

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Моделирование воздействий на окружающую среду опасных и вредных
производственных факторов**

Направление подготовки: 20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль): Экологический менеджмент

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 41799

Подписал: заведующий кафедрой Сухов Филипп Игоревич

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) «Моделирование воздействий на окружающую среду опасных и вредных производственных факторов» является формирование у студента компетенций в области разработки и применения математических моделей воздействия опасных и вредных производственных факторов на основные компоненты биосферы и окружающую среду в целом.

Задачи:

получение навыков моделирования негативных воздействий на окружающую среду опасных и вредных производственных факторов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-3 - Проведение обоснованных расчетов экологических рисков с целью прогнозирования воздействия хозяйственной деятельности организации на окружающую среду.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

Основные математические модели, методы численного анализа и программные инструменты для прогнозирования рассеивания загрязняющих веществ, распространения физических полей (шум, вибрация, ЭМИ) и оценки трансграничного переноса вредных факторов в компонентах окружающей среды;

Методологию количественной оценки экологических рисков: классификацию источников опасности, параметры экспозиции, функции «доза–эффект», критерии приемлемого риска и нормативные требования к расчётному обоснованию воздействия на окружающую среду;

Структуру и содержание проектной документации по разделам охраны окружающей среды, этапы жизненного цикла экологических проектов, принципы планирования ресурсов, контроля качества и управления изменениями в природоохранной деятельности.

Уметь:

Самостоятельно подбирать и адаптировать математические модели (гауссовы, лагранжевые, CFD-модели) и программные комплексы (например,

«Эколог», AERMOD, CALPUFF) для расчёта распространения вредных выбросов с учётом рельефа, метеоусловий и характеристик источника;

Выполнять верифицируемые расчёты экологических рисков: идентифицировать опасные факторы, оценивать вероятность и масштаб негативных последствий, формировать карты рисков и обосновывать природоохранные мероприятия на основе сценарного анализа;

Разрабатывать дорожные карты экологических проектов: формулировать цели и результаты, планировать этапы моделирования, распределять роли в команде, контролировать сроки и бюджет, оценивать эффективность внедрённых решений.

Владеть:

Навыками критического анализа результатов моделирования: оценкой неопределённостей, чувствительности моделей, репрезентативности входных данных и интерпретации выходных параметров в контексте принятия управленческих решений в области техносферной безопасности;

Методиками комплексного обоснования экологической безопасности производственных объектов: сочетанием расчётных прогнозов, нормативных требований и социально-экономических факторов для разработки превентивных мер и программ производственного экологического контроля;

Инструментами проектного менеджмента в сфере экологического моделирования: использованием стандартов PMI/ISO 21500, систем мониторинга прогресса (Gantt, Kanban), протоколов документооборота и отчётности для обеспечения качества и своевременности природоохранных проектов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		

Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 96 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Введение в моделирование воздействий на окружающую среду Рассматриваемые вопросы: Понятие и классификация опасных и вредных производственных факторов (химические, физические, биологические); Цели, задачи и область применения математического моделирования в техносферной безопасности; Нормативно-правовая база РФ и международные стандарты в области оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) Этапы процесса моделирования: от постановки задачи до интерпретации результатов.
2	Математические основы экологического моделирования Рассматриваемые вопросы: Системы дифференциальных уравнений в задачах переноса примесей; Статистические методы обработки экологических данных: регрессионный анализ, корреляция, дисперсионный анализ Численные методы решения задач моделирования: конечно-разностные схемы, метод конечных элементов; Основы верификации и валидации моделей: критерии адекватности и точности.
3	Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Рассматриваемые вопросы: Физические механизмы переноса и диффузии примесей в атмосфере; Гауссовы модели рассеивания: уравнения, допущения, область применимости; Лагранжевые и эйлеровы подходы: сравнительный анализ и выбор модели; Учёт метеофакторов, рельефа местности и застройки в расчётных схемах.
4	Моделирование загрязнения водных объектов и почв Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Механизмы миграции загрязняющих веществ в водной среде: адвекция, диффузия, сорбция; Модели трансформации и деградации загрязнителей (биохимическое разложение, гидролиз); Многокомпонентные и многофазные модели загрязнения почв и грунтовых вод; Особенности моделирования аварийных разливов нефтепродуктов и химических веществ.
5	Моделирование воздействия физических факторов: шум, вибрация, ЭМИ Рассматриваемые вопросы: Распространение акустических волн в городской и промышленной застройке: расчётные методики; Моделирование вибрационного воздействия от транспорта и промышленного оборудования; Оценка электромагнитного излучения: нормирование, зоны влияния, методы расчёта; Интегральная оценка комбинированного воздействия физических факторов на здоровье населения.
6	Экологические риски и управление проектами в области моделирования Рассматриваемые вопросы: Методология количественной оценки экологических рисков: идентификация опасности, анализ экспозиции, характеристика риска; Учёт неопределённостей и сценарный анализ в прогнозных расчётах; Принципы проектного менеджмента в природоохранной деятельности: жизненный цикл, ресурсы, контроль качества; Подготовка отчётной документации и презентация результатов моделирования для принятия управленческих решений.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Работа с нормативно-методической документацией В результате занятия студенты ознакомятся: с перечнем и структурой федеральных законов, ГОСТ, СанПиН и методических указаний, регламентирующих расчёты воздействия на окружающую среду; с алгоритмом подбора нормативных параметров (ПДК, ПДВ, фоновые концентрации) для конкретных типов производств; с требованиями к оформлению расчётно-графической документации в соответствии с регламентами государственной экологической экспертизы.
2	Сбор и подготовка входных данных для моделирования В результате занятия студенты ознакомятся: с методами сбора первичных данных о характеристиках источников выбросов/сбросов (инвентаризация, инструментальные замеры, отчётная документация); с процедурами верификации и очистки данных, выявлением и обработкой пропущенных значений; с форматами представления входных параметров для различных программных комплексов (таблицы, XML, GIS-слои).
3	Расчёт рассеивания выбросов методом Гаусса (ручной расчёт) В результате занятия студенты ознакомятся: с алгоритмом пошагового расчёта приземных концентраций загрязняющих веществ по гауссовой модели; с влиянием параметров источника (высота, температура, скорость выхода газов) и метеоусловий на форму и размеры зоны загрязнения; с построением изолиний концентраций и определением границ санитарно-защитной зоны.
4	Моделирование атмосферного рассеивания в ПО «Эколог» / AERMOD В результате занятия студенты ознакомятся:

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	с интерфейсом и основными модулями специализированного программного комплекса для расчёта загрязнения атмосферы; с настройкой расчётной сетки, вводом характеристик рельефа и метеоданных; с визуализацией результатов: карты полей концентраций, розы ветров, отчёты по контрольным точкам.
5	Расчёт распространения шума от промышленных источников В результате занятия студенты ознакомятся: с методикой расчёта уровней звукового давления с учётом геометрического расхождения, поглощения в воздухе и экранирования; с особенностями моделирования шума от точечных, линейных и площадных источников; с формированием акустических карт и оценкой соответствия расчётных показателей санитарным нормам.
6	Оценка вибрационного воздействия и электромагнитных полей В результате занятия студенты ознакомятся: с расчётными моделями распространения вибрации в грунтах и конструкциях зданий; с методами оценки напряжённости электромагнитного поля от ЛЭП, радиолокационных станций и базовых станций связи; с интерпретацией результатов в контексте гигиенического нормирования и разработки защитных мероприятий.
7	Моделирование переноса примесей в водных объектах В результате занятия студенты ознакомятся: с решением уравнения адвективно-диффузионного переноса для одномерных и двумерных случаев; с учётом процессов седиментации, ресуспензии и биотрансформации загрязнителей; с прогнозом изменения качества воды в зоне сброса сточных вод и определением зоны смешения.
8	Моделирование миграции загрязнений в почвах и грунтовых водах В результате занятия студенты ознакомятся: с моделями вертикальной и горизонтальной миграции тяжёлых металлов, нефтепродуктов, пестицидов; с параметрами сорбции, десорбции и коэффициентами распределения фаз; с оценкой времени достижения загрязнением критических горизонтов и объектов водопользования.
9	Практическое занятие 9. Комплексная оценка кумулятивного воздействия нескольких источников В результате занятия студенты ознакомятся: с методикой суммирования вкладов от множественных источников загрязнения (принцип суперпозиции); с оценкой синергетических и антагонистических эффектов при комбинированном воздействии химических веществ; с формированием интегральных карт экологической нагрузки на территорию.
10	Практическое занятие 10. Количественная оценка экологических рисков В результате занятия студенты ознакомятся: с алгоритмом расчёта индивидуального и популяционного риска для здоровья населения; с использованием функций «доза–ответ» и референсных доз для различных путей экспозиции (ингаляционный, пероральный, дермальный); с построением карт рисков и обоснованием приоритетных природоохранных мероприятий.
11	Практическое занятие 11. Анализ неопределённостей и чувствительности моделей В результате занятия студенты ознакомятся: с методами оценки неопределённости входных параметров (Монте-Карло, интервальный анализ); с проведением анализа чувствительности для выявления наиболее влияющих факторов на результат моделирования;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	с интерпретацией доверительных интервалов и формулированием выводов с учётом степени достоверности прогноза.
12	Проектное задание: разработка раздела ОВОС с элементами моделирования В результате занятия студенты ознакомятся: - со структурой и содержанием раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» проектной документации; - с практикой планирования этапов моделирования, распределения задач в команде и контроля сроков выполнения; - с навыками презентации результатов моделирования, подготовки экспертных заключений и ответов на замечания стейкхолдеров.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	работа с лекционным материалом
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Разработка мероприятий по достижению нормативно допустимых сбросов

Разработка мероприятий по достижению нормативно допустимых сбросов

Моделирование последствий взрывов, разливов, пожаров в результате аварий на железнодорожном транспорте при перевозке опасных грузов

Моделирование последствий взрывов, разливов, пожаров в результате аварий на железнодорожном транспорте при перевозке опасных грузов

Моделирование распределения производственных процессов с целью оптимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Моделирование распределения производственных процессов с целью оптимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Разработка мероприятий по достижению нормативов предельно-допустимых выбросов

Разработка мероприятий по достижению нормативов предельно-допустимых выбросов

Промышленные объекты, производственно-технологические процессы и механизмы их воздействия на окружающую среду

Промышленные объекты, производственно-технологические процессы и механизмы их воздействия на окружающую среду

Общие сведения о компьютерном имитационном моделировании

Общие сведения о компьютерном имитационном моделировании

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Белов, П. Г. Техногенные системы и экологический риск : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов, К. В. Чернов ; под общей редакцией П. Г. Белова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 405 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19286-5.	https://urait.ru/bcode/583740
2	Мананков, А. В. Урбоэкология и техносфера : учебник и практикум для вузов / А. В. Мананков. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 494 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06909-9.	https://urait.ru/bcode/585770
3	Максимов, Г. Г. Промышленная токсикология : учебник для вузов / Г. Г. Максимов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 182 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14791-9.	https://urait.ru/bcode/588810
4	Роик, В. Д. Управление профессиональными рисками : учебник для вузов / В. Д. Роик. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 657 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14160-3.	https://urait.ru/bcode/599002

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

профессор, доцент, д.н. кафедры
«Устойчивое развитие транспорта и
техносферная безопасность»

А.Ф. Демьяненко

Согласовано:

Заведующий кафедрой УРТиТБ

Ф.И. Сухов

Заведующий кафедрой ХиИЭ

Ф.И. Сухов

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова