

**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)**

**Моделирование опасных процессов в техносфере**

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль): Безопасность жизнедеятельности в  
техносфере

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: 2892  
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Нарусова Елена  
Юрьевна  
Дата: 01.06.2024

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

Целью освоения учебной дисциплины «Моделирование опасных процессов в техносфере» является подготовка будущего специалиста к моделированию опасных процессов и обеспечению безопасности эксплуатации технических систем опасных производственных объектов.

Задачами освоения учебной дисциплины являются:

- комплексное формирование у студентов знаний в области моделирования опасных производственных объектов;
- освоение студентами экспериментальных методов оценки технической системы;
- приобретение навыков математического моделирования технической системы;
- приобретение навыков оценки техногенных рисков;
- моделирование и прогноз параметров риска происшествий с помощью диаграмм типа «Дерво», «Граф» и «Сеть»;
- освоить выполнение научных исследований в области обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов, интерпретации результатов моделирования отказов и процесса эксплуатации с формулировкой аргументированных заключений и выводов.

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

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

**ОПК-2** - Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления;

**ПК-8** - Способен выполнять работу по решению научно-исследовательских задач обеспечения безопасности производств, человека и окружающей среды.

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

### **Знать:**

- виды моделей и этапы процесса моделирования;
- виды экспериментальных исследований физических моделей;
- виды математического моделирования технической системы.

### **Уметь:**

- анализировать источники литературы для проведения исследования, том числе экспериментальных;
- выполнять эксперимент и анализировать результаты экспериментальных исследований;
- составлять математическую модель и проводить анализ безопасности опасного производственного объекта.

**Владеть:**

- навыком проведения исследования, в том числе экспериментальных, в области безопасности транспортных процессов и производств;
- навыком прогноза социально-экономических последствий при развитии негативных событий, оказывающих влияние на производственную и экологическую обстановку.

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):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	48	48
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 64 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>Модель и этапы процесса моделирования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Тема 1.1. Виды моделей и моделирование явлений в них.</p> <p>Тема 1.2. Общие понятия и классификация экспериментальных исследований физических моделей.</p> <p>Тема 1.3. Планирование испытаний.</p>
2	<p>Экспериментальные методы оценки технической системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Тема 2.1. Экспериментальные методы оценки напряженно-деформированного состояния конструкций технической системы.</p> <p>Тема 2.2. Экспериментальные методы оценки эксплуатационных параметров технической системы.</p> <p>Тема 2.3. Математическая обработка экспериментальных данных физической модели технической системы.</p>
3	<p>Нагрузки, действующие на техническую систему и их моделирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Тема 3.1. Ветровые нагрузки.</p> <p>Тема 3.2. Статические нагрузки.</p> <p>Тема 3.3. Динамические нагрузки.</p> <p>Тема 3.4. Нагрузки от сил сопротивления движению.</p> <p>Тема 3.5. Сейсмические, транспортные, монтажные нагрузки и нагрузки от снега и обледенения.</p> <p>Тема 3.6. Комбинация нагрузок.</p>
4	<p>Виды математического моделирования технической системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Тема 4.1. Математическое моделирование технической системы и нагрузок.</p> <p>Тема 4.2. Математическое моделирование напряженно-деформированного состояния технической системы на КЭ-моделях.</p>
5	<p>Математическая модель и этапы процесса моделирования технических систем без источника энергии.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Тема 5.1. Основы математического моделирования технических систем.</p> <p>Тема 5.2. Свободные колебания линейных систем с одной степенью свободы и без неупругих сопротивлений.</p> <p>Тема 5.3. Свободные колебания в условиях наличия сил неупругого сопротивления.</p> <p>Тема 5.4. Свободные колебания в условиях наличия сил сложного упруго-вязкого сопротивления.</p> <p>Тема 5.5. Системы с одной степенью свободы с упругими сопротивлениями при нелинейной восстанавливающей силе.</p> <p>Тема 5.6. Математическое моделирование линейных технических систем с несколькими степенями свободы.</p>
6	<p>Этапы процесса математического моделирования технических систем с источником энергии</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Тема 6.1. Критические состояния технических систем. Тема 6.2. Вынужденные колебания технических систем. Тема 6.3. Параметрические колебания технических систем. Тема 6.4. Автоколебания в технических системах. Тема 6.5. Удар в технических системах. Тема 6.6. Адекватность математической модели.
7	<b>Идентификация и предварительный анализ источников риска</b> Рассматриваемые вопросы: Тема 7.1. Концепция выявления и предварительного анализа источников риска. Тема 7.2. Методы и обобщенная процедура предварительной оценки параметров риска. Тема 7.3. Представление и использование результатов предварительного анализа риска. Тема 7.4. Аprobация процедуры предварительного анализа и оценки параметров риска.
8	<b>Системное прогнозирование параметров риска происшествий с помощью диаграмм типа «Дерево»</b> Рассматриваемые вопросы: Тема 8.1. Правила построения диаграмм типа «дерево происшествий» и «дерево событий». Тема 8.2. Качественный анализ моделей типа «Дерево». Тема 8.3. Количественный анализ диаграмм типа «Дерево». Тема 8.4. Иллюстрированные модели прогнозирования риска с помощью диаграмм типа «Дерево».
9	<b>Моделирование и прогноз параметров риска происшествий с помощью диаграмм типа «Граф»</b> Рассматриваемые вопросы: Тема 9.1. Моделирование происшествий с помощью потокового графа. Тема 9.2. Разработка аналитической модели, эквивалентной потоковому графу. Тема 9.3. Обоснование и системный анализ результатов графо-аналитического моделирования. Тема 9.4. Методика априорной оценки риска происшествий на объекте повышенной опасности. Тема 9.5. Граф-модель возникновения происшествий на транспорте.
10	<b>Моделирование и прогноз параметров риска происшествий с помощью диаграмм типа «Сеть»</b> Рассматриваемые вопросы: Тема 10.1. Принципы построения и системного анализа стохастической структуры. Тема 10.2. Оценка параметров опасных событий количественным анализом сети GERT. Тема 10.3. Логико-лингвистическая модель происшествия в человеко-машинной системе. Тема 10.4. Алгоритм имитационного моделирования процесса появления происшествий на основе сети GERT. Тема 10.5. Прогнозирование вероятности происшествий методом имитационного моделирования.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Экспериментальное исследование динамики вертикального подъема груза на технической системе – электротали.</b> В процессе выполнения практической работы студент научится проводить подготовку к эксперименту и выполнять сами экспериментальные исследования с получением осциллограммы работы механизма подъема электротали.
2	<b>Экспериментальное исследование динамики движений технической системы –</b>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p><b>промышленного робота</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится проводить подготовку к эксперименту и выполнять сами экспериментальные исследования с получением осциллограммы работы промышленного робота.</p>
3	<p><b>Экспериментальное исследование динамики технической системы – колодочного тормоза.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится проводить подготовку к эксперименту и выполнять сами экспериментальные исследования с получением осциллограммы работы колодочного тормоза.</p>
4	<p><b>Экспериментальное исследование динамики технической системы – ленточного конвейера.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится проводить подготовку к эксперименту и выполнять сами экспериментальные исследования с получением осциллограммы работы ленточного конвейера.</p>
5	<p><b>Экспериментальное исследование динамики технической системы – винтового наклонного конвейера.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится проводить подготовку к эксперименту и выполнять сами экспериментальные исследования с получением осциллограммы работы винтового наклонного конвейера.</p>
6	<p><b>Экспериментальное исследование динамики технической системы – винтового вертикального конвейера.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится проводить подготовку к эксперименту и выполнять сами экспериментальные исследования с получением осциллограммы работы винтового вертикального конвейера.</p>
7	<p><b>Математическое моделирование и анализ систем в системе Mathcad.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится вычислять значения заданной функции, проводить интерполяцию определителем Вандермонда, многочленом Лагранжа, с помощью интерполяционных формул Ньютона. Кроме того, проводить линейную интерполяцию заданной функции с помощью встроенной интерполяционной функции linterp, сплайн-интерполяцию с помощью функций lspline, pspline, cspline и interp, выполнить предсказание (экстраполяцию) с использованием функции predict.</p>
8	<p><b>Математическая обработка результатов экспериментальных данных в системе Mathcad.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится аппроксимировать многочленами 2-ой и 6-ой степени по методу наименьших квадратов; определять параметры линейной регрессии с использованием встроенных функций Mathcad slope и intercept; аппроксимировать данные полиномом 4-ой степени при помощи функций regress и interp, наборами полиномов второго порядка с помощью функций loess и interp.</p>
9	<p><b>Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в системе Mathcad.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится решать задачу Коши методом Эйлера, методом Рунге-Кутты, методом Адамса, используя функцию rkfixed; находить аналитическое (точное) решение ОДУ с помощью преобразований Лапласа.</p>
10	<p><b>Спектральный анализ и синтез в системе Mathcad.</b></p> <p>В процессе выполнения практической работы студент научится разложению в ряд Фурье; выполнять классический и численный спектральный анализ и синтез; спектральный анализ и синтез функции <math>f(t)</math> с помощью БПФ; фильтрацию функции с помощью БПФ</p>

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Белов, П. Г. Управление рисками, системный анализ и моделирование : учебник и практикум для вузов / П. Г. Белов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 721 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17939-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/534010">https://urait.ru/bcode/534010</a> (дата обращения: 05.02.2024).	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/534010">https://urait.ru/bcode/534010</a> (дата обращения: 05.02.2024)
2	Никулин, К. С. Математическое моделирование в системе Mathcad : методические рекомендации по выполнению контрольных работ по курсу «Компьютерное инженерное моделирование» / К. С. Никулин. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2009. — 65 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/46717.html">https://www.iprbookshop.ru/46717.html</a> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/46717.html">https://www.iprbookshop.ru/46717.html</a> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3	Леонова, О. В. Основы научных исследований : учебное пособие / О. В. Леонова. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 70 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/46493.html">https://www.iprbookshop.ru/46493.html</a> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей	URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/46493.html">https://www.iprbookshop.ru/46493.html</a> (дата обращения: 05.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4	Системный анализ: методы и средства измерений : библиографический указатель /	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/195250">https://e.lanbook.com/book/195250</a>

	составители Н. П. Седельникова, Л. Д. Вовк. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. — 51 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —	(дата обращения: 18.03.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Кораблев, Ю.А., Имитационное моделирование : учебник / Ю.А. Кораблев. — Москва : КноРус, 2020. — 145 с. — ISBN 978-5-406-07785-6. —	URL: <a href="https://book.ru/book/933531">https://book.ru/book/933531</a> (дата обращения: 25.02.2023). — Текст : электронный.
6	Грибанова, Е.Б., Имитационное моделирование экономических процессов. Практикум в Excel : учебное пособие / Е.Б. Грибанова, И.Н. Логвин. — Москва : КноРус, 2020. — 227 с. — ISBN 978-5-406-01581-0. —	URL: <a href="https://book.ru/book/936864">https://book.ru/book/936864</a> (дата обращения: 25.02.2023). — Текст : электронный.

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

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

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) (<http://ibooks.ru/>)

Электронная научная система [e.lanbook](http://e.lanbook.com/) (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru/) (<http://ibooks.ru/>).

Электронно-библиотечная система [umczdt.ru](http://umczdt.ru) <http://umczdt.ru>

Электронно-библиотечная система [book.ru](http://book.ru/) (<http://book.ru/>)

При организации обучения по дисциплине (модулю) с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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

Для проведения практических занятий необходима специализированная компьютерная аудитория с компьютерами и программным обеспечением (MS Windows, MS Office, Matlab, Mathcad, PDF Reader) для выполнения компетенций по дисциплине.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п



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

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сети INTERNET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Для практических занятий необходимы специализированные аудитории, оборудованные устройствами и приборами для проведения экспериментальных исследований технических систем и компьютерный класс для выполнения математического моделирования.

В случае проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

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:

доцент, к.н. кафедры «Управление  
безопасностью в техносфере»

К.С. Никулин

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой УБТ

Е.Ю. Нарусова

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин