окружающей природной среды

Оценка антропогенного воздействия на окружающую среду (ОВОС). Законы РФ «Об охране окружающей среды» и «Об экологической экспертизе». Информационная база экологического обоснования проектирования и технико-экономического обоснования. Понятие экологического риска. Комплексные физико-географические исследования техногенных воздействий на ландшафт при оценке его состояния. Ландшафтная индикация как метод оценки. Экологическое обоснование технических, технологических решений и применения новых материалов.

Экологическая экспертиза. Принципы проектирования и экспертизы, их взаимосвязь. Государственная экологическая экспертиза, ее соотношение с ведомственной и общественной. Процедура экспертиз, принципы, методические и организационные вопросы. Нормативная и методическая основа экспертиз. Положение об экспертной комиссии. Экспертиза как процедура оценивания достаточности экологического обоснования проектов.

Примерный перечень вопросов к вступительному испытанию

1. Экология как одна из фундаментальных биологических дисциплин и как часть современного мировоззрения.
2. Описание биологического разнообразия и первые представления о "равновесии" в природе.
3. Экология особи (аутэкология): экологические факторы и их классификация. Взаимодействие организма и среды.
4. Уровни организации живой материи и структура экологии. Популяционный и экосистемный подходы.
5. Значение эволюционных представлений для развития экологии: К.Ф.Рулье, Ч.Дарвин, Э.Геккель и возникновение экологии как самостоятельной науки.
6. Определение понятия популяции. Размер популяции и ее структура. Основные статические характеристики популяции: численность, плотность.
7. Интенсивное развитие экологии в первой половине XX в. Возникновение экспериментальной экологии, Г.Ф.Гаузе.
8. Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации.
9. Понятие о сообществе. Биотоп. Биоценоз.
10. Организм как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система, связанная со средой обменом вещества, энергии и информации.
11. Структура популяции: биологическая, половая, возрастная, этологическая.
12. Видовой состав и видовая структура сообщества. Видовое разнообразие и его типы.

13. Методы экологических исследований. Математическое моделирование в экологии.
14. Разнообразие организмов. Источники энергии для организмов. Автотрофы и гетеротрофы.
15. Биоценозы, их таксономический состав и функциональная структура.
16. Соотношение экологии с другими биологическими дисциплинами.
17. Начало математического моделирования: А.Лотка, В.Волтерра.
18. Трофические отношения между организмами: продуценты, консументы и редуценты.
19. Прикладная экология. Значение общей и прикладной экологии для сохранения окружающей среды и существования человечества.
20. Формирование популяционной экологии: Ч.Элтон. А.Тенсли: введение понятия "экосистема".
21. Закон минимума Либиха. Закон оптимума. Лимитирующие факторы.
22. Понятие об ограничивающем (лимитирующем) факторе.
23. Пространственная структура популяции.
24. Особенности пространственной структуры сообществ.
25. В.Н.Сукачев и биогеоценология. Изучение энергетических аспектов экологии и продуктивности сообществ.
26. Закон толерантности (В.Шелфорда).
27. Механизмы поддержания пространственной структуры. Территориальность.
28. Глобальный уровень: В.И.Вернадский и учение о биосфере.
29. Понятие об экологической валентности. Общий закон биологической стойкости (по Ламотту).
30. Строение Земли, ее оболочки, их структура и взаимосвязь. Биосфера. Роль В.И. Вернадского в развитие учения о биосфере.
31. Современный период в экологии. Развитие количественных подходов, прикладной экологии. Возникновение социальной экологии.
32. Совместное действие факторов. Компенсация факторов.
33. Скопления животных и растений, причины их возникновения.
34. Антропогенный материальный баланс. Антропогенное воздействие на потоки энергии и круговорот веществ. Классификация антропогенных воздействий.
35. Взаимоотношение общества и природы в эпоху научно-технической революции. Природные ресурсы и их классификация.
36. Задачи экологического мониторинга. Классификация мониторинг и его виды. Фоновый мониторинг.
37. Типы распределения организмов в пространстве: случайное, равномерное и агрегированное распределение. Особенности структуры популяций организмов.
38. Местообитание и экологическая ниша. Потенциальная и реализованная экологическая ниша.
39. Живое, костное и биокосное вещество, их взаимопроникновение и перерождение в круговоротах вещества и энергии. Функциональная целостность биосферы.

40. Важнейшие абиотические факторы и адаптация к ним живых организмов. Климатические факторы и их экологическая роль. Адаптации.
41. Динамика численности популяций. Рождаемость, смертность, расселение, эмиграция, иммиграция. Уравнения роста популяции.
42. Методы ординации и классификации сообществ. Проблема границ. Дискретность и континуум сообществ.
43. Оценка антропогенного воздействия на окружающую среду (ОВОС). Законы РФ «Об охране окружающей среды» и «Об экологической экспертизе».
44. Основные региональные проблемы загрязнения природной среды. Основные источники загрязнения и загрязняющие вещества.
45. Внутривидовые взаимоотношения (групповой эффект, массовый эффект, внутривидовая конкуренция). Внутривидовая конкуренция как механизм гомеостаза популяции.
46. Гомеостаз (сохранение постоянства внутренней среды организма); принципы регуляции жизненных функций. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды.
47. Скорость роста популяции, зависимость ее от размеров организма и факторов среды. Таблицы и кривые выживания.
48. Формы биологических отношений в сообществах. Межвидовые взаимодействия в сообществах (конкуренция, нейтрализм, мутализм, симбиоз, сотрудничество, комменсализм, амменсализм, нахлебничество, паразитизм, хищничество).
49. Конкуренция в гетерогенной среде. Условия сосуществования конкурирующих видов.
50. Почвы как биокосное тело. Роль почвы в продукционных процессах.
51. Основные загрязнители природной среды. Виды загрязнителей. Основные источники загрязнения окружающей среды.
52. Экологические классификации организмов. Эврибионты и стенобионты.
53. Характер распределения смертности по возрастам в разных группах животных и растений.
54. Природно-ресурсный потенциал территории. Тенденции в изменении отношения человека к природе. Путь от покорения природы к сотворчеству с ней.
55. Основные стратегии приспособления организмов к действию неблагоприятных факторов: r- и K-стратегии, система типов стратегий Раменского-Грайма. Вторичные типы стратегий. Пластичность стратегий.
56. Экспоненциальная и логистическая модели роста популяции. Понятие емкости среды.
57. Границы распространения жизни, распределение жизни в биосфере. Геохимическая работа живого вещества.
58. Основные среды обитания: водная, наземно-воздушная, почва как среда обитания, организм как среда обитания. Взаимодействие организма со средой.
59. Специфическая скорость роста популяции, "плотность насыщения" как показатель емкости среды, чистая скорость размножения.
60. Хищничество и паразитизм: динамика популяций хищника и жертвы. Амменсализм. Комменсализм. Мутуализм: симбиоз, синтрофия.

61. Основные лимитирующие факторы и адаптации к ним в различных средах.
62. Регуляция численности популяции, зависящая и независящая от плотности. Механизмы регуляции численности популяции: генетические: физиологические, экологические.
63. Особенности и примеры межпопуляционных взаимодействий. Видовая структура сообществ и способы ее выявления.
64. Жизненные формы. Жизненные формы растений и животных.
65. Круговорот углерода. Распределение углерода в биосфере. Скорость оборота углерода. Консервация углерода, каустоболиты.
66. Видовое разнообразие как специфическая характеристика сообщества. Динамика сообществ во времени
67. Плотность жизни. Биологические ритмы и их адаптивное значение. Внутренние и внешние ритмы.
68. Сукцессия. Сериальные и климаксовые сообщества.
69. Создание и использование новых химических веществ, ранее отсутствовавших в биосфере. Последствия загрязнения. Мутагенное влияние загрязнений и связанные с этим проблемы охраны окружающей среды.
70. Экосистема. Понятие экосистемы. Биогеноценоз. Структура экосистемы: абиотическая среда, автотрофы и гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты.
71. Многолетние колебания содержания CO_2 в атмосфере. Парниковый эффект. Гипотеза глобального потепления.
72. Экологические кризисы и экологические катастрофы. Техногенные аварии и природные катастрофы. Обратимые и необратимые антропогенные изменения природы.
73. Биотрофы, эккрисотрофы, сапротрофы. Деструкторы. Почва как важнейший компонент наземной экосистемы.
74. Биогеохимические функции разных групп организмов. Биоразнообразие как ресурс биосферы.
75. Антропогенное воздействие на среды жизни и на биоту. Изменение структуры сообществ в результате антропогенной деятельности
76. Энергия в экосистеме. Источники энергии в экосистеме. Потоки вещества и энергии: пищевые цепи, пищевые сети, трофические уровни.
77. Первичная продукция суши и океана. Потенциальная продуктивность Земли.
78. Основные формы охраны территорий. Эколого-географическое обоснование организации и функционирования охраняемых территорий.
79. Распределение солнечной радиации на поверхности Земли. Роль атмосферы в удержании тепла.
80. Снижение биологического разнообразия в XX в. Проблема охраны биоразнообразия.
81. Воздействие человека на природу и его виды. Показатели размерности антропогенного воздействия (землеемкость, ресурсоемкость, отходность и др.).
82. Атмосфера Земли в сравнении с атмосферами других планет. Основные этапы эволюции биосферы.

83. Глобальные проблемы окружающей среды. Загрязнение окружающей среды. Изменение климата Земли.
84. Техногенные нагрузки на природу, их виды, показатели и способы оценки. Предельно-допустимые (критические) нагрузки на природные системы.
85. Цепи потребления и детритные пищевые цепи. Почвенные организмы как основные деструкторы в экосистеме.
86. Состояние озонового слоя. Глобальный мониторинг окружающей среды.
87. Изменение природных систем под воздействием человека. Связь видов и величин техногенных нагрузок с направлением и степенью изменения природных систем.
88. Преобразующее влияние живого на среду обитания. Эффект самоочищения. Обменные процессы в организмах как ключевой этап биопродуктивности.
89. Мировой океан и его проблемы. Экологический кризис в атмосфере и океане.
90. Концепция коэволюционного развития общества и природы. Экологическая безопасность и возможные стратегии развития.

Основная литература:

1. Коробкин, В. И. Экология и охрана окружающей среды: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. М.: Кнорус, 2013. – 336 с.
2. Николайкин, Н.И. Экология: учебник / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелихова. – М.: Академия, 2012. – 576 с.
3. Христофорова, Н. К. Основы экологии / Н. К. Христофорова. – М.: Магистр: ИНФРА-М, 2015. – 640 с.

Дополнительная литература:

4. Биосфера: загрязнение, деградация, охрана / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова и др. – М.: Высшая школа, 2003.
5. Бродский, А. К. Общая экология: учебник. 5-е изд. перераб. и доп / А. К. Бродский. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
6. Бродский, А. К. Экология: учебник / А. К. Бродский. – М.: Кнорус, 2012. – 272 с.
7. Вернадский, В. И. Биосфера и ноосфера / В. И. Вернадский. – М.: Логос, 2002.
8. Гальперин, М. В. Экологические основы природопользования: учебник / М. В. Гальперин. – 2-е изд. – М.: ИД «Форум». – 2009. – 256 с.
9. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учебник / под ред. Т. В. Гусевой. – М. Форум: Инфра-М, 2010. – 192 с.
10. Разумов, В. А. Экология: учебное пособие / В. А. Разумов. – М.: Инфра-М, 2013. – 296 с.
11. Чернова, Н. М. Общая экология / Н. М. Чернова, А. М. Былова. – М.: Дрофа, 2007. – 411 с.