



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и  
коммерциализации

 И.В. Ившин

«21» марта 2024 г.

## ПРОГРАММА

кандидатского экзамена по научной специальности

### **2.10.2 «Экологическая безопасность»**

группы научных специальностей 2.10. Техносферная безопасность  
для обучающихся по программам подготовки научных и научно-  
педагогических кадров в аспирантуре и для лиц, прикрепленных  
для сдачи кандидатского экзамена

Казань, 2024

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Программа кандидатского экзамена по научной специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность» группы научных специальностей 2.10. «Техносферная безопасность» связана с изучением закономерностей становления и развития региональной и отраслевой экологической безопасности.

Программа предназначена для подготовки и аттестации аспирантов и прикрепленных лиц для соискания ученой степени кандидата технических наук и ученой степени кандидата химических наук, выполняющих диссертационные исследования по научной специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность».

## **II. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

Программа кандидатского экзамена состоит из основной и дополнительной частей.

Основная часть базируется на содержании паспорта научной специальности и содержит 3 раздела.

Дополнительная программа кандидатского экзамена составляется аспирантом (прикрепленным лицом) совместно с научным руководителем в соответствии с содержанием диссертационного исследования и утверждается на Ученом совете Института электроэнергетики и электроники до даты проведения экзамена. В программу включен список вопросов для подготовки к кандидатскому экзамену и список литературы, который может быть расширен и дополнен с учетом глубины изучения вопросов и происходящих изменений в науке, системе образования, обществе и государстве.

## **III. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ЭКЗАМЕНА**

### **Часть 1. Основные понятия и общие вопросы экологии.**

Понятие об экологической химии и химической экологии. Человек и среда обитания; характерные состояния системы «человек-среда обитания». Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере. Критерии безопасности; безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Вещества-загрязнители (поллютанты, ксенробиотики) окружающей среды. Токсичность. Стандарты качества среды. Основы экотоксикологии. Объем производства химических продуктов в современном мире (основные неорганические и органические продукты, удобрения, средства защиты растений, борьбы с вредными насекомыми, пластмассы, химические волокна,

красители и родственные продукты и др.). Области применения (получение энергии, в сельском хозяйстве, в быту, на транспорте и т.д.). Распространение в окружающей среде (перенос между различными средами: вода - почва, вода - воздух, почва - воздух; поступление и накопление в водных и наземных живых организмах; географический и биотический перенос). Устойчивость и способность к разложению. Превращения поллютантов (абиотические превращения; фотохимические реакции, реакции поллютантов с природными соединениями; биотические превращения - детоксикация, деградация или активация - соединений металлов и органических посторонних веществ: роль многофункциональных оксидаз, пероксидаз и других ферментных комплексов; окислительный, восстановительный, гидролитический и конъюгативный механизмы биотического превращения хлорированных поллютантов (в частности, на примере - ДДТ). Определение и задачи экотоксикологии (выявление степени и функции экосистем, а также разработка лечебных мероприятий). Оценка химических продуктов с помощью экотоксикологического профильного анализа.

Экологическая химия атмосферы. Общая характеристика и газовый состав атмосферы. Роль различных процессов в формировании химического состава атмосферы и температурного режима Земли. Массовые и другие загрязнители атмосферного воздуха (аэрозоли, диоксид серы, окислы азота, угарный газ и летучие углеводороды, включая бенз(а)пирен и другие канцерогенные, мутагенные и тератогенные соединения). Эмиссия (выделение) и иммисия (накопление) вредных веществ. Гигиенические критерии чистоты воздуха. Трансграничный перенос загрязнений. «Парниковый» эффект. Озонный защитный слой. Химико-технологические основы очистки газовых выбросов предприятий транспорта, химической промышленности, черной и цветной металлургии, тепловых электростанций.

Экологическая химия гидросферы. Характеристика и химический состав гидросферы. Состояние поверхностных и подземных вод. Потребность в воде (использование воды и водопотребление). Проблемы локального и глобального загрязнения воды. Стандарты качества воды. Химия и экология природных вод. Общие представления о гидрохимии и гидробиологии. Антропогенное эвтрофирование водоемов. Лигандный состав и формы существования ионов переходных металлов в природных водоемах. Внутриводоемный круговорот пероксида водорода и редокс-состояние водной среды. Роль донных отложений в формировании качества водной среды. Процессы самоочищения водных систем. Виды загрязнений и каналы самоочищения водной среды. Физико-химические процессы на границе раздела фаз. Химическое и микробиологическое самоочищение. Биогенное инициирование радикальных процессов самоочищения. Свободные радикалы

в природных водах. Моделирование поведения загрязняющих веществ в природных водах. Химико-биологические процессы в сточных водах. Характеристика сточных вод и виды загрязнений. Технология очистки сточных вод. Экохимические требования к очистке сточных вод. Особенности биохимической очистки сточных вод. Физико-химические и эколого-технологические методы водоочистки и водоподготовки. Подготовка питьевой воды. Применение хлора, озона и пероксида водорода в обработке воды и очистке сточных вод. Методы локальной очистки сточных вод.

Эколого-химические проблемы суши (почвы, недра, ресурсы). Общая характеристика, состав и функции литосферы. Почвенные ресурсы. Физико-химические основы почвенного плодородия. Почва, вода и живые организмы. Эрозия почв. Проблемы загрязнения почвенных экосистем. Загрязнение почв пестицидами и другими поллютантами. Проблема биоудобрений и биологических методов борьбы с вредителями лесных массивов и сельскохозяйственных культур. Утилизация и переработка твердых промышленных и бытовых отходов. Сжигание отходов. Технология складирования отходов. Методы вторичного использования отходов (сельскохозяйственные, компостирование мусора и ила очистных сооружений, пиролиз отходов и др.). Системы переработки отходов, совместимые с окружающей средой. Проблема качества продуктов питания. Понятие о «подлинности» пищи. Генно-инженерные аспекты биобезопасности.

Радиоактивность как загрязняющий фактор. Радиационная угроза в современном мире. Военный ядерный комплекс. Атомная энергетика. Радиоактивные отходы и отработанное ядерное топливо. Расширение масштабов радиоактивного загрязнения на Земле. Опасность хронического облучения в малых дозах. Ввоз, хранение и переработка отработанного ядерного топлива - одна из важнейших проблем человечества на современном этапе.

Экология и энергетика. Термодинамические аспекты взаимодействия световой энергии с экосистемами и способы превращения энергии внутри системы. Соотношение между количеством и качеством энергии. Энергетические ресурсы и поиск новых источников энергии. Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Биоэнергетика хемо- и фотосинтеза. Энергетические системы, основанные на прямом использовании солнечной энергии в фотохимических, фотоэлектрических и термоэлектрических процессах. Биогеохимические преобразователи энергии, Водородное топливо как источник энергии. Проблема получения энергии из биомассы.

Мониторинг состояния окружающей среды и методы анализа загрязняющих веществ. Мониторинг как система наблюдения и контроля состояния окружающей среды. Уровни систем мониторинга: санитарно-токсикологический, экологический и биосферный. Основные контролируемые параметры и нормирование загрязнений окружающей среды (ПДК, ПДВ, ПДУ, ПДС) в воздухе, воде, почве, растительности и продуктах питания. Основные методы и приборы контроля состояния атмосферы, гидросферы, литосферы и биоты. Характеристика экотоксикантов и методов их контроля. Биологическое действие и классы опасности веществ. Прямое и «скрытое» действие. Кумулятивный эффект. Чувствительность, точность и избирательность методов контроля. Классы приборов. Непрерывный и периодический контроль. Область применения и перспективы развития химических, биохимических, хроматографических, спектроскопических, масс-спектрометрических, электрохимических и лидарных методов мониторинга.

Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза. Организация и развитие деятельности по управлению воздействием на окружающую среду в РФ; организация работы при проведении государственной и общественной экоэкспертизы; анализ расчета загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха, водоемов, размеров санитарно-защитных зон. Анализ источников загрязнения атмосферы, почвы и водных объектов; определение приоритетных загрязняющих веществ и источников загрязнения.

## **Часть 2. Понятие о промышленной и инженерной экологии.**

Основные разделы: мониторинг, регулирование, контроль и управление воздействием на окружающую среду как на уровне отдельного производства, так и на территориальном уровне.

Факториальная экология. Влияние абиотических факторов на живые организмы в природных и лабораторных условиях с целью установления пределов толерантности и оценки устойчивости организмов, а также сохранения существующих и формирования новых экологических ниш при воздействиях, возникающих в результате функционирования различных отраслей промышленности: химической и нефтегазовой отраслей, строительной деятельности, транспортных средств, объектов энергетики.

Системная экология. Взаимодействие сообществ со средой обитания, созданной и измененной в результате той или иной промышленной деятельности, и установление закономерностей функционирования сообществ в этих условиях.

Прикладная экология. Принципы и практические меры в различных отраслях промышленности, направленные на охрану живой природы. Принципы создания искусственных экосистем в процессе промышленной деятельности и управления их функционированием. Влияние антропогенных факторов на экосистемы различных уровней с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия отраслей промышленности на природу. Методы проектирования технико-технологических систем и нормирования проектной и изыскательской деятельности, обеспечивающих минимизацию антропогенного воздействия на живую природу отраслей промышленности. Научные основы рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, энергетических и биологических ресурсов, а также создания экологически чистых, малоотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий. Экологическая (нано)биотехнология. Принципы и механизмы системного экологического мониторинга и контроля в отраслях промышленности. Основы управления антропогенным воздействием объектов той или иной отрасли промышленности на основе информационных систем. Основы экологической безопасности производственных объектов отраслей промышленности.

Экология человека. Общие законы взаимодействия человека и биосферы. Влияние промышленной деятельности на среду обитания человека. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие человеческого общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды в условиях той или иной промышленной деятельности.

### **Часть 3. Научные основы экологической безопасности.**

Совершенствование методологий оценки воздействия антропогенных объектов на окружающую среду и проведения экологической экспертизы. Исследования уровня воздействия на окружающую среду негативных факторов производственно-хозяйственной деятельности. Научное обоснование, исследование, разработка прогнозно-аналитических систем, математических моделей и методик управления экологическим риском на антропогенных источниках негативного воздействия на окружающую среду. Научное обоснование и разработка технологий предупреждения природных и техногенных чрезвычайных ситуаций. Разработка средств, технологий и методов реабилитации загрязненных в результате природных и техногенных чрезвычайных ситуаций территорий для обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов. Создание и развитие системного мониторинга окружающей среды, в том числе разработка комплекса

технических средств, обеспечивающих автоматические, иные методы измерения и учет показателей выбросов и(или) сбросов загрязняющих веществ, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Разработка средств, технологий и методов ликвидации накопленного вреда окружающей среде. Исследование проблем повышения устойчивости и разработка мероприятий по адаптации природных и природно-антропогенных объектов в условиях климатических изменений. Исследование и разработка средств, методов и алгоритмов обеспечения экологической безопасности при авариях и пожарах. Разработка и совершенствование методов, технологий и средств снижения негативного воздействия антропогенной хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду. Создание и совершенствование энерго- и ресурсосберегающих методов и технологий эксплуатации объектов, совершенствование системы обращения с отходами на всех стадиях жизненного цикла. Разработка и совершенствование механизмов управления экологической безопасностью, в том числе совершенствование системы нормирования негативного воздействия антропогенных источников на окружающую среду. Разработка и совершенствование методологии осуществления государственного надзора за соблюдением требований природоохранного законодательства. Комплексные исследования и процессы формирования комфортной и безопасной для человека среды обитания, поддержание устойчивости природных, природно-техногенных и социально-экономических систем при функционировании техногенных и других потенциально опасных объектов и технологий. Научное обоснование принципов и разработка методов достижения углеродной и климатической нейтральности природно-техногенных, техногенных и других потенциально опасных объектов и технологий. Разработка и совершенствование процедур подготовки, переподготовки и повышения квалификации работников в области экологической и комплексной безопасности техногенных и других потенциально опасных объектов и технологий.

### **Основная литература к разделу 1-2**

1. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986.
2. Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990.
3. Экология горного производства: Учеб. для вузов / Г.Г. Мирзаев, Б.А. Иванов, В.М. Щербаков, Н.М. Проскураков. М.: Недра, 1991.
4. Пианка Э. Эволюционная экология. М: Мир, 1981.
5. Пучков Л.А., Воробьев А.Е. Человек и биосфера: вхождение в техносферу. М.: Изд-во МГГУ, 2000.
6. Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология. СПб: Химия, 1995.

7. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980.
8. Экология: Учеб. для вузов / Л.И. Цветкова, М.И. Алексеев, Б.П. Усанов и др. М.: Химиздат, 1999.
9. Шуйский В.Ф. Основы общей биологии и общей экологии. СПб.: Изд-во СПГГИ, 2001.

### **Основная литература к разделам 3**

1. Природопользование: Учебник / Э.А. Арустамов, А.Е. Волощенко, Г.В. Гуськов и др. М.: Изд. дом "Дашков и К0", 1999.
2. Веснина Л.З., Аксенова О.В. Охрана природы и экономическая эффективность природоохранной деятельности промышленных предприятий: Учеб. пос. Ульяновск, 1997.
3. Водный кодекс Российской Федерации от 16.11.1995 г. № 167-ФЗ.
4. Воздушный кодекс РФ от 19.03.1997 г. № 60-ФЗ.
5. Глухов В.В., Лисочкина Т. В. Некрасова Т.В Экономические основы экологии. СПб.: Специальная литература, 1995.
6. Государственные доклады "О состоянии окружающей природной среды в Российской Федерации" М.: Изд-во ВИНТИ (1991-2001).
7. Методы и средства экологического контроля / В.И. Дикарев, В.А. Рогалев, Г.А. Денисов, Б.В. Койнаш, Е.С. Сенокосов. СПб., 1999.
8. Закон РФ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ.
9. Закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ.
10. Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 г. № 136-ФЗ.
11. Круглое В.В. Правовые вопросы охраны окружающей природной среды: Учеб. пос. Ч. 1-3. Екатеринбург, 1994.
12. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под. ред. Л.К. Исаева. СПб.: Крисмас+, 1998.
13. Лебедева А.Н., Лаврик О.Л. Природоохранное законодательство развитых стран. Новосибирск: Аналит, 1992-1994.
14. Лесной кодекс Российской Федерации от 29.01.1997 г. № 22-ФЗ.
15. Лобанов Н.Я. Экономика природопользования при добыче и переработке полезных ископаемых: Учеб. пособие. Л.: ЛГИ, 1988.
16. Экология горного производства: Учеб. для вузов / Г.Г. Мирзаев, Б.А. Иванов, В.М. Щербаков, Н.М. Проскуряков. М.: Недра, 1991.
17. Моткин Г.А. Основы экологического страхования. М.: Наука, 1996.
18. Норт К. Основы экологического менеджмента. М., 1993.
19. Петров В.В. Экологическое право России. М., 1995.
20. Положение о государственной экологической экспертизе. Постановление Совета Министров Правительства РФ № 942. М., 1993.



21. Положение об оценке воздействия на окружающую среду в Российской Федерации. «Право и экономика» №31, 10.11.1994.

22. Пучков Л.А., Воробьев А.Е. Человек и биосфера: вхождение в техносферу. М.: Изд-во МГУ.

23. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990.

24. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Молодая гвардия, 1994.

25. «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения» (СПиН № 4360-88).

26. Федоров В.Л. Организационно-экономический механизм экологического регулирования. СПб, 2000.

27. Четверев В.И. Экономическая эффективность использования природно-ресурсного потенциала. М.: МГУ, 1997.

28. Природопользование. Учеб. пос. / Ю.В. Шувалов, А.Л. Губенко и др. СПб.: СПГИ (ТУ), 2000.

29. Экология: Учеб. для вузов / Л.И. Цветкова, М.И. Алексеев, Б.П. Усанов и др. М.: Химиздат, 1999.

30. Экология и охрана природы при открытых горных работах. Учеб. пос. М.: МГУ, 1994.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», протокол № 4 от «05» марта 20 24 г.

Зав. кафедрой

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Л.А. Николаева

Программа утверждена на заседании научно-технического совета от «21» марта 2024 г., протокол № 3.