

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

**Программа вступительных испытаний в магистратуру
по направлению**

**18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической
технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Магистерская программа

«Промышленная экология»

Москва 2026

Разработчики программы:

- профессор кафедры промышленной экологии, д.т.н., профессор Н.Е. Кручина;
- доцент кафедры промышленной экологии, к.т.н., доцент И.О. Тихонова

1. Введение

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Промышленная экология».

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утв. приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 № 245), и соответствует федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры), утвержденному приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 № 909.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников бакалавриата, специалитета или магистратуры классических университетов, технических и технологических вузов. Вступительные испытания проводятся в форме устного экзамена по экзаменационным билетам, каждый из которых включает два задания из различных дисциплинарных блоков.

Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева:

1. *Общая экология, Химия окружающей среды, Основы токсикологии, Экологический мониторинг* относящихся к базовой части основной образовательной программы.
2. *Промышленная экология, Техника защиты окружающей среды*, относящихся к вариативной части основной образовательной программы.

2. Содержание программы

18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», магистерская программа «Промышленная экология»

Блок 1. Общая экология

Структура и границы биосферы. Происхождение и эволюция биосферы.

Происхождение жизни на Земле. Газы первичной атмосферы, образование аминокислот, белков, углеводов, азотистых оснований, нуклеиновых кислот, АТФ кислоты.

Три типа вещества в биосфере. Роль живого вещества в биосфере. Закон константности живого вещества. Правило константности числа видов.

Закон незаменимости биосферы. Ноосфера как неизбежный этап развития биосферы (закон ноосферы).

Категории организмов (автотрофы, гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты).

Экологические факторы, их классификация и действие. Абиотические факторы. Биотические факторы. Виды симбиоза: кооперация, межвидовая взаимопомощь, комменсализм, мутуализм. Виды антибиоза: конкуренция, хищничество, паразитизм. Нейтрализм как форма биотических взаимоотношений. Биотическое влияние на растения (зоогенные биотические факторы, фитогенные биотические факторы).

Закономерности воздействия факторов среды на организмы: Закон минимума Либиха. Закон лимитирующих факторов Шелфорда.

Реакция организмов на изменение уровня экологических факторов: изменчивость, адаптация. Экологическая ниша организма.

Биоценоз. Биотоп. Трофическая структура биоценозов: пищевые цепи и сети, экологические пирамиды (пирамиды численности, биомасс и энергий), закономерности трофического оборота в биоценозе. Видовая структура биоценозов: взаимоотношения между организмами (внутривидовая и межвидовая конкуренция, хищничество), влияние абиотических факторов среды.

Закономерности саморегуляции биоценозов, экологическое дублирование. Биоразнообразие. Биогеоценоз. Экосистема. Структура экосистем.

Функционирование (динамика) экосистем: круговорот биогенных элементов (углерода, азота, фосфора, серы), гомеостаз экосистемы, сукцессия.

Блок 2. Химия окружающей среды

1. Физико-химические процессы в атмосфере.

Состав и строение атмосферы. Особенности химических превращений веществ в верхних слоях атмосферы. Озон в атмосфере, процессы его образования и гибели. Температурные инверсии и устойчивость атмосферы. Особенности протекания фотохимических реакций в воздухе городов. Радиационный баланс планеты. Парниковый эффект. Причины и возможные

последствия увеличения концентрации парниковых газов в атмосфере. Дисперсные системы в атмосфере: источники образования, устойчивость и основные механизмы стока. Альbedo Земли.

2. Физико-химические процессы в гидросфере

Гидрологический цикл и строение гидросферы. Основные виды и показатели качества природных вод. Способы классификации природных вод. Органические и неорганические вещества в природных водах. Растворимость газов и рН атмосферных осадков. Поверхностные воды. Растворимость карбонатных пород и рН поверхностных вод. Жесткость и щелочность природных вод. Вода океанов. Закон Дитмара. Соленость и закономерности её распределения в океанах. Окислительно-восстановительный потенциал природных вод. Стратификация природных водоемов. Олиготрофные и эвтрофные состояния водоемов.

3. Физико-химические процессы в литосфере

Современное представление о строении литосферы и элементном составе земной коры. Литосферные плиты. Глобальный круговорот вещества литосферы. Горные породы и породообразующие минералы. Процессы выветривания и почвообразования. Макро-, микро- и биогенные элементы в верхних слоях литосферы. Понятие о процессах миграции элементов, их концентрации и рассеяния в окружающей среде. Современные представления о почвенном слое литосферы, термины и определения. Физические свойства почв. Химический состав и свойства почв. Поглощительная и ионообменная способность почв. Трансформация соединений азота и фосфора в почвенном слое.

Блок 3. Основы токсикологии

Предельно допустимые концентрации для воздуха.

Предельно допустимые концентрации для воды.

Химическое загрязнение и его отдаленные последствия. Ксенобиотики (тяжелые металлы, пестициды, стойкие органические загрязнители, полициклические и галогенированные ароматические углеводороды, фреоны). Классификация загрязняющих веществ по степени опасности. Суперэкоотоксиканты (полихлорированные бифенилы, диоксины). Биологическое загрязнение.

Физическое загрязнение (радиационное, электромагнитное, шумовое, вибрационное, тепловое, световое), его источники и последствия для живых организмов.

Блок 4. Экологический мониторинг

Современные представления о мониторинговых системах. Основные задачи и основные принципы организации Государственной системы наблюдений (ГСН), Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС/ GEMS). Основные виды наблюдений в сети Росгидромета.

Механизмы рассеивания загрязняющих веществ. Классы устойчивости атмосферы. Потенциал загрязнения атмосферы. Методы прогнозирования

загрязнения воздушной среды. Показатели качества атмосферного воздуха. Регулярные программы наблюдения на стационарных постах. Маршрутные и подфакельные посты наблюдений.

Структура системы экологического мониторинга водных объектов в РФ. Комплексные оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Организация мониторинга водных объектов в РФ. Режимный мониторинг водных объектов. Оперативный мониторинг водных объектов. Мониторинг трансграничных поверхностных вод суши.

Приоритетность контроля содержания загрязняющих веществ в почве. Гигиеническая оценка почв. Разделение государственного мониторинга земель по целям наблюдения.

Контактные методы наблюдений. Роль пробоотбора в общей процедуре методики анализа. Специфика пробоотбора при взятии проб газов, воды, твердых сред (почв, грунтов, твердых отходов и т.д.).

Блок 5. Промышленная экология

Критерии оценки эффективности производства. Цикл «первичные сырьевые ресурсы - производство - потребление - вторичные сырьевые ресурсы». Малоотходные технологии.

Основные производства в химической технологии и их воздействие на окружающую среду – производство серной, азотной и фосфорной кислот, минеральных удобрений, щелочей и хлора, аммиака. Получение синтетической соды по методу Сольве и проблема «белых морей».

Организация нефте- и газодобычи в РФ – экологические аспекты бурения и эксплуатации газовых и нефтяных месторождений. Попутный нефтяной газ. Образование отходов при извлечении нефти из нефтеносных песков. Обессоливание нефтей и транспортировка газовых и нефтяных потоков. Методы обращения с нефтезагрязненными водами и нефтешламами.

Целлюлозно-бумажная промышленность России. Традиционные сырьевые и энергетические ресурсы отрасли и современные тенденции в организации малоотходного производства бумаги. Крафт процесс – как пример регенерации энергии и материалов. Отбеливание бумажной массы и сопутствующие процессу экологические проблемы. Анализ жизненного цикла бумаги с позиций энерго- и ресурсосбережения.

Российский алюминий на мировом рынке. Сырьевая база и технология получения глинозема по методу Байера. Красный шлам. Электрохимическое получение металлического алюминия. Загрязнение атмосферного воздуха фторсодержащими соединениями, образование аэрозолей. Методы минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Энерго- и ресурсосберегающие приемы в производстве металлического алюминия.

Химические, физико-химические и биохимические методы очистки сточных вод.

Мембранные технологии. Использование мембранных технологий в опреснении, обессоливании и очистке вод.

Теоретические основы суперкритического окисления. Обезвреживание загрязняющих веществ УФ излучением, пероксидом водорода, озоном и комбинацией этих методов.

Биологическая очистка сточных вод в аэробных и анаэробных условиях.

Блок 6. Техника защиты окружающей среды

Технология очистки газов. Очистка газов от диоксида серы, оксидов азота, аммиака, галогенсодержащих соединений; очистка газов от аэрозолей.

Технология очистки промышленных сточных вод. Источники воды для производственных целей. Методы очистки сточных вод от взвешенных частиц, от растворенных минеральных и органических примесей. Области применения и эффективность методов. Системы оборотного водоснабжения с охлаждением и очисткой воды.

Технология рекуперации твердых отходов промышленности. Технология общих методов переработки твердых отходов. Использование общих методов и их комбинаций в технологии переработки крупнотоннажных производственных отходов.

**Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям в магистратуру
по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»,
магистерская программа «Промышленная экология»**

Экология

1. Трофические уровни – передача энергии и концентрирование поллютантов.
2. Экологические факторы. Как экологические факторы влияют на биосистему? Дайте определения понятий толерантность и адаптация.
3. Важнейшие глобальные экологические проблемы современности. Сущность, причины возникновения и пути решения этих проблем?
4. Эвтрофикация водоемов. Причины возникновения. Антропогенная эвтрофикация.

Химия окружающей среды

1. Температурные инверсии и их влияние на распространение загрязняющих веществ в атмосфере.
2. Значение и фотохимия озонового слоя Земли.
3. Парниковые газы. Краткая характеристика и влияние на климат.
4. Аэрозоли. Краткая характеристика и влияние на климат.
5. Способы классификации природных вод.
6. Химический состав и показатели качества природных вод.
7. Биогенные элементы природных вод.
8. Карбонатная система подвижных равновесий в гидросфере.

Основы токсикологии

1. Основные понятия токсикологии. Предмет и структура токсикологии, цели и задачи. Свойства веществ, определяющие токсичность.
2. Санитарно-гигиеническое нормирование и классификация по степени опасности в объектах окружающей среды.

Экологический мониторинг

1. Основные принципы и задачи Государственной системы наблюдений (ГСН).
2. Программы мониторинга (фоновый, региональный, импактный).
3. Механизмы рассеяния.
4. Классы приоритетности веществ в Глобальной системе мониторинга окружающей среды (ГСМОС/GEMS). Времена жизни наиболее опасных веществ.
5. Показатели качества атмосферного воздуха.
6. Неблагоприятные метеорологические условия. Устойчивость атмосферы. Типы стратификаций.
7. Маршрутные, подфакельные и стационарные посты системы ГСН (Атмосфера).

8. Программы наблюдений в рамках системы ГСН (Вода). Режимный мониторинг водных объектов.
9. Комплексные оценки загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.
10. Мониторинг почв.
11. Мониторинг снежного покрова.
12. Методы биоиндикации и биотестирования.
13. Методы отбора проб воздуха, воды, почвы.

Промышленная экология

1. Методология минимизации антропогенного воздействия на окружающую среду предприятиями химического комплекса.
2. Характеристика сбросов и выбросов в производстве серной кислоты. Методы обращения с отходами.
3. Характеристика сбросов и выбросов в производстве аммиака и азотной кислоты. Методы обращения с отходами.
4. Характеристика сбросов и выбросов в производстве фосфорной кислоты. Методы обращения с отходами.
5. Антропогенное воздействие на окружающую среду при добыче и транспортировке нефти.
6. Энерго- и ресурсосберегающие технологии в целлюлозно-бумажной промышленности.

Техника защиты окружающей среды

1. Приемы (технологии) подавления эмиссии оксидов серы с дымовыми газами в процессах сжигания ископаемых углей и мазута в котельных и ТЭЦ.
2. Обезвреживание отходящих газов, содержащих оксиды азота, в химических производствах.
3. Классификация воды по видам использования. Характеристики поверхностных, хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод.
4. Основные методы очистки промышленных сточных вод.
5. Показатели эффективности очистки сточных вод. Понятия ПДК и нормативного сброса.
6. Приведите схемы замкнутых и оборотных систем водоснабжения и охарактеризуйте материальный баланс последней из них.
7. Технологии обращения с твердыми промышленными и коммунальными отходами.

Рекомендуемая литература

1. Экология: учебник / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. — 9-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2025. — 615 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook_59424461554366.38209629. - ISBN 978-5-16-021000-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2208989>.
2. Химия окружающей среды. Атмосфера. Учебное пособие // Кузнецов В.А., Тарасова Н.П. М., ИКЦ «Академкнига». 2007.
3. Химия окружающей среды: учебник / Л. Ф. Голдовская. - 3-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний; М.: Мир, 2008.
4. Химия окружающей среды: учебное пособие / О. Ю. Кузнецов. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2018.
5. Нормирование и классификация по степени опасности вредных химических веществ в объектах окружающей среды: учебное пособие / Е. В. Костылева. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2017.
6. Основы токсикологии: учебное пособие / Е. В. Костылева; Министерство науки и высшего образования РФ. РХТУ им. Д.И. Менделеева. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2023.
7. Основы экологического мониторинга: учебное пособие / И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. — 240 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-041-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1894513>.
8. Экологический мониторинг атмосферы [Текст]: учебное пособие / И. О. Тихонова, В. В. Тарасов, Н. Е. Кручинина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум, 2014.
9. Экологический мониторинг водных объектов: учебное пособие / И. О. Тихонова, Н. Е. Кручинина. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2023. — 202 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/966056. - ISBN 978-5-16-015959-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1939106>.
10. Экологический мониторинг почв: учебное пособие / И.О. Тихонова. — М.: ИНФРА-М, 2026. — 106 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-013155-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2249075>.
11. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: учебное пособие / [Я. П. Молчанова и др.]. — М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2007.
12. Промышленная экология: учебное пособие / В. А. Зайцев. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.
13. Технологические процессы экологической безопасности. Атмосфера: учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2026. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10700-5. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/585893>.

14. Защита гидросферы. Технологические процессы экологической безопасности: учебник для вузов / А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2026. — 269 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-21334-8. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/586235>.