Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Шуйский филиал ИвГУ

Кафедра истории, географии и экологии

ОДОБРЕНО:

Руководитель программы аспирантуры

_____ М.В. Шептуховский
(подпись)

«26» февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Научная специальность:	1.5.15. Экология
Направленность образовательной программы:	
Срок освоения образовательной программы:	4 года

Шуя

1. Цели освоения дисциплины.

Цели освоения дисциплины: содействие развитию профессиональной компетентности исследователя (преподавателя-исследователя) в области оценки влияния техногенных систем на экосистемы и анализа экологических рисков, а также освоение практики проведения исследований по минимизации воздействия негативных факторов техногенеза на человека и окружающую среду.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Техногенные системы и экологический риск» относится к факультативным дисциплинам отрасли науки и научной специальности направления подготовки образовательной программы послевузовского профессионального образования по профилю 1.5.15. Экология.

Дисциплина «Техногенные системы и экологический риск» является базовой для изучения смежных курсов учебного плана: «Экология», «Экодиагностика», «Экология человека», «Экологические проблемы современности», «Урбоэкология» и др., а также для прохождения практики. С учетом того, что данная дисциплина читается с начала обучения, аспирантам при ее освоении достаточно владеть профессиональными компетенциями, сформированными на предыдущих уровнях обучения.

Для освоения данной дисциплины аспирант должен:

Знать:

- основополагающие теоретические знания о целостности и неоднородности Земли как планеты людей в пространстве и во времени, основных этапах ее цивилизационного освоения, особенностях природы, жизни, культуры и хозяйственной деятельности людей, экологических проблемах на разных материках и в отдельных странах;
- особенности деятельности людей, ведущей к возникновению и развитию или решению экологических проблем на различных территориях и акваториях, умений и навыков безопасного и экологически целесообразного поведения в окружающей среде
- о наличии закономерной связи и познаваемости явлений природы, об объективности научного знания; о системообразующей роли физики для развития других естественных наук, техники и технологий; научного мировоззрения как результата изучения основ строения материи и фундаментальных законов физики;
- физическую сущность явлений природы (механических, тепловых, электромагнитных и квантовых), видах материи (вещество и поле), движении как способе существования материи; усвоение основных идей механики, атомно-молекулярного учения о строении вещества, овладение понятийным аппаратом и символическим языком физики;

Уметь:

- использовать естественнонаучные знания в повседневной жизни для объяснения и оценки явлений и процессов, самостоятельного оценивания уровня безопасности окружающей среды, адаптации к условиям территории проживания, соблюдения мер безопасности в случае природных стихийных бедствий и техногенных катастроф;
- применять научные методы познания, наблюдения физических явлений, проведение опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов; понимать неизбежность погрешностей любых измерений;
- анализировать и объективно оценивать жизненные ситуации, связанные с химией, навыками безопасного обращения с веществами, используемыми в повседневной жизни;
- устанавливать связи между реально наблюдаемыми химическими явлениями и процессами, происходящими в микромире, объяснять причины многообразия веществ, зависимость их свойств от состава и строения, а также зависимость применения веществ от их

свойств;

Владеть:

- представлениями об использовании территориального подхода как основы географического мышления для осознания своего места в целостном, многообразном и быстро изменяющемся мире и адекватной ориентации в нем;
- элементарными практическими умениями использования приборов и инструментов для определения количественных и качественных характеристик компонентов географической среды, в том числе ее экологических параметров;
- первоначальными систематизированными представлениями о биологических объектах, процессах, явлениях, закономерностях, об основных биологических теориях, об экосистемной организации жизни, о взаимосвязи живого и неживого в биосфере, понятийным аппаратом биологии;
- первоначальными систематизированными представлениями о веществах, их превращениях и практическом применении; овладение понятийным аппаратом и символическим языком химии;

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

– теоретические основы общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды;

– методы сбора, обработки и анализа экологической информации, осуществления оценки природоохранной деятельности;

– социальные, экономические и политические аспекты экологических проблем;

– основные принципы рационального природопользования;

– основные источники загрязнения окружающей среды и пути решения экологических проблем при охране атмосферного воздуха, воды, земель, недр, растительного и животного мира, аграрных и промышленных экосистем

– основы оценки воздействия на окружающую среду, правовые основы природопользования и охраны окружающей среды;

– основные правовые коллизии в сфере природопользования и охраны окружающей среды;

– основные термины и понятия теории экологии и рационального природопользования, а также смежных дисциплин.

Уметь:

– использовать теоретические знания в области экологических наук для решения практических задач по охране и освоению природных ресурсов;

– обрабатывать, анализировать полевую и лабораторную экологическую и геоэкологическую информацию, применять теоретические знания в практической природоохранной деятельности;

– оценивать прямое и косвенное влияние человека на биосферу и отдельные экосистемы;

– планировать и проводить мероприятия по оценке состояния и охране природной среды;

– оценивать воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду, а также анализировать правовые аспекты природопользования и охраны окружающей среды;

– применять профессиональную терминологию, соответствующую области профессиональной деятельности бакалавров экологии;

Иметь опыт:

– владения базовыми общепрофессиональными (общеэкологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды;

– анализа и прогноза развития экосистем, анализа и прогноза воздействия человечества на биосферу;

– анализа способов снижения загрязнения окружающей среды;

– оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, а также анализа правовых аспектов природопользования и охраны окружающей среды;

4. Объем и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 1 зачетную единицу (36 академических часов)

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в акад. часах, по очной форме обучения)			Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения) Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Самостоятельная работа обучающихся	
№ п/п	Модуль 1. Техногенные системы и их взаимоотношение с окружающей средой					
1.	Тема 1. Окружающая среда как система. Оценка опасностей.	1	1	1	2	Вводная лекция, тест, семинар
2.	Тема 2. Техногенные факторы дестабилизации природной среды.	1	1	1	2	Проблемная лекция, тест, семинар
3.	Тема 3. Техногенные системы и их воздействие на человека и окружающую среду.	1	1	1	2	Проблемная лекция, мозговой штурм, семинар
4.	Тема 4. Основные принципы рационального природопользования в управлении техногенными системами.	1	1	1	2	Проблемная лекция, тест, семинар
	Модуль 2. Экологический риск и обеспечение экологической безопасности	1				
5.	Тема 5. Риск и экологический риск.	1	1	1	2	Проблемная лекция, тест, семинар, практическая работа
6.	Тема 6. Количественная оценка экологического риска.	1	1	1	2	Проблемная лекция, тест, практическая работа

7.	Тема 7. Восприятие и коммуникация риска.	1	1	1	2	Проблемная лекция, тест, семинар
8.	Тема 8. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.	1	1	1	2	Проблемная лекция, тест, семинар
9.	Тема 9. Правовые основы обеспечения промышленной и экологической безопасности	1			4	Проблемная лекция, тест, семинар
	Итого за семестр:		8	8	20	Зачет

4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

Модуль 1. Техногенные системы и их взаимоотношение с окружающей средой

Тема 1. Окружающая среда как система. Оценка опасностей

Компоненты окружающей среды. Безопасность и защита человека и окружающей среды. Обеспечение устойчивого развития цивилизации – важнейшая проблема современности. Многоплановость оценки природных и техногенных опасностей. Проблема количественной оценки разнородных опасностей. Земля как открытая термодинамическая система. Основные этапы эволюции планетарной природной системы. Круговороты вещества и энергии. Механизмы, обеспечивающие динамическое равновесие в природной среде. Техносфера. Экологическая безопасность и возможные стратегии развития цивилизации в условиях техногенеза.

Тема 2. Техногенные факторы дестабилизации природной среды

Антропогенное воздействие на природную среду. Мировые и региональные демографические тенденции. Развитие производственных сил и рост масштабов хозяйственной деятельности и энергопотребления. Основные источники техногенного загрязнения и дестабилизации природной среды. Глобальные экологические проблемы. Нарушение климатического и биологического равновесия вследствие накопления «парниковых» газов. Разрушение озонового слоя. Нехватка и снижение качества питьевой воды. Накопление производственных и коммунальных отходов. Деградация почв и сокращение биоразнообразия. Опасность разрушения природной среды под воздействием техногенных факторов.

Тема 3. Техногенные системы и их воздействие на человека и окружающую среду

Современный аспект анализа техногенных систем. Классификация техногенных систем. Основные загрязнители почвы, воздуха, воды; их источники: промышленные предприятия, электростанции, транспорт. Методы оценки воздействия: адитивность, синергизм и антагонизм. Превращения химических загрязнителей в окружающей среде. Техногенные нагрузки на природу, их виды, показатели. Масштаб современных и прогнозируемых техногенных воздействий на человека и окружающую среду в рамках концепции устойчивого развития. Мониторинг двух важнейших антропогенных факторов – развития производительных сил и роста народонаселения. Динамика роста населения и устойчивое развитие.

Тема 4. Основные принципы рационального природопользования в управлении техногенными системами

Политика экологической безопасности: уменьшение последствий и компенсация ущерба. Принципы рационального природопользования (соизмеримость изъятия ресурсов природно-ресурсному потенциалу, приоритет предупреждения негативных последствий перед мерами по

их минимизации и др.). Научные основы оценки техногенных воздействий на окружающую среду. Предельно допустимые концентрации. Пороговая и беспороговая концепции. Токсикологическое нормирование химических веществ. Экологический подход к оценке и регулированию качества окружающей среды. Экологическое и санитарно-гигиеническое нормирование. Критические нагрузки на природные системы. Поля воздействий, поля концентраций. Диагностика и эффективный химико-аналитический контроль объектов окружающей среды. Комплексный анализ объектов окружающей среды. Методы контроля воздействия на окружающую среду. Экологическая экспертиза природных экосистем и территорий. Экологический аудит техногенных систем: принципы, модели и критерии оценки.

Текущий контроль 1. Техногенные системы и их взаимоотношение с окружающей средой

Модуль 2. Экологический риск и обеспечение экологической безопасности Тема 5. Риск и экологический риск

Определение риска. Виды природных и техногенных опасностей. Вероятность и последствия риска. Наиболее опасные факторы воздействия на здоровье населения и окружающую среду. Опасности и риски с высокой и низкой вероятностью. Систематические опасные воздействия на человека и окружающую среду. Долгосрочные эффекты опасных воздействий. Латентный период. Социально-экологический риск и его виды. Риск от источника и риск для объекта. Особенности экологического риска. Категории риска по объектам исследования. Индивидуальный (популяционный) и социальный риск. Понятие «потенциальный риск».

Тема 6. Восприятие и коммуникация риска

Факторы восприятия риска. Связь между восприятием риска и выработкой решений по приемлемости (допустимости) риска. Приемлемый уровень риска для целей управления. Адекватность восприятия риска между предполагаемыми и реальными опасностями – методы изучения. Механизмы восприятия рисков. Технократический и социолого-культурологический подходы к коммуникации риска. Основные задачи коммуникации риска. Процесс обмена сведениями о рисках и средства массовой информации. Эффективность процесса коммуникации риска.

Тема 7. Количественная оценка экологического риска

Структура оценки экологического риска. Оценка социального и индивидуального рисков. Оценка рисков по сокращению ожидаемой продолжительности жизни.

Управление экологическим риском. Приемлемый уровень риска. Особенности управления риском в экстремальных условиях. Связь уровня безопасности с экономическими возможностями общества. Оценка риска угрозы здоровью, обусловленного загрязнителями. Частность дополнительного риска. Процедура оценки риска для здоровья: идентификация опасности; оценка воздействующих доз; оценка зависимости «доза – эффект». Характеристика риска. Региональная оценка риска. Расчет и построение полей риска на картографической основе. Зоны экологического риска.

Тема 8. Обеспечение безопасности жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера

Характер и масштабы стационарных и аварийных выбросов. Неблагоприятные и опасные природные явления и процессы. Аварии и техногенные катастрофы. Специфика крупномасштабных экстремальных воздействий. Основные подходы к оценке риска крупных аварий. Основные принципы и способы обеспечения безопасности населения в условиях чрезвычайных ситуаций. Жизнеобеспечение и социальная защита населения в чрезвычайных ситуациях. Международное сотрудничество в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Тема 9. Правовые основы обеспечения промышленной и экологической безопасности

Экологическое законодательство в сфере экологического риска. Основные законодательные

и нормативные документы. Методы управления природопользованием: информационные (экологическое картографирование, математическое моделирование и др.) и административные (лицензирование природопользования, экологическая экспертиза, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), экологический аудит, сертифицирование). Декларирование безопасности опасных промышленных объектов.

5. Образовательные технологии

В программе данного курса предусмотрено использование в учебном процессе следующих образовательных технологий: технология проблемного обучения, проектная, технология развития критического мышления, технология учебной дискуссии, используемые при реализации различных видов учебных занятий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются технологии смешанного обучения, мультимедиа технологии; технологии визуализации (инфографика, презентационная графика); технологии виртуальной реальности).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа по освоению учебной дисциплины предполагает: работу с лекционным материалом, в том числе, анализ учебной педагогической литературы с целью знакомства с актуальными проблемами по темам, работу с электронными источниками информации; выполнение заданий для самостоятельной работы во внеаудиторных условиях: конспектирование, рецензирование и аннотирование литературных источников, подготовку презентаций, докладов.

Полное освоение курса дисциплины аспирантом предусматривает:

- усвоение и творческую переработку материала лекционных и практических занятий в полном объеме по разделам курса;
- выполнение задания самостоятельной работы (учебный проект);
- способность продемонстрировать образовательные результаты в ходе текущего и промежуточного контроля знаний.

Типовые задания для самостоятельной работы:

– Составление аннотированного списка статей.
– Подготовка презентаций.
– Составление рецензий.
– Подготовка эссе.
– Подготовка устного выступления по нескольким источникам.
– Поиск информации в Интернет с последующим представлением результатов на семинаре.
– Подготовка тезисов доклада.
– Подготовка реферата.

Усилению практико-ориентированного характера учебного курса способствуют различные виды самостоятельной работы аспирантов, направленные на отработку умений организации и осуществления педагогического взаимодействия и решение задач самообразования.

Полностью весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы обучающихся приводится в Приложении 1 к РП.

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Система контроля по курсу включает: *входной контроль* (задание на самооценку своей готовности к профессиональной научно-педагогической деятельности); *текущий контроль* (тестовые контрольные работы, защита презентации по проблеме и т.д.), *итоговый контроль по курсу* — зачет.

Входной контроль преследует цель: выявить уровень эрудированности и подготовленности аспиранта к усвоению материала дисциплины.

Для текущего контроля на занятиях используется серия индивидуализированных заданий по темам курса, которые выполняются дома и частично обсуждаются на семинарских занятиях.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Форма проведения зачета: смешанная. В рамках изучения курса аспирантам предлагается реализовать учебный проект. Тематика учебного проекта определяется по согласованию с преподавателем и соответствует одному из разделов учебного курса. Форма представления учебного проекта — доклад, презентация. Оценка на зачете выставляется по итогам оценивания проекта. Возможная тематика проектов представлена в Приложении 1.

Критерии оценки.

Критерии оценки:

«зачтено» соответствует достаточному уровню образовательных результатов, аспирант демонстрирует все планируемые результаты обучения, указанные в п. 3 настоящей рабочей программы,

«не зачтено» соответствует низкому уровню освоения программы, аспирант демонстрирует фрагментарные знания, указанные в п. 3 настоящей рабочей программы.

Фонд оценочных средств отражен в Приложении 2.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература.

1. Валова (Копылова) В.Д. Экология [Электронный ресурс]: учебник / Валова (Копылова) В.Д.

– Электрон. Текстовые данные.– М.: Дашков и К, 2013. – 360 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/14631. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

2. Зайцев В.А. Промышленная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие / Зайцев В.А. – Электрон. текстовые данные. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 382 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/12265. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

3. Меньшакова, В.В. Прикладная экология [Электронный ресурс]: учебное пособие / Меньшакова В.В. – Волгоград: Волгоградский институт бизнеса, Вузовское образование, 2013. – 134 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/11342. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

4. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 147 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/23110. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

5. Потравный И.М. Экологический аудит. Теория и практика [Электронный ресурс]: учебник/ Потравный И.М., Петрова Е.Н., Вега А.Ю. – Электрон. текстовые данные. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. – 583 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16746. – ЭБС «IPRbooks», по паролю.

Дополнительная литература.

1. Авалиани С.Л. и др. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт). – М.: Академия, 1996. – 284 с.

2. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. – 256 с.

3. Быков А.А., Мурзт К.В. Проблемы безопасности человека, общества и природы. – СПб: Наука, 1997. – 186 с.

4. Ваганов П.А. Манг-Сунг И.М. Экологический риск: Учебное пособие. – СПб: Изд-во С.- Петербургского ун-та, 2005. – 360 с.

5. Данилов-Даншъян В.И., Лосев К.С. Экологический вызов и устойчивое развитие:

Учебное пособие. – М.: Прогресс-традиция, 2000. – 250 с.

6. Декларирование безопасности промышленной деятельности: методы и практические рекомендации / Под. ред. Р.У. Миганова. – М.: НК «Лукойл», 1999. – 50 с.

7. Израэлъ Ю.А. Экология и контроль состояния среды. – М.: Гидрометеоиздат, 1984. – 220 с.

8. Кузьмин И.К, Махутов Н.В., Хетагуров С.В. Безопасность и риск: эколого-экономические аспекты. – СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 1997. – 340 с.

9. МедоузД.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс И. За пределами роста: Учебное пособие / Пер. с англ. – М.: Прогресс, Пангея, 1997. – 160 с.

10. Меньшиков В.В. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность и экологичность технических систем. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 250 с.

11. Меньшиков В.В. Концептуальные основы оценки экологического риска: Учебное пособие.– М.: Изд-во МНЭПУ, 2004. – 258 с.

12. Меньшиков В.В., Савельева Т.Е. Методы оценки загрязнения окружающей среды: Учебное пособие. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 294 с.

13. Меньшиков В.В., Швыряев А.А. Опасные химические объекты и техногенный риск: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 320 с.

14. Мягков С.М. География природного риска. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. – 286 с.

15. Окружающая природная среда России. Краткий обзор. – М.: Экое, 1995. – 404 с.

16. Перелет Р.А., Сергеев Г.С. Технологический риск и обеспечение безопасности производств. – М.: Знание, 1988. – 196 с.

17. Региональные проблемы безопасности с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф. – М.: МГФ «Знание», 1999. – 346 с.

18. Реймерс Н.Ф. Концептуальная экология. Надежда на выживание человечества. – М.: Россия молодая, 1992. – 210 с.

19. Савенко В.С. Природные и антропогенные источники загрязнения атмосферы // Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – Т.31. – М., 1991. – 240 с.

20. Хефлинг Г. Тревога в 2000 году. Бомбы замедленного действия на нашей планете. – М.: Мысль, 1990. – 340 с.

21. Цыганов А.А. Техногенные системы и экологический риск. В 2 частях. – Тверь: ТГУ, 2005. – 232 с.

22. Экологическое аудирование промышленных производств: Учебное пособие. – М.: НУМЦ Госкомэкологии России, 1997. – 258 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. http://elibrary.ru/defaultx.asp – научная электронная библиотека.
2. http://www.a-portal.moreprom.ru – Экологический портал ЭКОМИР.
3. http://www.consultant.ru – Законодательство РФ: кодексы, законы, указы, постановления, нормативные акты и т.п.
4. http://www.ecoinformatica.srcc.msu.ru – «Экологическая информация»: Web – ориентированная база данных библиографического типа, в которой аккумулируются материалы эколого-экономического направления.
5. http://www.ecolife.ru – официальный сайт журнала «Экология и жизнь».
6. http://www.iprbookshop.ru – IPRBooks – электронная библиотека.
7. http://www.landscape.edu.ru/ – ресурс географического факультета МГУ, посвященный методическим аспектам изучения природы Земли и хозяйственной деятельности людей.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
2. Коллекция Шуйского филиала ИвГУ на национальном цифровом ресурсе «Руконт»
3. Электронная библиотека ИвГУ http://lib.ivanovo.ac.ru
4. Электронный каталог НБ ИвГУ http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek
5. Научная электронная Библиотека eLIBRARY.RU (ООО «Интра-Центр+») https://elibrary.ru

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения

Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное специализированной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: электронные презентации, печатные пособия (стенды), тематические карты.

Автор(ы) рабочей программы дисциплины: профессор кафедры истории, географии и экологии, доктор педагогических наук, профессор Шептуховский М.В.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры истории, географии и экологии «17» марта 2022 г., протокол №7.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 5 от «24» января 2024 г.
Согласовано:
Руководитель ОП _____ М.В. Шептуховский
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 7 от «28» марта 2025 г.
Согласовано:
Руководитель ОП _____ М.В. Шептуховский
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № 6 от «26» февраля 2026 г.
Согласовано:
Руководитель ОП _____ М.В. Шептуховский
(подпись)

(подпись)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Шуйский филиал ИвГУ

Кафедра истории, географии и экологии

Приложение 1
к рабочей программе дисциплины

Методические указания
для обучающихся по освоению дисциплины
ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

Уровень высшего образования:	Подготовка кадров высшей квалификации
Научная специальность:	1.5.15. Экология
Направленность образовательной программы:	
Срок освоения образовательной программы:	4 года

Шуя

1. Методические указания к проработке лекционного материала по дисциплине

(Включаются планы лекций, тезисы лекций, презентации к лекциям, литература (источники) к лекциям, задания на дополнение материалов лекций и т.д.)

2. Методические рекомендации к практическим занятиям

Работа в рамках практических аудиторных занятий в группе выполняется при непосредственном контроле преподавателя по учебникам и учебным пособиям, различным учебным материалам. Большое внимание при этом уделяется формированию ключевых компетенций.

Вопросы для контроля предъявляются в письменной и устной форме в виде тестов и заданий, подтверждающих необходимый уровень компетенций.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

по дисциплине Техногенные системы и экологический риск

1. Оценка степени воздействия техногенных систем на окружающую среду (анализ подходов).
2. Оценка воздействия предприятия на окружающую среду (на примере конкретного предприятия).
3. Мировые и региональные демографические тенденции.
4. Экологические последствия конкретного случая использования энергии (методика расчета).
5. Анализ экологических проблем при замене традиционных энергоносителей.
6. Оценка экологического риска для здоровья населения (на примере конкретного региона).
7. Применение методологии анализа риска в природоохранной деятельности (на примере конкретного предприятия или региона).
8. Сравнение существующего санитарно-гигиенического подхода и метода анализа риска для решения природоохранных задач.
9. Влияние химического загрязнения объектов окружающей среды на здоровье населения (методы оценки).
10. Глобальные экологические проблемы: нарушение климатического и биологического равновесия.
11. Разрушение природной среды под воздействием техногенных факторов.

Критерии оценки реферата и его защиты

При оценке качества подготовки реферата и его защиты учитываются:

1. Достижение аспирантом поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулировки цели, определения задач исследования и т.д., убедительность выводов);
2. Уровень эрудированности и личные заслуги автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов собственных исследований);
3. Культура изложения материала (последовательность и логичность подачи материала, грамотность автора)
4. Качество оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям оформления рукописи на компьютере);
5. Степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всесторонность раскрытия темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность

примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

6. Качество и ценность полученных результатов исследования (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

7. Качество и количество использованных литературных источников, правильность оформления библиографического списка.

8. Качество доклада с использованием мультимедийных технологий.

9. Качество ответов на вопросы при защите реферата.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине Техногенные системы и экологический риск

Самостоятельная работа 1

Определение предельно-допустимых выбросов в атмосферу

Цель работы: определение максимальной приземной концентрации вредного вещества, определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Материалы и оборудование: калькулятор, тетрадь для самостоятельных работ.

1. Краткие сведения из теории

В настоящее время в подавляющем большинстве случаев невозможно ограничить содержание вредных примесей на выходе из источника выброса до уровня ПДК. Тем не менее допустимые уровни загрязнения в жилых районах должны соблюдаться независимо от расстояния между этими районами и источниками выбросов вредных веществ в атмосферу. Управлять процессами рассеивания загрязнений человек не может, поскольку они всецело зависят от метеорологических и климатических условий. Следовательно, необходимо ограничивать и регламентировать количество выбрасываемых веществ таким образом, чтобы с учётом рассеивания соблюдались нормативы качества воздуха.

Расчет выполняется согласно "Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86".

Регламентирование выбросов вредных веществ в атмосферу через те или иные источники осуществляется на основе установления предельно допустимых выбросов (ПДВ), для чего предварительно определяют максимально возможную приземную концентрацию вредных веществ ($C_м$) и опасное расстояние ($X_м$) от источника, где эта концентрация возникает /1/.

2.1. Определение максимальной приземной концентрации вредного вещества

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $C_м$ (мг/м^3) при выбросе газовоздушной смеси из одиночного источника определяется по формулам /1/ для нагретых выбросов и /2/ для холодных выбросов.

Для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$):

$$C_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \qquad (1)$$

Для холодных выбросов ($\Delta T = 0$):

$$C_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot k}{H^{4/3}} \qquad (2)$$

где А- коэффициент, зависящий от температурной апратификации атмосферы.

Место расположения источника выброса	Коэффициент А
Районы Средней Азии южнее 40º с. ш., Читинской области и Бурятии	250
Для Европейской территории России, для районов южнее 50º с. ш., нижнего Поволжья, Дальнего Востока и остальной территории Сибири	200
Для Европейской территории России и Урала от 50 до 52º с. ш., за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов	180
для Европейской территории России и Урала севернее 52º с. Ш., за исключением Центрально-Европейской территории	160
Для Московской, Тульской, Рязанской, Калужской, Владимирской, Ивановской областей	140

M (г/с) – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени (мощность источника)

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере (F=1 для газов и мелкодисперсной пыли);

m, n, k – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника;

Коэффициент m:

$$m = \frac{1}{0{,}67 + 0{,}1 \cdot \sqrt{f} + 0{,}34 \cdot \sqrt[3]{f}} \qquad (3)$$

где $f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^{\,2} \cdot Д}{H^2 \cdot \Delta T}$ (4)

ω_0 – скорость выброса, м/с

Д – диаметр устья источника, м

H – высота источника, м

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовоздушной смеси ($T_г$) и температурой окружающего атмосферного воздуха ($T_в$).

Коэффициент n:

$$n = \begin{cases} 1, & \text{при } V_м \geq 2 \\ 0{,}532 \cdot V_м^{\,2} - 2{,}13 \cdot V_м + 3{,}13, & \text{при } 0{,}5 \leq V_м < 2 \\ 4{,}4 \cdot V_м, & \text{при } V_м < 0{,}5 \end{cases} \qquad (5)$$

где $V_м$ – параметр, определяющий среднюю скорость ветра, м/с

Для нагретых выбросов (ΔT > 0) $V_м = 0{,}65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}$ (6)

Для холодных выбросов (ΔT = 0) $V_м = \frac{\omega_0 \cdot Д}{H}$ (7)

V_1 – расход газовоздушной смеси, $м^3/с$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot Д^2}{4} \cdot \omega_0 \qquad (8)$$

Коэффициент k:

$$k = \frac{Д}{8 \cdot V_1} \qquad (9)$$

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности.

Если перепад высот не превышает 50 м на 1 км, то $\eta = 1$.

2.2. Определение опасного расстояния от источника выброса.

Расстояние $X_м$ (м) от источника выброса, на котором приземная концентрация при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения $C_м$ определяется по формуле:

$$X_м = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H \qquad (9)$$

где коэффициент d для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$) определяется:

$$d = \begin{cases} 2{,}48 \cdot (1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f}), & \text{при} \quad V_м \le 0{,}5 \\ 4{,}95 \cdot V_м \cdot (1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f}), & \text{при} \quad 0{,}5 < V_м \le 2 \\ 7 \cdot \sqrt{V_м} \cdot (1 + 0{,}28 \cdot \sqrt[3]{f}), & \text{при} \quad V_м > 2 \end{cases} \qquad (10)$$

для холодных выбросов ($\Delta T = 0$) определяется:

$$d = \begin{cases} 5{,}7, & \text{при} \quad V_м \le 0{,}5 \\ 11 \cdot V_м, & \text{при} \quad 0{,}5 < V_м \le 2 \\ 16 \cdot \sqrt{V_м}, & \text{при} \quad V_м > 2 \end{cases} \qquad (11)$$

2.3 Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.

ПДВ вредных веществ в атмосферу устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников населённого пункта с учётом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземную концентрацию, превышающую предельно-допустимую концентрацию (ПДК) для выбрасываемого вредного вещества.

При установлении ПДВ учитывают фоновые концентрации $C_ф$. Фоновая концентрация вредного вещества в атмосфере – концентрация этого вещества без учёта вклада данного источника.

Для нагретых выбросов ($\Delta T > 0$):

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_ф) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} \quad \text{(г/с)} \qquad (12)$$

Для холодных выбросов ($\Delta T = 0$):

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_ф) \cdot H^{4/3}}{A \cdot F \cdot n \cdot \eta \cdot к} \quad \text{(г/с)} \qquad (13)$$

2.4. Определение минимальной высоты источника выброса.

Если приземная концентрация вредного вещества превышает допустимую (ПДК), то

необходимо разработать мероприятия по снижению этой концентрации. Одним из путей решения этой проблемы является увеличение высоты источника выбросов.

Минимальная высота источника выброса определяется по формуле:

$$H_{MIN} = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot Д \cdot K}{\cdot (ПДК - C_{ф})} \right]^{3/4}$$

Если высота источника получается больше, чем реально можно построить, то на данном источнике необходимо установить очистное устройство.

3.Задание к работе

Для заданного варианта (табл.1) рассчитать максимальную приземную концентрацию вредного вещества $C_{м,}$ опасное расстояние от источника выброса $X_{M,}$ предельно–допустимый выброс ПДВ и при необходимости минимальную высоту источника выброса.

4. Пример расчета

Дано: г. Н.Новгород
мощность источника М=1,2 г/с
высота источника Н = 20 м
температура выброса $t_г = 60^{\circ}$ С
скорость выброса $\omega_0 = 2,5$ м/с
размер устья источника Д = 1,2 м
выбрасываемое вещество FeO
ПДК = 0,04 мг/м^3
фоновая концентрация $C_ф$ = 0,001 мг/м^3
температура окружающей среды $t_в = 25^{\circ}$ С
Т.к. $\Delta T = 35^{\circ}$ С > 0, то источник выбрасывает нагретые выбросы.
Определение максимальной приземной концентрации вредного вещества
Для нагретых выбросов расчёт C_M ведём по формуле 1.

$$C_м = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}$$

A = 160
M = 1,2
F = 1
η = 1
H = 20

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,536} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,536}} = 0,98$$

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^{\,2} \cdot Д}{H^2 \cdot \Delta T} = 1000 \cdot \frac{2,5^2 \cdot 1,2}{20^2 \cdot 35} = 0,536$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot Д^2}{4} \cdot \omega_0 = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 2,5 = 2,83 \ \ (м^3/с)$$

$$V_м = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{2,83 \cdot 35}{20}} = 1,107 \ \ (м|с)$$

т.к. $0,5 < V_M < 2$, то $n = 0,532 \cdot V_м^{\,2} - 2,13 \cdot V_м + 3,13 = 1,49$

$$C_м = \frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1,49 \cdot 1}{20^2 \cdot \sqrt[3]{2,83 \cdot 35}} = 0,152 \text{ (мг/м}^3\text{)}$$

$C_М + C_ф = 0,152+0,001 = 0,153$ мг/м^3

ПДК = 0,04 мг/м^3

$C_М + C_ф >$ ПДК

Определение опасного расстояния от источника выброса

$$X_м = \frac{5 - F}{4} \cdot d \cdot H$$

$$d = 4,95 \cdot V_м \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 4.95 \cdot 1,107 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,536}) = 6,73$$

$$X_м = \frac{5 - 1}{4} \cdot 6,73 \cdot 20 = 134,5 \text{ м}$$

Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_ф) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T} = \frac{(0,04 - 0,001) \cdot 20^2}{160 \cdot 0,98 \cdot 1,49 \cdot 1} \cdot \sqrt[3]{2,83 \cdot 35} = 0,308 \text{ г/с}$$

ПДВ = 0,308 г/с < М = 1,2 г/с,
ПДВ < М
Определение минимальной высоты источника выброса

$$k = \frac{Д}{8 \cdot V_1} = \frac{1,2}{8 * 2,83} = 0,53$$

$$H_{MIN} = \left[\frac{A \cdot M \cdot F \cdot Д \cdot K}{(ПДК - C_ф)} \right]^{3/4} == \left[\frac{160 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1}{(0,04 - 0,001)} \right]^{3/4} = 674 \text{ м}$$

Выводы:
$C_М + C_ф = 0,153$ мг/м^3 > ПДК = 0,04 мг/м^3
Концентрация оксида железа превышает допустимую.

$X_м = 134,5$ м
Максимальная концентрация оксида железа достигается на расстоянии 134,5 м от источника.
ПДВ = 0,308 г/с < М = 1,2 г/с
ПДВ < М, то необходимо разработать мероприятия по уменьшению концентрации вредного вещества.
$H_{min} = 674$ м
Высота источника Н = 674 м является выше практически строящихся, поэтому для уменьшения концентрации оксида железа до ПДК необходимо установить очистные сооружения.

5. Варианты заданий

В таблицах 1,2 приведены исходные данные для расчета.
Условные обозначения, принятые в таблице:
М - мощность источника,
Н - высота источника,
tг - температура выброса,
$\acute{\omega}_0$ - скорость выброса,

Д - размеры устья источника,
ПДК – предельно-допустимая концентрация,
Сф - фоновая концентрация,
tв - температура окружающей среды.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

	Место расположения источника выброса	Широта, град.	М, г/с	Н,м	$\acute{\omega}_0$, м/с	Д, м
1	г. Москва	-	10	12	2,3	0,4
2	г. Якутск	62	2,4	16	1,7	1,5
3	г. Н.Новгород	56	0,08	13	4,0	2,0
4	г. Чита	-	12	26	6,2	0,8
5	г. Курск	51	0,6	18	1,8	0,9
6	г. Новосибирск	55	0,7	19	2,1	0,9
7	г. Н.Новгород	56	9,6	12	1,9	2,1
8	г. Тула	-	13,0	13	3,5	2,4
9	г. Иваново	-	2,3	15	4,6	1,0
10	г. Екатеринбург	56	0,8	19	2,0	1,1
11	г. Красноярск	55	0,43	23	0,8	1,6
12	г. Астрахань	46	0,35	26	1,9	1,8
13	г. Калуга	-	4,1	20	2,3	2,4
14	г. Волгоград	48	0,11	15	5,1	0,6
15	г. Рязань	-	0,08	18	4,9	2,2
16	г. Улан Удэ	-	0,002	30	4,7	1,6
17	г. Н.Новгород	56	6,5	11	3,3	0,7
18	г. Тюмень	55	2,8	16	3,0	1,8
19	г. Владимир	-	2,4	13	6,6	1,4
20	г. Находка	-	0,9	14	7,0	0,9
21	г. Москва	-	1,5	15	8,1	0,6
22	г. Орёл	52,5	0,18	14	2,1	0,6
23	г. Пенза	53	0,106	21	2,0	0,8
24	г. Челябинск	55	0,89	19	4,6	0,5
25	г. Мурманск	67	0,0027	16	4,3	1,5
26	г. Санкт-Петербург	59	0,72	14	2,2	0,9
27	г. Самара	53	20,4	13	0,9	0,75
28	г. Барнаул	51	0,0016	22	1,5	0,4
29	г. Рязань	-	0,75	17	1,3	0,6
30	г. Архангельск	63	11,0	18	1,8	0,6

Таблица 2 – Исходные данные для расчета

	Выбрасываемое вещество	ПДК мг/м^3	Сф, мг/м^3	tг,ºС	tв, ºС
1	диоксид азота	0,085	0,005	102	26
2	бензол	1,5	0,02	23	23
3	оксид меди	0,002	0,0004	67	25
4	ацетон	0,35	0,01	26	26
5	кислота серная	0,1	0,006	25	25
6	дихлорэтан	1,0	0,01	72	24
7	фреон	10	0,6	25	25
8	спирт этил.	5,0	1,6	26	26
9	цемент	0,1	0,0002	49	26
10	сероводород	0,008	0,001	23	23
11	сажа	0,05	0,002	84	23
12	капролактам	0,06	0,004	28	28

13	аммиак	0,2	0,01	26	26
14	озон	0,03	0,01	42	28
15	нафталин	0,003	0,001	46	24
16	ртуть	0,0003	0	63	25
17	оксид углерода	1,0	0,7	51	25
18	толуол	0,6	0,8	24	24
19	к-та азотная	0,4	0,001	79	25
20	бромбензол	0,03	0	27	27
21	бензол	1,5	0,5	26	26
22	свинец	0,003	0	90	26
23	фенол	0,01	0,006	105	25
24	окись этилена	0,03	0,001	24	24
25	никель	0,0002	0	76	23
26	гексахлоран	0,03	0,01	23	23
27	бензол	0,8	0,04	25	25
28	оксид меди	0,002	0	80	23
29	взвешенные в-ва	0,05	0,008	26	26
30	спирт метиловый	0,5	0,001	22	22

Самостоятельная работа 2

Определение экономической эффективности природоохранных мероприятий

Цель работы: научиться определять экономическую эффективность природоохранных мероприятий и оценивать влияние компонентов ландшафтов на геоэкологические процессы.

Материалы и оборудование: калькулятор, тетрадь для самостоятельных работ.

Задание 1

Эколого-экономический ущерб до проведения природоохранных мероприятий $У_1$, млн.руб./год, после их проведения составил $У_2$, руб./год. Дополнительный годовой доход после проведения экологических мероприятий составляет Д млн.руб. Оценить экономический результат от проведения природоохранных мероприятий.

Исходные данные	**Варианты**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Эколого-экономический ущерб: до проведения природоохранных мероприятий , $У_1$ млн.руб./год	300	400	350	500	450	300	400	350	500	700
после проведения $У_2$ млн. руб./год	50	150	100	100	50	50	60	70	90	40
Дополнительный доход, ΔД	150	250	200	300	200	150	150	100	130	400

Методические указания

1.Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения У определяется как разность между расчетными величинами ущерба, который имел место до осуществления рассматриваемого мероприятия $У_1$, и остаточного ущерба после проведения этого мероприятия $У_2$.

$$\Delta У = У_1 - У_2.$$

2.Величина экономического результата от проведения природоохранных мероприятий определяется по формуле

$$Р=ΔУ+ΔД, млн.руб./год,$$

где Д - годовой прирост дохода (дополнительный доход) от улучшения производительности показателей деятельности предприятий в результате оздоровления окружающей среды, млн.руб./год.

3.Вывод.

Задание 2.

Дайте оценку водорегулирующей роли леса, используя следующую формулу А.И.Миховича:

ДСГ = ДО - ДСП - ДИ,

где *ДСГ* - изменение среднемноголетней величины годового подземного стока под влиянием леса;

ДО - изменение среднемноголетней суммы осадков;

ДСП - изменение годовой величины поверхностного стока;

ДИ - изменение годового суммарного испарения влаги лесом по сравнению с полем.

В бассейне реки преобладают суглинистые почвы, на которых могут произрастать дубовые древостой, и супесчаные почвы, которые заняты сосняками. Годовая сумма осадков в бассейне реки равна 682 мм, поверхностный сток — 66 мм, подземный сток - 13 мм, суммарное испарение - 603 мм. Под влиянием леса количество осадков увеличилось на 10%, поверхностный сток снизился на 50%. Среднегодовое суммарное испарение дубовыми лесами на свежих почвах - 683 мм, на влажных и сырых -727 мм (эти почвы занимают соответственно 50 и 10% площади бассейна). На 40% площади на свежих и влажных почвах произрастают сосняки, суммарное испарение этими лесами - 648 мм. Ответьте на следующие вопросы:

- увлажняющую или иссушающую роль будет играть лес;
- как изменится суммарный годовой речной сток;
- как изменится подземная составляющая речного стока (при условии полного облесения водосбора)?

Самостоятельная работа 3

Геоэкологическая характеристика макрорегиона современного мира

Цель работы: развитие умений комплексного использования карт, учебника, разнообразных материалов с целью отбора и фиксации на контурной карте очагов геоэкологических проблем и экологических рисков макрорегиона современного мира.

Материалы и оборудование: контурные карты региона, атлас «Экономическая и социальная география мира», набор цветных и простые карандаши, линейка, циркуль, источники справочной информации.

Задание:

На контурной карте макрорегиона (по выбору студента *Зарубежная Европа, Зарубежная Азия, Северная Америка, Латинская Америка, Африка, Австралия и Океания*) обозначить основные локусы проявления геоэкологических проблем на территории макрорегиона.

Отметить места локализации месторождений полезных ископаемых.

Охарактеризовать характер сельскохозяйственного производства, указать места произрастания основных сельскохозяйственных культур.

Отметить важнейшие экономические центры и их сочетания.

В виде круговых диаграмм описать структуру промышленного производства крупнейших

городов региона.

Обозначить основные транспортные магистрали.

Отметить очаги наиболее острых экологических проблем.

Самостоятельная работа 4

Оценка исчерпаемости природного ресурса. Антропогенное воздействие

Цель работы: определение экологических рисков оценки ресурсообеспеченности по статистическим материалам и анализ антропогенного воздействия на природу.

Материалы и оборудование: калькулятор, тетрадь для самостоятельных работ.

1. Краткие сведения из теории

Если известен уровень добычи природного ресурса в текущем году и потребление данного ресурса в последующие годы будет возрастать с заданной скоростью прироста ежегодного потребления, то возможно оценить срок исчерпания данного природного ресурса. Для расчета используется сумма членов ряда геометрической прогрессии:

$$Q = \frac{q\left(\left(1+TP/100\right)^{t}-1\right)}{TP/100}, \qquad (3.1)$$

где Q – запас ресурсов, q – годовая добыча ресурса, TP – прирост потребления ресурса, t – число лет.

Логарифмирование выражения для Q дает следующую формулу для расчета срока исчерпания ресурса:

$$t = \frac{\ln\left(\frac{QTP}{q100}+1\right)}{\ln\left(1+TP/100\right)}.$$

Таким образом, можно прогнозировать темпы исчерпания природных ресурсов.

2. Определение ресурсообеспеченности

В таблице приведены исходные данные о запасах некоторых природных ресурсов:

№ варианта	Исходные данные			
	Ресурс	Запас ресурса Q, млрд. т	Добыча ресурса q, млрд. т/год	Прирост объема потребления ресурса TP, % в год
1	Каменный уголь	6800	3,9	2
2	Природный газ	280	1,7	1,5
3	Нефть	250	3,5	2
4	Железо	1200	0,79	2,5
5	Фосфор	40	0,023	1,8
6	Медь	0,60	0,008	1,7
7	Цинк	0,24	0,006	1,3
8	Свинец	0,15	0,004	2,2
9	Алюминий	12	0,016	1,6
10	Уран	300	0,2	2

Рассчитайте время исчерпания *всех* приведенных в таблице ресурсов.

Сделайте вывод о последовательности прекращения добычи ресурсов.

3. Определение антропогенного воздействия на природу

Начертите график темпа вымирания видов птиц на Земле. С 1700 по 1749 гг. исчезло 6 видов; с 1750 по 1799 гг. – 10 видов; с 1800 по 1849 гг. – 15 видов; с 1850 по 1899 гг. – 26 видов; с

1900 по 1949 гг. – 33 вида; с 1950 по 2000 гг. – 37 видов.

Поясните тенденцию исчезновения видов птиц за последние 300 лет.

Какие последствия для человека и природы имеет вымирание птиц?

Назовите основные причины вымирания птиц.

Самостоятельная работа 5

Расчет выбросов от автомобильного транспорта

Цель работы: расчет экологических рисков выбросов от автомобильного транспорта и анализ техногенного воздействия транспорта на природу.

Материалы и оборудование: калькулятор, тетрадь для самостоятельных работ.

Краткие сведения из теории

Большая часть загрязнения атмосферного воздуха приходится на долю автомобильного транспорта. В крупных городах она составляет более 70% всех вредных выбросов в атмосферу.

Основная причина загрязнения воздуха разнообразными двигателями, использующими в качестве топлива продукты нефтепереработки, заключается в неполном и неравномерном сгорании топлива. Камера сгорания двигателя – своеобразный химический реактор, синтезирующий загрязняющие вещества, выделяющиеся с выхлопными газами в атмосферу.

Основная химическая реакция, протекающая в процессе сгорания топлива, может быть представлена следующим обобщенным уравнением:

$$C_xH_y + (x + 0,25y)O_2 \rightarrow xCO_2 + 0,5yH_2O,$$

где C_xH_y – условное обозначение гаммы углеводородов, входящих в состав топлива. Однако эта реакция не проходит полностью.

Основными загрязняющими веществами, входящими в состав выхлопных газов пратически всех двигателей, являются CO, C_xH_y, NO_x . При определенных условиях в выхлопных газах содержатся также SO_2, сажа, бензапирен, соединения свинца.

Содержание вредных веществ в отработавших газах (ОГ)

Вредное вещество	Содержание в ОГ ДВС	
	Дизели	Бензиновые
Оксид углерода	0,005–0,5 об. %	0,25–10 об. %
Оксиды азота в пересчете на азот	0,004–0,5 об. %	0,01–0,8 об. %
Сернистый ангидрид	0,003–0,05 об. %	–
Углеводороды в пересчете на углерод	0,01–0,5 об. %	0,27–0,3 об. %
Бензапирен	До 10 мкг/м^3	До 20 мкг/м^3
Сажа	До 1,1г/м^3	До 0,4 г/м^3
Соединение свинца	–	Выбрасывается до 85 % соединений свинца (от количества введенного в бензин с ТЭС)

На основании большого количества натурных измерений выбросов разработана «Методика по расчету валовых выбросов вредных веществ в атмосферу для предприятий нефтепереработки и нефтехимии» (РД-17-89) от 1990 г. В одном из разделов этой методики представлен расчет выбросов вредных веществ от автомобилей с различными типами двигателей.

Выброс i-го вредного вещества Pi, в тоннах определяется по формуле:

$$P_i = q_i l k_1 k_2,$$

где q_i, т/км – удельный выброс i-го вредного вещества автомобилем в зависимости от типа ДВС с учетом картерных выбросов и испарений топлива, определяется по табл. 3.5; l, км – пробег автомобилей с данным типом двигателя за расчетный период; k_1 – коэффициент, учитывающий техническое состояние автомобиля; k_2 – коэффициент, учитывающий возраст автомобиля. Значения k_1, k_2 определяются по табл.3.4.

Общий выброс от автомобиля складывается из выбросов вредных веществ всех групп: $P = \sum_{i=1}^{n} P_i$.

Пример

Рассчитать выбросы оксида углерода, углеводородов и оксидов азота от автобуса с дизельным двигателем 2000 года выпуска и пробегом 80000 км.

Решение: Используя данные таблиц 3.4 и 3.5, получим следующие выражения для расчета выбросов:

$$P_{CO} = q_{CO} l k_1 k_2 = 15 \cdot 80000 \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}27 = 2743200 \text{ г} = 2{,}743 \text{ т},$$

$$P_{C_xH_y} = q_{C_xH_y} l k_1 k_2 = 6{,}43 \cdot 80000 \cdot 2{,}0 \cdot 1{,}17 = 1198080 \text{ г} = 1{,}198 \text{ т},$$

$$P_{NO_x} = q_{NO_x} l k_1 k_2 = 8.5 \cdot 80000 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 680000 \text{ г} = 0{,}680 \text{ т}.$$

Тогда суммарный выброс перечисленных загрязняющих веществ от данного транспортного средства составит:

$$P = \sum_{i=1}^{n} P_i = 2{,}743 + 1{,}198 + 0{,}680 = 4{,}621 \text{ т}.$$

Коэффициент влияния среднего возраста автомобилей и уровня их технического состояния на выбросы вредных веществ для различных групп заводского автомобильного транспорта

Группы автомобилей	k_1			k_2		
	оксид углерода	углеводороды	оксиды азота	оксид углерода	углеводороды	оксиды азота
Грузовые и специальные грузовые с бензиновыми ДВС	1,69	1,86	0,8	1,33	1,2	1,0
Грузовые и специальные грузовые дизельные	1,8	2,0	1,0	1,33	1,2	1,0
Автобусы с бензиновыми ДВС	1,69	1,86	0,8	1,32	1,2	1,0
Автобусы дизельные	1,8	2,0	1,0	1,27	1,1	1,0
Легковые служебные и специальные	1,63	1,83	0,85	1,28	1,17	1,0
Легковые индивидуального пользования	1,62	1,78	0,9	1,28	1,17	1,0

Значения удельных выбросов вредных веществ автомобильным транспортом q_i, г/км

Группы автомобилей	Год выпуска														
	1996			1997			1998			1999			2000		
	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x	CO	C_xH_y	NO_x
Грузовые, специальные грузовые с бензиновыми ДВС и работающие на сжиженном нефтяном газе (пропан-бутан)	61,9	13,3	8	60,3	13	7,7	58,7	12,7	7,4	57,1	12,3	7,1	55,5	12	6,8
Грузовые, специальные грузовые ди-зельные	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,6
Грузовые, специальные грузовые рабо-тающие на сжатом природном газе	30	10	8	30	10	8	30	10	8	25	8	7,5	25	8	7,5
Автобусы с бензиновым ДВС	57,5	10,7	8	56	10,5	7,5	54,5	10,2	7,2	53	9,9	6,8	51,5	9,6	6,4
Автобусы дизельные	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5	15	6,4	8,5
Легковые служебные и стандартные	18,7	2,25	2,7	18,2	2,09	2,58	17,7	1,93	2,47	17,1	1,86	2,36	16,5	1,6	2
Легковые индивидуального пользования	17,9	2,1	2,6	17,45	2	2,5	17	1,9	2,4	16,55	1,75	2,3	16,1	1,6	2,19

2. Задание:

1. Рассчитайте величину выбросов оксида углерода, углеводородов и оксидов азота двух единиц автотранспорта А и В. Определите суммарный выброс каждой из единиц автотранспорта. Сравните выбросы отдельных загрязняющих веществ и суммарные выбросы для двух единиц автотранспорта А и В по *всем* вариантам. Данные для расчета приведены в таблице.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
тип авто А	авто-бус	л/а инд.	л/а инд.	груз.	л/а инд.	груз.	груз.	груз.
тип двигателя А	дизель	бен-зин	бен-зин	дизель	бен-зин	дизель	бен-зин	дизель
Пробег А,тыс. км	80	180	50	250	190	320	260	320
год выпуска А	2000	1997	1996	1998	1999	1998	2000	1998
тип авто Б	авто-бус	л/а служ.	л/а служ.	груз.	груз.	авто-бус	авто-бус	груз.
тип двигателя Б	бен-зин	бен-зин	бен-зин	бен-зин	бен-зин	дизель	бен-зин	дизель
пробег Б	80	180	50	250	190	320	260	320
год выпуска Б	2000	1997	1996	1998	1999	1998	2000	2000

Примечание: л/а инд. – легковой автомобиль индивидуального пользования;
л/а служ. – легковой автомобиль служебного пользования;
дизель – дизельный двигатель; бензин – бензиновый двигатель;
груз. – грузовой автомобиль

Вычисления проведите по всем 8 вариантам!

2. Определите, какую массу углеводородов C_xH_y, угарного газа CO и оксидов азота NO_x выбросят за год в атмосферу на участке 100 м ежедневно проезжающие по улице 500 автомобилей, которые удовлетворяют требованиям экологического стандарта Евро-3, регулирующего содержание вредных веществ в выхлопных газах транспортных средств с дизельными и бензиновыми двигателями. В России все произведенные или ввезенные транспортные средства должны удовлетворять требованиям стандарта Евро-3 начиная с января 2011 г. Евро-3 предусматривает выбросы C_xH_y до 0,2 г/км, CO до 2,3 г/км, NO_x до 0,15 г/км.

Определите, насколько будут снижены выбросы при переходе на требования стандарта Евро-4, согласно которым выбросы не должны превышать следующих значений: C_xH_y – 0,1 г/км, CO 1,0 г/км, NO_x – 0,08 г/км

Автор рабочей программы дисциплины: *Марков Д.С.,* доцент кафедры истории, географии и экологии, кандидат географических наук, доцент.