

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

по научной работе

Д.Ю. Петров

\_\_\_\_\_ 2018 г.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ  
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
03.02.08 «Экология» (по отраслям)

НАПРАВЛЕНИЕ – 05.06.01 «Науки о Земле»

Саратов, 2018

Программа кандидатских экзаменов 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», направленности 03.02.08 «Экология» (в биологии, в химии и нефтехимии) по отраслям: биологические науки, химические науки, технические науки, утвержденной решением Ученого совета университета «24» февраля 2012, протокол № 2.

Составители программы:

заведующий кафедрой «Экология», доктор биологических наук, профессор Тихомирова Е.И.;  
заведующий кафедрой «Природная и техносферная безопасность», доктор химических наук, профессор Ольшанская Л.Н.,  
профессор кафедры «Экология», доктор технических наук, профессор Атаманова О.В.

## **ПРОГРАММА-МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 03.02.08 - ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ)**

### **ЧАСТЬ I. ПРОГРАММА – МИНИМУМ**

**кандидатского экзамена по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки)**

**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 экологии: экология особи (аутоэкология), экология популяций и экология сообществ (синэкология). Отношение экологии к другим наукам и ее значение для цивилизации. Краткая история развития экологии. Иерархия уровней организации живых систем. Принцип эмерджентности в экологии. Общие вопросы моделирования в экологии.

Основные подразделения современной экологии факториальная экология, системная экология, прикладная экология, биоэкология, экология сред жизни, экология человека, социальная экология, глобальная экология.

**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 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. Популяционная структура вида. Структура популяции : половая, возрастная, пространственная и этологическая. 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. Понятие о гомеостазе популяции. Общие закономерности регуляции численности популяции, модифицирующие и регулирующие факторы, основные типы популяционной динамики.

**Экология сообществ.** Биоценоз 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. Климаксная 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 биоценологически-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.

**Часть 2. ПРОГРАММА – МИНИМУМ**  
**кандидатского экзамена по специальности 03.02.08 – Экология**  
**(химические науки)**

Основные понятия и общие вопросы экологии (см.: часть 1. ПРОГРАММА - МИНИМУМ кандидатского экзамена по специальности 03.02.08 –Экология, биологические науки).

**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, ксенобиотики) 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 3. ПРОГРАММА – МИНИМУМ**  
**кандидатского экзамена по специальности 03.02.08 – Экология**  
**(технические науки, раздел – в химии и нефтехимии)**

Основные понятия и общие вопросы экологии (см.: часть 1. ПРОГРАММА - МИНИМУМ кандидатского экзамена по специальности 03.02.08 - Экология, биологические науки).

**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.

**Основная литература к разделу 1**


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. Проскуряков. – 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.

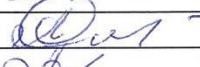
### **Основная литература к разделам 2-3**

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.: Спец. 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.: СПГГИ (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.
- Дополнительно:**
1. Гиляров А.М. Популяционная экология. – М.: Изд-во МГУ, 1990.
  2. Жизнеспособность популяций. Природоохранные аспекты / Пер. с англ. – М: Мир, 1989.
  3. Кимстач В.А. Классификация качества поверхностных вод в странах Европейского экономического сообщества. – СПб.: Гидрометеиздат, 1993.

4. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды / Под ред. Л.К. Исаева – СПб.: Крисмас+, 1998.
5. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш.шк., 1999.
6. Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф. Экологический мониторинг. – СПб.: Изд-во СПГГИ, 2002.
7. Татарина Л.Ф. Экологический практикум для студентов и школьников (биоиндикация загрязненной среды). – М.: Аргус, 1997.
8. Фрумин Г.Т. Экологическая химия и экологическая токсикология. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2000.
9. Воздействие металлургических производств на лесные экосистемы Кольского полуострова / Т.В. Черненькова, О.Б. Бутусов, В.В. Сычев и др. – СПб., 1995.
10. Шуйский В.Ф. Основы общей биологии и общей экологии. – СПб.: Изд-во СПГГИ, 2001.

Составители программы:

Тихомирова Е.И. \_\_\_\_\_; 

Ольшанская Л.Н. \_\_\_\_\_; 

Атаманова О.В. \_\_\_\_\_; 