

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Российский химико-технологический университет имени
Д.И. Менделеева»**



«УТВЕРЖДАЮ»

**Проректор по науке
РХТУ им. Д.И. Менделеева**

А.А. Щербина
А.А. Щербина
«17» _____ 2022 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1.5.15. Экология

Москва 2022 г

Программа составлена чл.-корр. РАН, д.х.н., проф. кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» Н.П. Тарасовой, д.т.н., проф. зав. кафедрой «Промышленная экология» Н.Е. Кручининой.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры промышленной экологии от «05» апреля 2022 г., протокол № 9 и кафедры ЮНЕСКО «Зелёная химия для устойчивого развития» от «19» апреля 2022 г., протокол № 13.

Общие положения

Программа вступительных испытаний по научной специальности 1.5.15. Экология разработана с учетом требований к поступающим, определёнными правилами приема.

Цель проведения экзамена - оценка уровня знаний поступающих в области научной специальности 1.5.15. Экология для отбора наиболее подготовленных поступающих для обучения по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Задачей вступительного испытания в аспирантуру является оценка уровня владения специальной дисциплиной, в том числе способности поступающего понимать, уметь, оценивать и всесторонне анализировать экологические закономерности развития биосферы для последующего применения этих знаний в профессиональной деятельности; определять потенциальные возможности анализировать литературные источники, выбирать главное, иллюстрировать конкретными примерами, представлять научные данные.

Разделы программы

1. Форма проведения вступительного испытания.
2. Язык проведения вступительного испытания.
3. Содержание вступительного испытания.
4. Структурированное по разделам (областям) содержание вступительного испытания.
5. Шкала оценивания и фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания вступительного испытания
6. Типовые задания, вопросы, иные материалы для проведения вступительного испытания.
7. Рекомендуемая литература для подготовки к вступительному испытанию.

1. Форма проведения вступительного испытания.

Вступительное испытание проводится в устной форме.

2. Язык проведения вступительного испытания.

Язык проведения экзамена – русский.

3. Содержание вступительного испытания.

1. Оценка соответствия содержания ответа вопросу в экзаменационном билете, оценка владения понятийным аппаратом, аргументированность выводов и доказательств, ясность, четкость и логика изложения материала.

2. Применение полученных теоретических знаний к решению практических вопросов химической технологии, способность к аналитической деятельности; системность мышления и систематичность знания, гибкость и самостоятельность мышления.

4. Структурированное по разделам (областям) содержание вступительного испытания.

В основу настоящей программы положены дисциплины: общая экология; науки о Земле; безопасность жизнедеятельности; промышленная экология, рациональное природопользование, малоотходные и природоподобные производства; обращение с твердыми отходами производства и потребления; основы токсикологии; оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС); экологический менеджмент и аудирование; теоретические основы защиты окружающей среды, процессы и аппараты защиты окружающей среды; экологический мониторинг; зеленая химия для устойчивого развития.

3.1. Структурированное по разделам (предметным областям) содержание вступительного испытания.

1. Общая экология.

Основные понятия экологии. Законы экологии. Экосистемы, гомеостаз экосистем; популяционный анализ; искусственные экосистемы; моделирование экосистем; строение биосферы. Основы климатологии; основы почвоведения. Основы биогеохимии; биогеохимический круговорот вещества и связанные с ним формы удержания, перераспределения и накопления энергии; биогеохимические круговороты основных биогенных элементов и их нарушение человеком; основные понятия системной экологии. Экология человека; глобальные и региональные экологические проблемы.

2. Науки о Земле.

Почвоведение. Роль почвы в биосферных процессах; факторы и условия почвообразования; основные почвенные процессы. *Гидрология.* Основы гидрометрии; общие закономерности гидрологических процессов. *Климатология и метеорология.* Климат и климатообразующие факторы; формирование и динамика климата; антропогенное влияние на климат Земли; солнечная радиация, радиационный баланс, фотосинтетически активная радиация; микроклимат и фитоклимат; метеорологические наблюдения и прогнозы. *Геология и гидрогеология.* Строение, состояние Земли и земной коры;

эндогенные и экзогенные геологические процессы; процессы формирования, состав и свойства подземных вод; прогноз изменения количества и качества подземных вод. *Ландшафтоведение*. Классификация геосистем; функционирование, продуктивность, устойчивость ландшафтов; ландшафт и этногенетические процессы.

3. Безопасность жизнедеятельности.

Человек и среда обитания; характерные состояния системы «человек-среда обитания»; негативные факторы техносферы, их воздействия на человека; управление безопасностью жизнедеятельности; правовые и нормативно-технические основы управления; международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

4. Промышленная экология, рациональное природопользование, малоотходные и природоподобные производства.

Рациональное природопользование. Системный подход к природопользованию. Анализ потоков в эколого-экономической системе. Техногенный круговорот веществ. Понятие об эколого-экономических системах. Понятие малоотходного и природоподобного производства. Основные критерии и принципы создания таких производств; комплексное использование ресурсов, цикличность материальных потоков, ограничение воздействия производства на окружающую среду и т.д.

5. Рациональное использование воздуха, воды и обращение с твердыми отходами производства и потребления.

Понятие атмосферы. Рациональное использование атмосферного воздуха. Анализ основных источников загрязнения атмосферы. Тенденции их развития. Очистка отходящих газов. Основные методы, достоинства и недостатки особенности их использования и аппаратного оформления в зависимости от производства и регионов. Уменьшение выбросов в атмосферу путем совершенствования технологий. Очистка промышленных выбросов от твердых частиц и аэрозолей, оксидов серы и азота, хлор- и фторсодержащих газов, органических загрязнителей и оксида углерода. Замкнутые газооборотные циклы.

Понятие гидросферы. Значение и использование воды в химических производствах. Источники воды и характеристики воды различного происхождения. Требования к воде технологического и коммунально-бытового назначения. Рациональное использование воды. Водный баланс. Ресурсы пресной воды. Промышленная подготовка воды и методы ее очистки от примесей. Основные показатели качества и методы контроля качества воды. Экономия водопотребления в производстве. Водооборотные системы. Основные системы и проблемы водоотведения промышленных предприятий. Состав и

свойства сточных вод. Пути уменьшения степени загрязнения и объема сточных вод. Очистка сточных вод. Основные способы. Физико-химические основы процессов очистки. Достоинства и недостатки, аппаратное оформление. Очистка сточных вод от твердых веществ и эмульсий. Реагентные, мембранные, электрохимические методы очистки сточных вод. Очистка сточных вод, основанная на фазовых переходах (выпарка, дистилляция, кристаллизация). Опреснение воды. Использование сорбционных методов очистки природных и сточных вод, выделение ценных компонентов. Биохимические методы очистки. Необходимые условия и требования к биохимической очистке. Аэробные и анаэробные процессы. Активный ил. Биофильтры. Основные характеристики процесса биохимической очистки. Способы организации биохимической очистки. Закрытые системы водного хозяйства промышленных предприятий. Экономическая оценка различных методов очистки сточных вод и закрытых водооборотных систем. Перспективы их совершенствования.

Понятие литосферы. Переработка и утилизация отходов производства и потребления. Классификация отходов. Вторичные материальные ресурсы. Общие и специальные методы переработки отходов. Система сбора и переработки промышленных отходов. Сбор, переработка, обезвреживание и утилизация твердых бытовых отходов. Обезвреживание, переработка и утилизация отходов сельскохозяйственных комплексов. Обезвреживание, переработка и захоронение токсичных и радиоактивных отходов. Особенности работы с токсичными и радиоактивными отходами. Порядок накопления, транспортировка, обезвреживание и захоронение токсичных промышленных отходов. Полигоны по их обезвреживанию и захоронению. Радиоактивные отходы. Подготовка и захоронение радиоактивных отходов. Специальные полигоны. Загрязнение окружающей среды твердыми коммунальными (бытовыми) отходами. Требования законодательства РФ в части обращения с отходами. Организация управления отходами, внедрение новейших технологий и оборудования для сбора, удаления, обезвреживания и утилизации ТКО.

6. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и экологическая экспертиза.

Организация и развитие деятельности по управлению воздействием на окружающую среду в Российской Федерации. Процедура ОВОС при обосновании проекта, выборе площадки строительства, разработке проектов (ТЭО) строительства предприятий. Организация работ при проведении государственной и общественной экологической экспертизы. Сравнение вариантов проектных решений (оценка экологической эффективности технологических процессов и производств).

7. Экологический менеджмент и экологическое аудирование.

Понятие «Экологический менеджмент», системы международных стандартов ISO 14000, 9000, 45000. Экономическая эффективность экологического менеджмента; аудирование как вид профессиональной экологической деятельности. Концепция ESG (экологическое, социальное и корпоративное управление).

8. Теоретические основы защиты окружающей среды.

Теоретические основы защиты окружающей среды: физико-химические основы процессов очистки сточных вод и отходящих и утилизации твердых отходов. Процессы коагуляции, флокуляции, флотации, адсорбции, жидкостной экстракции, ионного обмена, электрохимического окисления и восстановления, электрокоагуляции и электрофлотации, электродиализа, мембранные процессы (обратный осмос, ультрафильтрация), осаждение, дезодорации и дегазации, катализа, конденсации, пиролиза, переплава, обжига, огневого обезвреживания, высокотемпературной агломерации. Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий. Принцип экранирования, поглощения и подавления в источнике.

9. Процессы и аппараты защиты окружающей среды.

Основные методы (аппараты) и особенности очистки отходящих газов от аэрозолей, токсичных газовых примесей. Механические, химические, физико-химические и биохимические методы очистки сточных вод, основные аппараты.

10. Экологический мониторинг.

Структура современного экологического мониторинга, его цели и задачи; организация государственной службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды; государственный экологический контроль (ГЭК); производственный экологический контроль (ПЭК); общественный экологический контроль (ОЭК); методы экологического контроля; средства экологического контроля; приборы контроля загрязнения воздуха, воды, почвы; метрологическое обеспечение экологического контроля.

11. Зеленая химия для устойчивого развития.

Зеленая химия как инструмент достижения Целей устойчивого развития. Двенадцать принципов зеленой химии. «Зеленый» подход к проведению химических реакций и процессов. Примеры использования зеленых технологий в химической и нефтехимической промышленности.

12. Экологические особенности технологии основных производств и пути организации в них природоподобных и малоотходных процессов.

Анализ основных технологических процессов, источников образования промышленных отходов и путей снижения воздействия на состояние окружающей среды и создания малоотходных производств на предприятиях химического, нефтехимического, энергетического и горнодобывающего

профилей. Основные химические производства. Производство серной, фосфорной кислот. Современные тенденции в развитии химической технологии. Новые химико-технологические процессы и способы получения продуктов. Перспективные источники сырья и энергии. Энерго-ресурсосберегающие технологии. Перспективы и основные этапы решения проблемы рационального природопользования и организации устойчивого функционирования народного хозяйства.

5. Критерии оценки.

Билет состоит из 2 вопросов, каждый из вопросов оценивается в 40 баллов. Ответы на дополнительные вопросы оцениваются в 20 баллов.

Шкала оценивания:

Ответ на вопросы билета	Всестороннее, систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Систематическое и глубокое знание материала, усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, не до конца усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии	Не систематическое знание материала, практически не усвоил взаимосвязь основных понятий физической химии
Количество баллов	40	30	20	10

6. Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Что такое антропогенный экологический кризис и антропогенное загрязнение окружающей среды?
2. Трансформация вещества и энергии в экосистемах. Пищевые цепи, пищевые сети и трофические уровни. Трофическая структура и экологические пирамиды. Факторы, лимитирующие и регулирующие развитие экосистем.
3. Экологические проблемы в истории развития человечества. Глобальные экологические проблемы, причины возникновения, пути решения.
4. Малоотходное производство - основа рационального природопользования. Экономика замкнутого цикла.
5. Очистка промышленных выбросов от кислотообразующих веществ (оксиды серы, азота). Достоинства и недостатки.
6. Очистка промышленных выбросов от хлор- и фторсодержащих газов. Достоинства и недостатки.
7. Санитарно-гигиеническое нормирование и классификация по степени опасности водных объектов хозяйственно-питьевого и

рыбохозяйственного водопользования, в атмосферном воздухе населенных мест, в воздухе рабочей зоны, в почве, в пищевых продуктах.

8. Очистка сточных вод. Физико-химические основы процессов очистки воды. Достоинства и недостатки, аппаратное оформление.

9. Понятие «система экологического менеджмента». Основные причины внедрения системы экологического менеджмента. Преимущества системы экологического менеджмента для предприятий.

10. Сравните экологическую нагрузку на окружающую среду при производстве серной кислоты из серы, пирита и природного газа.

11. Основные экологические проблемы при производстве фосфорной кислоты и пути их решения.

12. Реагентные, химические методы очистки сточных вод. Достоинства и недостатки, аппаратное оформление. Приведите примеры конкретных производств.

13. Мембранные методы очистки сточных вод химического и нефтехимического профилей.

14. Биохимические методы очистки. Необходимые условия и требования к биохимической очистке. Аэробные и анаэробные процессы. Активный ил. Основные характеристики процесса биохимической очистки.

15. Сорбционные методы очистки отходящих газов и сточных вод.

16. Производственные отходы в экономике замкнутого цикла.

17. Организация государственного экологического мониторинга в РФ. Основные принципы. Уровни нормирования.

18. Технологическое нормирование. Понятие НДТ.

19. Понятие твердые коммунальные отходы (ТКО). ТКО как источник загрязнения окружающей среды.

20. Что такое «Зеленая химия»? Каковы основные принципы организации химико-технологического процесса, относящиеся к зеленой химии, Вы знаете? Приведите примеры зеленых химических процессов и технологий.

21. Цели устойчивого развития. Основные критерии достижения Цели «Устойчивое потребление и производство». Роль химии и химической технологии в достижении Целей устойчивого развития.

22. Загрязнение окружающей среды соединениями тяжелых металлов. Экологические последствия. Основные антропогенные источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду.

23. Дайте определение понятиям «сырьевые и энергетические ресурсы». Какие ресурсы относятся к возобновляемым и невозобновляемым ресурсам? Как классифицируют вторичные энергетические ресурсы?

24. Антропогенные нарушения глобальных циклов азота и фосфора,

причины и последствия. Понятие планетарных границ.

25. Техногенный кругооборот вещества. Проблемы образования отходов производства и потребления.

26. Концепция устойчивого развития. Цели устойчивого развития. Экологические индикаторы и индексы устойчивого развития. Комплексная оценка состояния окружающей среды.

27. Научно-технические экологические нормативы работы предприятий. Что такое ПДВ и ПДС, как они связаны с соответствующими ПДК?

28. Нарисуйте и объясните вид зависимости температуры атмосферы от высоты над уровнем моря. Назовите основные слои в атмосфере и пограничные слои между ними.

29. Каков состав сухого воздуха у земной поверхности? Как изменяется состав воздуха с высотой? Почему? В каких единицах принято выражать содержание газов в атмосфере?

30. Что такое озоновый слой планеты, какие “дыры” в нем могут образоваться? Какие действия по сохранению озонового слоя приняты в соответствии с Монреальским протоколом. Каково состояние озонового слоя в настоящее время?

31. Что такое “нулевой” цикл озона? В чем измеряется и как меняется содержание озона в атмосфере с изменением высоты над уровнем моря, географической широты, времени года? Какие процессы могут приводить к уменьшению содержания озона в стратосфере?

32. Что такое океанический конвейер? К каким последствиям может привести его «остановка»?

7. Список рекомендуемой литературы

1. Малков А.В. Основы промышленных технологий – М.: РХТУ, 2020. – 108 с.
2. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология - 8-е изд., перераб. и дополн. Москва: Изд. центр «Академия», 2012, 571с.
3. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012. – 382 с.
4. Бесков В.С. Общая химическая технология. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 152 с.
5. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука. 1987, 338 с.
6. Тарасова Н.П. Оценка воздействия на окружающую среду при принятии технологических решений / Н.П. Тарасова, Б.В. Ермоленко, В.А. Зайцев, С.В. Макаров. М.: Изд-во «КолосС», 2010, 227 с.

7. Тарасова Н.П., Кузнецов В.А. Химия окружающей среды: атмосфера: учебное пособие для вузов: - М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 228 с.: ил.

8. Родионов А.Н. Технологические процессы экологической безопасности: Учебник для вузов / А.Н. Родионов, В.Н. Клушин, В.Г. Систер – 4-е изд., перераб. и дополн. Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2007, 799 с.

9. Лейкин Ю.А. Основы экологического нормирования: учебное пособие.- М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 396 с.

10. Тихонова И.О. Мониторинг водных объектов суши: учебное пособие / И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2009. – 184 с.

11. Тарасова Н.П., Ермоленко Б.В., Зайцев В.А., Макаров С.В. Оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду: учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 230 с.

12. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. Управление техносферной безопасностью и экологический менеджмент: учебное пособие/ Д.Д. Фазуллин, Г.В. Маврин. – Набережные Челны: НЧИ КФУ, 2019. – 103 с.

13. Ларионов Н.М., Рябышенков А.С. Промышленная экология: учебник для бакалавров. - М. : Издательство Юрайт, 2013. - 495 с.