

**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 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 РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 41799  
Подписал: заведующий кафедрой Сухов Филипп Игоревич  
Дата: 16.06.2026

## 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	<p>Введение в моделирование воздействий на окружающую среду</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Понятие и классификация опасных и вредных производственных факторов (химические, физические, биологические);</p> <p>Цели, задачи и область применения математического моделирования в техносферной безопасности;</p> <p>Нормативно-правовая база РФ и международные стандарты в области оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС)</p> <p>Этапы процесса моделирования: от постановки задачи до интерпретации результатов.</p>
2	<p>Математические основы экологического моделирования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Системы дифференциальных уравнений в задачах переноса примесей;</p> <p>Статистические методы обработки экологических данных: регрессионный анализ, корреляция, дисперсионный анализ</p> <p>Численные методы решения задач моделирования: конечно-разностные схемы, метод конечных элементов;</p> <p>Основы верификации и валидации моделей: критерии адекватности и точности.</p>
3	<p>Моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Физические механизмы переноса и диффузии примесей в атмосфере;</p> <p>Гауссовы модели рассеивания: уравнения, допущения, область применимости;</p> <p>Лагранжевые и эйлеровы подходы: сравнительный анализ и выбор модели;</p> <p>Учёт метеофакторов, рельефа местности и застройки в расчётных схемах.</p>
4	<p>Моделирование загрязнения водных объектов и почв</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ 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	<b>Моделирование воздействия физических факторов: шум, вибрация, ЭМИ</b> 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	<b>Экологические риски и управление проектами в области моделирования</b> 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	<b>Работа с нормативно-методической документацией</b> 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	<b>Сбор и подготовка входных данных для моделирования</b> 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	<b>Расчёт рассеивания выбросов методом Гаусса (ручной расчёт)</b> 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	<b>Моделирование атмосферного рассеивания в ПО «Эколог» / AERMOD</b> 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	<b>Расчёт распространения шума от промышленных источников</b> 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	<b>Оценка вибрационного воздействия и электромагнитных полей</b> 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	<b>Моделирование переноса примесей в водных объектах</b> 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	<b>Моделирование миграции загрязнений в почвах и грунтовых водах</b> 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	<b>Практическое занятие 9. Комплексная оценка кумулятивного воздействия нескольких источников</b> 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	<b>Практическое занятие 10. Количественная оценка экологических рисков</b> 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	<b>Практическое занятие 11. Анализ неопределённостей и чувствительности моделей</b> 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	<p>Проектное задание: разработка раздела ОВОС с элементами моделирования</p> <p>В результате занятия студенты ознакомятся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>со структурой и содержанием раздела «Оценка воздействия на окружающую среду» проектной документации;</li> <li>с практикой планирования этапов моделирования, распределения задач в команде и контроля сроков выполнения;</li> <li>с навыками презентации результатов моделирования, подготовки экспертных заключений и ответов на замечания стейкхолдеров.</li> </ul>

#### 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.	<a href="https://urait.ru/bcode/583740">https://urait.ru/bcode/583740</a>
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.	<a href="https://urait.ru/bcode/585770">https://urait.ru/bcode/585770</a>
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.	<a href="https://urait.ru/bcode/588810">https://urait.ru/bcode/588810</a>
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.	<a href="https://urait.ru/bcode/599002">https://urait.ru/bcode/599002</a>

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 ХиИЭ

Ф.И. Сухов

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова