

Проректор

«22»

Проректор по науке и инновациям

«22» декабрь 2025 г.

Саратов 2025

Программа кандидатского экзамена составлена на основании:

- Федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденных приказом Минобрнауки России от 16.03.2011 № 1365;
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.06.01 «Науки о земле» (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от «30» июля 2014 г. № 870 с изменениями от 30 апреля 2015 г.;
- Паспорта научной специальности 03.02.08 - Экология;
- Программы-минимум кандидатского экзамена по научной специальности 03.02.08 – Экология, и в соответствии с ОПОП ВО уровня подготовки кадров высшей квалификации (аспирантуры) в СГТУ имени Гагарина Ю.А. по направлению 05.06.01 «Науки о Земле», научной специальности 1.5.15 «Экология» по отраслям: технические науки, биологические науки, химические науки, утвержденной решением Ученого совета университета «24» февраля 2012, протокол № 2.

Составители программы:

заведующий кафедрой «Экология и техносферная безопасность», доктор биологических наук, профессор Тихомирова Е.И.;

профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность», доктор технических наук, профессор Атаманова О.В.;

профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность», доктор химических наук, профессор Ольшанская Л.Н.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1.5.15 - ЭКОЛОГИЯ

ЧАСТЬ I. ПРОГРАММА – МИНИМУМ

Основные понятия и общие вопросы экологии

Экология как наука. Классическое толкование экологии как науки (Э.Геккель, 1866). Современные интерпретации экологии в приложении к природопользованию, состоянию и охране окружающей природной среды. Основные разделы современной экологии факториальная экология, системная экология, прикладная экология, биоэкология, экология сред жизни, экология человека, социальная экология, глобальная экология. Отношение экологии к другим наукам и ее значение для цивилизации. Иерархия уровней организации живых систем. Принцип эмерджентности в экологии. Общие вопросы моделирования в экологии.

Главные экологические факторы: биотические, абиотические, антропогенные. Реакция особей и популяций на экологические факторы. Толерантность, устойчивость к экологическим факторам. Лимитирующие факторы. Зоны толерантности: зоны оптимума и зоны пессимума. Совместное действие на организм и популяцию комплекса факторов. Стено-и эвриформы организмов. Абиотические факторы среды: климатические, гидрологические, эдафические и орографические. Общая характеристика биотических факторов. Антропоэкология: использование человеком биоразнообразия, основные механизмы потери биоразнообразия, экспансия человеком планеты Земля и ее экологические последствия, состояние и охрана лесов, загрязнение окружающей природной среды (атмосферы, гидросферы и литосферы).

Экологические системы. Понятие об экосистемах. Функциональная схема, структура и методы изучения экосистем. Главные компоненты экосистем: продуценты (автотрофы), консументы (гетеротрофы) и редуценты. Биологическая регуляция геохимической среды обитания организмов. Глобальная продукция и распад. Фотосинтез и хемосинтез. Кибернетическая природа и стабильность экосистем. Классификация экосистем и их основные типы. «Правила» Б. Коммонера.

Энергия в экосистемах. Фундаментальные концепции, связанные с энергией. Взаимосвязь принципов термодинамики с экологией. Энергетические характеристики среды обитания организмов. Концепция продуктивности. Пищевые цепи, пищевые сети и трофические

обитания организмов. Концепция продуктивности. Пищевые цепи, пищевые сети и трофические уровни. Понятие качества энергии в экологии. Метаболизм и размеры особей популяции. Трофическая структура и экологические пирамиды. Энергетическая классификация экосистем.

Биогеохимические циклы. Структура и основные типы биогеохимических циклов. Значение трудов В.И. Вернадского. Количественное изучение биогеохимических циклов. Биогеохимия водосборного бассейна. Глобальные круговороты углерода и воды. Биогеохимические циклы азота, фосфора и серы. Осадочный цикл. Круговорот радиоактивных элементов, ртути и других тяжелых металлов. Круговорот элементов питания в тропиках. Пути возвращения веществ в круговорот (коэффициент возврата). Превращения ациклических процессов в циклические - основа охраны природы и присущих ей круговоротов веществ.

Популяционная экология. Характер распределения организмов в пространстве. Свойства популяционной группы. Основные характеристики популяций: численность, плотность, рождаемость, смертность, прирост популяции, темп роста. Понятие о динамике популяций (биотический потенциал, реальная и теоретическая кривые роста, кривые смертности, выселение особей из популяции). Флуктуация численности популяции и «циклические» колебания. Понятие об агрегации, изоляции и территориальности в экологии.

Экология сообществ. Биocenоз и синэкология. Сообщество как совокупность взаимодействующих популяций. Типы взаимодействия между двумя видами (нейтрализм, конкуренция, аменсализм, паразитизм, хищничество, комменсализм, протокооперация, мутуализм). Концепция местообитания, экологической ниши и гильдии. Видовое, структурное и генетическое разнообразие в сообществах. Разнообразие и устойчивость сообществ. Палеоэкология.

Развитие и эволюция экосистем. Экологическая сукцессия как процесс развития экосистем. Развитие экосистем в пространстве и во времени. Первичная сукцессия и ее основные стадии. 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.

Биосфера – глобальная экосистема. Строение Земли, ее оболочки, их структура, взаимосвязь, динамика. Природные ландшафты. Границы биосферы в атмосфере, гидросфере и литосфере. Основные этапы эволюции биосферы, микро- и макроэволюция, коэволюция природы и общества. Ноосфера как новая эволюционная стадия биосферы. Роль В.И. Вернадского в формировании современного понятия о биосфере. Экологические системы биосферы и человек. Экология и экономика (общее, различие).

Охрана окружающей природной среды. Основные уровни охраны живой природы : молекулярно-генетический, онтогенетический, популяционно-видовой и биоценотически-биосферный. 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.

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 2. ПРОГРАММА – МИНИМУМ

Специальные вопросы экологии в области технических наук

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 ресурсноберегающих 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.

Вещества-загрязнители (поллютанты, ксенобиотики) окружающей среды. Токсичность. Стандарты качества среды. Основы экотоксикологии. Основные вещества-токсиканты 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.) и области их использования (получение энергии, сельское хозяйство, транспорт 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. Оценка химических веществ 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. Роль донных отложений в формировании качества водной среды. Виды загрязнений и процессы самоочищения водных систем. 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. Технологии очистки сточных вод. Особенности биохимической очистки сточных вод. Физико-химические и эколого-технологические методы водоочистки и водоподготовки. 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. Проблемы загрязнения почвенных экосистем. Утилизация и переработка твердых промышленных и бытовых отходов. Сжигание отходов. Технологии утилизации и рециклинга отходов. Методы и системы экологичной переработки отходов. Генно-инженерные аспекты биобезопасности.

Радиоактивность как загрязняющий фактор. Радиационная угроза в современном мире. Военный ядерный комплекс. Атомная энергетика. Радиоактивные отходы и отработанное ядерное топливо, радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды.

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.

Основная литература к разделу 1

1. Еськов, Е. К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия [Электронный ресурс] Саратов: Вузовское образование, 2019. 584 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79833.html>
2. Прикладная экология : учеб. / В. В. Дмитриев, А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. - М. : ИЦ "Академия", 2008. – 608 с.
3. Степановских, А. С. Общая экология : учебник для вузов / А. С. Степановских. — 2-е изд. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017. — 687 с. — ISBN 5-238-00854-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/71031.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Вершинин, В. Л. Экология города : учебное пособие / В. Л. Вершинин. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 88 с. — ISBN 978-5-7996-1349-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/66221.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Петров, К. М. Общая экология: взаимодействие общества и природы : учебное пособие для вузов / К. М. Петров. — Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-9388-274-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/49797.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Основная литература к разделам 2-3

7. Матрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий: учебное пособие / Б.С. Матрюков.- М.: Издательский центр «Академия», 2009.-320 с.
8. Николайкин Н.И. Экология: учебник для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина; О.П. Мелехова. — М: Дрофа, 2008. — 624 с.
9. Трифонов К.И. Физико-химические процессы в техносфере: учебник / К.И. Трифонов, В.А. Девисилов. — М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2007. — 240 с.
10. Реховская, Е. О. Экологическая токсикология : учебное пособие / Е. О. Реховская. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 117 с. — ISBN 978-5-8149-2451-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78492.html>— Режим доступа: для авторизир. Пользователей
11. Марченко, Б. И. Экологическая токсикология : учебное пособие / Б. И. Марченко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство ЮФУ, 2017. — 103 с. — ISBN 978-5-9275-2585-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/87522.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература:

12. Прикладная экобиотехнология: в 2 т. А.Е. Кузнецов [и др.]. 2-е изд. — М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015. (Учебник для высшей школы). Т. 1. 2015. 629с.
13. Прикладная экобиотехнология: в 2 т. А.Е. Кузнецов [и др.]. 2-е изд. — М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015 (Учебник для высшей школы). Т. 2. 2015. 485 с.
14. Бурова Т.Е., Иванченко О.Б. Экологическая биотехнология [Электронный ресурс] СПб.: ГИОРД, 2018. 176 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785988792048.html>
15. Прикладная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко - М.: Академический Проект, 2020. Gaudeamus Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829129989.html>
16. Основы экологического мониторинга: учеб. пособие / В.В. Тетельмин, В.А. Язев. — Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2013. — 256 с.
Кол-во экземпляров: 5
17. Моделирование экосистем: оценка экологической безопасности с применением подходов вычислительной геометрии: учебник для магистрантов направления 05.04.06 "Экология и природопользование", профиль "Экологическая безопасность" / С. В. Бобырев [и др.] ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. — Саратов: Орион, 2016. — 176 с.

Интернет-ресурсы:

18. Государственные доклады "О состоянии окружающей природной среды в Российской Федерации" М.: Изд-во ВНИТИ (2010-2021).
https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii/

Составители программы:

заведующий кафедрой «Экология и техносферная безопасность»,
доктор биологических наук, профессор Тихомирова Е.И.


подпись

профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность»,
доктор технических наук, профессор Атаманова О.В.


подпись

профессор кафедры «Экология и техносферная безопасность»,
доктор химических наук, профессор Ольшанская Л.Н.


подпись