

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
20.03.01 Техносферная безопасность,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Компьютерное моделирование процессов загрязнения атмосферы**

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль): Экологическая и промышленная  
безопасность

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: И.о. заведующего кафедрой Сухов Филипп  
Игоревич  
Дата: 05.02.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) «Компьютерное моделирование процессов загрязнения атмосферы» является формирование у студента компетенций в области моделирования процессов в атмосфере,

связанных с эволюцией загрязняющих примесей, а также применение компьютерных моделей для решения задач оценки загрязнения и охраны атмосферного воздуха.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ОПК-4** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

**ПК-4** - Разработка и внедрение мероприятий, направленных на выполнение требований в области охраны окружающей среды, предупреждение возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

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

### **Знать:**

- основные принципы построения математических моделей эволюции примеси в атмосфере;
- наиболее распространённые на данный момент системы моделирования загрязнения атмосферы и ведущие исследовательские центры, отвечающие за их разработку;
- основные источники данных наблюдений (анализа) и реанализа состояния атмосферы.

### **Владеть:**

- основными понятиями в предметной области;
- навыками разработки и применения компьютерных моделей эволюции примеси в атмосфере для оценки загрязнения атмосферного воздуха.

### **Уметь:**

- определять применимость конкретных моделей для решения определённых задач по оценке загрязнения атмосферы;

- пользоваться основными источниками данных наблюдений (анализа) и реанализа состояния атмосферы;
- работать с основными форматами данных, используемых для хранения как данных наблюдений состояния атмосферы, так и результатов численного моделирования;
- осуществлять вычислительный эксперимент по оценке концентраций примеси в атмосфере с помощью численной модели;
- анализировать и визуализировать результаты моделирования.

### 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 №7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 80 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	Глобальное моделирование загрязнения атмосферы Рассматриваемые вопросы: - дискретизация уравнений атмосферных процессов при глобальном моделировании; - особенности глобального моделирования атмосферных процессов
2	Региональное моделирование загрязнения атмосферы Рассматриваемые вопросы: - дискретизация уравнений атмосферных процессов при региональном моделировании; - особенности регионального (мезомасштабного) моделирования атмосферных процессов
3	Применение информационных технологий в моделировании процессов загрязнения атмосферы Рассматриваемые вопросы: - история развития методов атмосферного моделирования и их применения для оценки загрязнения атмосферы; - современное состояние проблемы; - развитие компьютерных моделей атмосферы.
4	Математическое моделирование в области атмосферных процессов Рассматриваемые вопросы: - многообразие исследовательских и прикладных задач, требующих применения компьютерного моделирования процессов загрязнения атмосферы; - основные этапы математического моделирования в области атмосферных процессов.
5	Общие сведения об атмосфере как реальной системе для моделирования Рассматриваемые вопросы: - строение атмосферы, физические и химические свойства атмосферы; - метеорологические элементы; - градиент метеорологических элементов; - индивидуальная, локальная и пространственная производные.
6	Гидрометеорологические банки данных Рассматриваемые вопросы: - форматы гидрометеорологических данных; - использование пакета GRADS для обработки и анализа гидрометеорологической информации; - гидрометеорологические информационные ресурсы в России и за рубежом; - реанализ - системы мониторинга аэрозольного и газового состава атмосферы
7	Методы расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере в практике инженера-эколога Рассматриваемые вопросы: - методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе (Приказ Минприроды России от 06 июня 2017 № 273) – МРР-2017; - программные пакеты, реализующие МРР-2017.
8	Перспективные модели для оценки загрязнения атмосферы Рассматриваемые вопросы: - система атмосферного моделирования WRF, химико-транспортный блок WRF-chem; - модель CHIMERE.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<b>ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ</b> В результате выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с графическим программным пакетом SURFER и приобретают навыки графического представления результатов моделирования загрязнения атмосферы
2	<b>ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ МРР-2017</b> В результате выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с программой расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосфере, реализующей Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, утвержденные Приказом Минприроды России от 06 июня 2017 № 273.
3	<b>РАБОТА С ПРОГРАММНЫМ ПАКЕТОМ GrADS</b> В результате выполнения лабораторной работы студенты узнают, как обрабатывать, анализировать и визуализировать гидрометеорологическую информацию.
4	<b>РАБОТА С АРХИВОМ ПОГОДЫ</b> В результате выполнения лабораторной работы студенты узнают, как осуществлять: - поиск и определение метеорологических параметров для моделирования загрязнения атмосферы; - получение статистических данных о параметрах атмосферы.

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение литературы
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Экология : учебник и практикум для среднего профессионального образования, 283 с., ISBN 978-5-534-01077-0 О. Е. Кондратьева Учебник Юрайт , 2023	<a href="https://urait.ru/book/ekologiya-513189">https://urait.ru/book/ekologiya-513189</a>
2	Общая экология : учебник и практикум для вузов, 190 с., ISBN 978-5-9916-9777-4 Е. И. Павлова, В. К. Новиков. Учебник Юрайт , 2023	<a href="https://urait.ru/book/obschaya-ekologiya-513545">https://urait.ru/book/obschaya-ekologiya-513545</a>
1	Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды : учебник и практикум для вузов, 454 с., ISBN 978-5-534-15425-2 А. П. Хаустов, М. М. Редина. Практикум Юрайт , 2023	<a href="https://urait.ru/book/normirovanie-i-snizhenie-zagryazneniya-okruzhayushey-sredy-511057">https://urait.ru/book/normirovanie-i-snizhenie-zagryazneniya-okruzhayushey-sredy-511057</a>

2	Технологические процессы экологической безопасности. Атмосфера : учебник для вузов, 201 с., ISBN 978-5-534-10700-5 А. И. Родионов, В. Н. Клушин, В. Г. Систер. Учебник Юрайт , 2023	<a href="https://urait.ru/book/tehnologicheskie-processy-ekologicheskoy-bezopasnosti-atmosfera-515191">https://urait.ru/book/tehnologicheskie-processy-ekologicheskoy-bezopasnosti-atmosfera-515191</a>
---	---	---

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

Общероссийский портал Math-Net.Ru (<http://www.mathnet.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс»

Гидрометеорологическая база данных NCAR/ UCAR (<rda.ucar.edu/>)

Архив погоды ([www.rp5.ru](http://www.rp5.ru))

Данные о загрязнении атмосферы Мосэкомониторинга ([mosecom.mos.ru](http://mosecom.mos.ru))

Интернет-портал системы моделирования WRF ([www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/](http://www2.mmm.ucar.edu/wrf/users/))

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

Microsoft Office 365, OpenGrADS, Cmax, MS Visual Studio, PyCharm, Surfer

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

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Аудиторные компьютеры оснащаются лицензионным программным обеспечением, обеспечивающим удовлетворительную скорость получения материалов из сети. Интернет, надежную демонстрацию видеоматериалов различных форматов.

Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7 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  
«Химия и инженерная экология»

А.В. Матешева

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой ХиИЭ

Ф.И. Сухов

Председатель учебно-методической  
комиссии

Н.А. Андриянова