

**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 специалитета  
по специальности  
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическое моделирование систем и процессов**

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

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: 21905  
Подписал: заведующий кафедрой Антонов Антон  
Анатольевич  
Дата: 17.04.2024

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

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Математическое моделирование систем и процессов» являются:

-Рассказать студентам о принципах математического и имитационного компьютерного моделирования, постановки статистического эксперимента и обработки статистических данных – результатов моделирования, а также о применении компьютерного моделирования в различных областях деятельности ж.д. транспорта, как крупного промышленного предприятия.

Задачи:

-Сформировать у студентов навыки проведения имитационных компьютерных экспериментов, а также навыки пользования прикладными программными продуктами (GPSS World, Mathlab/Simulink, Engage) для имитационного моделирования.

-Подготовить студентов к выполнению специальных разделов дипломного проектирования, предполагающих имитационное моделирование систем и процессов в системах обеспечения движения поездов на железнодорожном транспорте.

Фундаментальная подготовка студентов обеспечивается в области математического и компьютерного моделирования процессов и сложных систем с возможностью применения полученных знаний для моделирования систем и процессов в системах обеспечения движения поездов на железнодорожном транспорте.

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

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

**ОПК-1** - Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования;

**ОПК-10** - Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности;

**ПК-5** - Способен проводить, на основе современных научных методов, в том числе при использовании информационно-компьютерных технологий, исследования влияющих факторов, технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов системы обеспечения движения поездов.

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

**Знать:**

- основы высшей математики, математические методы и модели описания технических систем и устройств; основные понятия и законы естественных наук; фундаментальные понятия в области моделирования сложных систем, методы решения инженерных задач на основе математического анализа и моделирования

- основные источники получения научной информации, используемые для проведения поиска и отбора информации; основные перспективы развития науки и техники в области профессиональной деятельности

- современные научные методы, в том числе информационно-компьютерные технологии; элементную базу, терминологию и условные обозначения в соответствующей области проектирования

**Уметь:**

- применять математические методы и модели при описании, анализе и решении практических задач; решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук.

- самостоятельно проводить поиск информации на заданную тему с помощью различных видов источников (отечественных и зарубежных наукометрических баз, патентных баз); формулировать задачи исследования, выбирать методы и средства их решения

- проводить исследования влияющих факторов, технических систем и технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта объектов системы обеспечения движения поездов; формулировать математические модели на основе анализа производственной информации

**Владеть:**

- методами математического анализа и моделирования в объёме, достаточном для решения инженерных задач в профессиональной деятельности; навыками грамотного выбора способа и метода решения поставленной задачи, способностью аргументированно защищать и обосновывать выбранные методы исследования

- навыками анализа и отбора найденной информации, оформления научно-технической информации; навыками решения научно-технических задач в области своей профессиональной деятельности

- навыками анализа и оптимизации технологических процессов в области проектирования, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта

объектов системы обеспечения движения поездов с целью повышения эффективности производства

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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      | №8 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 90               | 48      | 42 |
| В том числе:  |                  |         |    |
| Занятия лекционного типа                                  | 30               | 16      | 14 |
| Занятия семинарского типа                                 | 60               | 32      | 28 |

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 90 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | <p><b>Основные термины и определения в теории математического моделирования.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термин «математическое моделирование». Имитационное компьютерное моделирование и его практическое применение</li> </ul>  |
| 2        | <p><b>Способы реализации математических моделей систем и процессов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия теории моделирования</li> <li>- основные типы математических моделей</li> <li>- принципы построения математической модели</li> <li>- языки моделирования систем и процессов (MATLAB, GPSS)</li> </ul> |
| 3        | <p><b>Основные технологии имитационного моделирования</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы реализации математических моделей систем и процессов</li> <li>- понятие статистического эксперимента</li> <li>- области применения и классификация имитационных моделей</li> </ul>  |
| 4        | <p><b>Моделирование случайных факторов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- управление модельным временем</li> <li>- виды представления времени в модели</li> <li>- моделирование с постоянным шагом</li> <li>- моделирование по особым состояниям</li> </ul>  |
| 5        | <p><b>Моделирование параллельных процессов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- виды параллельных процессов</li> <li>- разработка и реализация календаря событий</li> </ul>   |
| 6        | <p><b>Планирование модельных экспериментов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планирование модельных экспериментов</li> <li>- стратегическое и тактическое планирование</li> <li>- разработка плана модельного эксперимента</li> </ul>   |
| 7        | <p><b>Обработка и анализ результатов моделирования</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка качества имитационной модели</li> <li>- критерии согласия</li> <li>- оценка влияния и взаимосвязи факторов</li> </ul>   |
| 8        | <p><b>Сетевое моделирование</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о сетях Петри</li> <li>- формальное описание сетей Петри</li> <li>- раскрашенные сети Петри</li> <li>- применение аппарата сетей Петри в практическом моделировании</li> </ul>  |
| 9        | <p><b>Статистический анализ в имитационном моделировании</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ</li> <li>- подбор параметров распределений</li> </ul>  |
| 10       | <p><b>Перспективы развития имитационного моделирования</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- области применения имитационного моделирования в научных исследованиях и инженерных областях</li> <li>- конференция ИММОД</li> </ul>   |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|-------|--|
|       | - перспективные направления и информационные технологии в области имитационного моделирования  |
| 11    | <b>Системный анализ в моделировании</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- понятие о системном подходе, системном анализе и системном исследовании в имитационном моделировании сложных систем<br>- виды имитационного моделирования сложных систем: системная динамика, дискретно-событийное моделирование, динамические системы, агентные модели<br>- парадигма системной динамики<br>- уровни абстрагирования имитационной модели от реальной системы |
| 12    | <b>Современные системы и программные комплексы для имитационного моделирования сложных систем</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- сравнительный анализ систем моделирования Matlab и Engge<br>- система моделирования AnyLogic  |

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|-------|--|
| 1     | Изучение среды моделирования Matlab/Simulink и (или) среды моделирования Engge<br>Изучаются основные компоненты среды моделирования, функции, библиотеки блоков, пользовательские меню, вывод результатов моделирования          |
| 2     | Работа в режиме прямых вычислений<br>Простые расчёты, решение систем линейных алгебраических уравнений, вычисление пользовательских функций, матричные вычисления  |
| 3     | Работа в режиме программирования<br>Стандартные функции среды моделирования. Элементы программирования. Программа скрипт и программа функция. Программа формирования и обработки сигналов в режиме скрипта                       |
| 4     | Графические функции<br>Двухмерная и трехмерная графика. Получение графиков смоделированных сигналов  |
| 5     | Формирование и обработка сигналов в режиме блочного моделирования<br>Библиотеки блоков для формирования и обработки сигналов. Моделирование сигналов с заданными характеристиками  |
| 6     | Моделирование систем массового обслуживания<br>Библиотека SimEvents. Моделирование простейшей одноканальной системы с очередью.<br>Моделирование многоканальной системы на основе накопителя и на основе одноканальных устройств |
| 7     | Моделирование маршрута заявки<br>Блоки для маршрутизации заявки. Атрибут «путь» заявки. Паттерны для моделирования поступления и обслуживания заявки со случайным распределением. Модель движения на перекрёстке                 |
| 8     | Моделирование приоритетной системы<br>Атрибут «приоритет» заявки. Модель приоритетного обслуживания в системе с двумя типами заявок  |
| 9     | Моделирование производственного процесса<br>Моделирование многофазной системы обслуживания. Репликация заявок Распределение потоков заявок по фазам обслуживания. Модель сборочного цеха   |
| 10    | Имитационная модель для анализа спектральной эффективности BPSK<br>В ходе лабораторной работы моделируется простая система ЦСПС с BPSK и анализируется ее  |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|----------|--|
|          | спектральная эффективность   |
| 11       | Имитационная модель для изучения назначения и взаимодействия элементов ЦСРС современных систем цифровой радиосвязи<br>В ходе лабораторной работы производится изучение назначения и взаимодействия элементов ЦСРС; изучение способов оценки качества передачи информации в ЦСРС                    |
| 12       | Имитационная модель для изучения принципов построения современных систем цифровой радиосвязи<br>В ходе лабораторной работы производится изучение методов и средств оценки помехоустойчивости ЦСРС с BPSK в канале с МСИ и белым шумом  |
| 13       | Имитационная модель «Скремблирование цифровых сигналов»<br>В ходе лабораторной работы производится изучение принципа работы скремблера и оценка эффективности скремблирования.   |
| 14       | Имитационная модель для исследования методов модуляции в системах сотовой связи стандарта GSM<br>В ходе лабораторной работы производится изучение принципов модуляции FSK, MSK и GMSK; анализ спектральной эффективности FSK, MSK и GMSK; измерение помехоустойчивости FSK, MSK и GMSK             |
| 15       | Имитационная модель для исследования усовершенствованных методов QPSK<br>В ходе лабораторной работы производится изучение принципов QPSK, OQPSK и DQPSK; анализ спектральной эффективности QPSK, OQPSK и DQPSK; измерение помехоустойчивости QPSK, OQPSK и DQPSK                                   |
| 16       | Имитационная модель для исследования помехоустойчивости ЦСРС в канале с замираниями Рэлея<br>В ходе лабораторной работы производится изучение причин возникновения замираний в ЦСРС и исследование помехоустойчивости ЦСРС в канале с замираниями.   |
| 17       | Имитационная модель для исследования помехоустойчивости ЦСРС в канале с замираниями Райса<br>В ходе лабораторной работы производится изучение причин появления замираний в ЦСРС; оценка помехоустойчивости системы связи с BPSK в канале с AWGN и замираниями Райса.                               |
| 18       | Имитационная модель для исследования помехоустойчивости системы связи с BFSK в канале с замираниями Релея<br>В ходе лабораторной работы производится изучение причин возникновения замираний в ЦСРС и исследование помехоустойчивости ЦСРС в канале с замираниями                                  |
| 19       | Имитационная модель для исследования влияния параметров канала связи на ЦСРС<br>В ходе лабораторной работы производится исследование влияния межсимвольной интерференции на помехоустойчивость системы связи с BPSK в канале с AWGN и измерение энергетической эффективности BPSK в канале с AWGN. |
| 20       | Имитационная модель для изучения принципов формирования спектра модулированного сигнала в ЦСРС<br>В ходе лабораторной работы производится изучение принципов формирования спектра модулированного сигнала в ЦСРС   |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы         |
|----------|------------------------------------|
| 1        | Изучение дополнительной литературы |

| № п/п | Вид самостоятельной работы             |
|-------|--|
| 2     | Подготовка к лабораторным работам      |
| 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     | Математическое моделирование технических систем Тарасик В. П. Учебник НИЦ ИНФРА-М - 592 с. - ISBN: 978-5-16-011996-0 , 2024                    | <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=436739">https://znanium.ru/catalog/document?id=436739</a> |
| 2     | Математическое моделирование в среде MathCad. Долгачев Н. И. Учебно-методическое издание Российский университет транспорта - 33 с. , 2018      | <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=415616">https://znanium.ru/catalog/document?id=415616</a> |
| 3     | Электрическое моделирование физических процессов Чавчанидзе Г. Д. Учебно-методическое издание Российский университет транспорта - 21 с. , 2018 | <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=416057">https://znanium.ru/catalog/document?id=416057</a> |

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

1. <http://padabum.com/d.php>
2. Поисковые системы :Yandex, Mail.
3. Профессиональный сайт [Engee.com/](http://Engee.com/) документация по системе моделирования Engee

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

Пакеты офисных программ в среде Windows.

Система моделирования Mathlab/Simulink, версия не ниже 2023года, лицензия РУТ;

Система моделирования Engee, версия не ниже 2023года, лицензия РУТ



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

ПК, подключенные к сети Интернет, в количестве, достаточном для работы учебной группы, с установленным на них программным обеспечением из п.7; специальное оборудование не требуется.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7, 8 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Автоматика,  
телемеханика и связь на  
железнодорожном транспорте»

И.М. Лемдянова

Согласовано:

Заведующий кафедрой АТСнаЖТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.А. Антонов

С.В. Володин