

**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  
23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и  
транспортных тоннелей,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическое моделирование систем и процессов**

Специальность: 23.05.06 Строительство железных дорог,  
мостов и транспортных тоннелей

Специализация: Управление техническим состоянием  
железнодорожного пути

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: 6131  
Подписал: заведующий кафедрой Ашпиз Евгений  
Самуилович  
Дата: 11.06.2024

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

Целями освоения учебной дисциплины является изучение студентами основ математического моделирования систем и процессов необходимых для качественного управления технической системой железнодорожный путь с формированием компетенций своевременного реагирования на вызовы изменяющихся условий эксплуатации железнодорожного пути

Основной целью изучения учебной дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» является формирование у обучающегося компетенций в области теории математического моделирования систем и процессов, сопровождающих сферу управления техническим состоянием железнодорожного пути для следующих видов деятельности: производственно-технологической; организационно-управленческой; проектно-конструкторской; научно-исследовательской.

Задачами освоения дисциплины является формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций в области направлений и стратегии операций по математическому моделированию технических систем и процессов при управлении техническим состоянием железнодорожного пути

- производственно-технологической;
- организационно-управленческой;
- проектно-конструкторской;
- научно-исследовательской.

производственно-технологическая:

- разработка технологических операций по математическому моделированию технических систем и процессов при управлении техническим состоянием железнодорожного пути;

- осуществление мероприятий по внедрению современных методов оптимизации технологических процессов на производстве.

организационно-управленческая деятельность:

- руководство профессиональным коллективом, осуществляющим управление техническим состоянием железнодорожного пути;

- прогнозирование и оценка влияния изменяющихся внешних и внутренних факторов на производстве влияющих на безопасность эксплуатации железнодорожного пути;

проектно-конструкторская деятельность:

- разработка разделов проектов в части оценки взаимовлияния технических систем и процессов;

- техническая оценка проектов строительства, реконструкции и практики эксплуатации железнодорожного пути;
- научно-исследовательская деятельность:
- исследования в области моделирования технических систем и процессов;
- совершенствование методов оценки параметров железнодорожного пути;
- сбор научной информации, подготовка обзоров, аннотаций, составление рефератов и отчетов, библиографий, анализ информации по объектам исследования, участие в научных дискуссиях и процедурах защиты научных работ различного уровня, выступление с докладами и сообщениями по тематике проводимых исследований, анализ состояния и динамики объектов деятельности, разработка планов, программ и методик проведения исследований, анализ их результатов.

Дисциплина относится к блоку по выбору под индексом Б1.ДВ.01.01.

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

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

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

**ПК-6** - способен принимать решения в области научно-исследовательских задач транспортного строительства, применяя нормативную базу, теоретические основы, опыт строительства и эксплуатации транспортных путей и сооружений.

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

### **Владеть:**

навыками методами и программными комплексами по решению задач профессиональной деятельности в части функционирования процессов и технических систем (ОПК-10.3).

навыками оценки и применения современных программных комплексов при разработке проектов строительства, реконструкции и ремонта транспортных объектов, вопросов управления техническим состоянием железнодорожного пути.

### **Знать:**

математические методы естественных и технических наук, методы математического анализа и моделирования систем и процессов в области управления техническим состоянием железнодорожного пути (ОПК-10.1);

основные математические методы, программы и системы в области оценки и управления техническим состоянием железнодорожного пути;

**Уметь:**

формулировать и находить ход решения задач сопровождающих процессы и системы в области управления техническим состоянием железнодорожного пути (ОПК-10.2);

анализировать экспериментальные данные в области путевого хозяйства и строительства железных дорог, планировать и контролировать проекты строительства, реконструкции и ремонта объектов путевого комплекса;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 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):	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 60 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	Общие положения. Моделирование как метод научного познания. Математическое моделирование и подобие систем и процессов. Модели и методы в системах и процессах. Методология А.А. Самарского
2	Системы моделирующие процессы проведения экспериментальных исследований. Математическое моделирование при обработке экспериментальных данных
3	Линейное программирование
4	Нелинейное программирование
5	Методы оптимизации при математическом моделировании. Классификация методов. Методы поиска оптимального решения - (2 часа).
6	Аппроксимация функций. Задача интерполяции. Полиномиальный метод интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
7	Численное дифференцирование, отсеивание шума методом скользящего среднего, Метод линейной фильтрации (с применением Пакета Анализа
8	Метод статистических испытаний (метод Монте Карло)

##### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Основы проектирования систем на базе виртуальных инструментов в среде LabVIEW В данной теме рассказать об основах проектирования систем на базе виртуальных инструментов в среде LabVIEW. Изучение принципов работы в программной среде. Решение инженерных задач автоматизации изменений систем. Создание примитивных виртуальных приборов. Изучение техники редактирования и отладки виртуальных приборов
2	Основы проектирования систем на базе виртуальных инструментов в среде LabVIEW В данной теме рассказать о технологии создания подприборов и соединительных приборов. Организация циклических алгоритмов. Создание массивов, графиков и кластеров, полиморфизм подприборов. Математические и статистические функции виртуальных приборов. Сбор данных с применением виртуальных подприборов, конфигурация системы, передача осциллограмм данных
3	Задачи линейного программирования и задачи оптимизации Задачи линейного программирования. Применение MS Excel и Matlab при математическом моделировании систем и процессов. Зависимость динамической силы от скорости, длины и глубины геометрической неровности в пути, величины необрессоренной массы и жесткости

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	подрельсового основания. Решение уравнений.. Статистические методы (выборки и генеральные совокупности, дисперсия и стандартное отклонение, ошибки, отклонения и распределения случайных величин, распределение частот, доверительные интервалы).
4	<b>Численное дифференцирование и интегрирование</b> Численное дифференцирование с применением экспоненциального сглаживания. Численное интегрирование и численное дифференцирование.
5	<b>Методы статистических испытаний</b> Метод статистических испытаний: метод Монте Карло. Приближенное вычисление площади и объема объекта методом Монте-Карло.
6	<b>Оптимизационные задачи</b> Команда подбор параметра. надстройка поиск решения. Применение методов оптимизации для планирования ремонтов железнодорожного пути. Изучение принципов создания моделей и применения методов в системах и процессах по методология А.А. Самарского «модель - алгоритм - программа», вычислительный эксперимент. Методы решения оптимизационной задача по показателю максимальной прибыли от реализации продукции. Транспортная оптимизационная задача.
7	<b>Аппроксимация и регрессионный анализ</b> Аппроксимация функций. Постановка задачи интерполяции. Полиномиальный метод интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяции сплайнами (линейный и кубический сплайн) Численное дифференцирование: геометрический смысл производой, левые и правые конечные разности, неточности ошибок измерений; формы разностных уравнений), отсеивание шума методом скользящего среднего, Метод линейной фильтрации с применением Пакета Анализа
8	<b>Численное интегрирование функций</b> Численное интегрирование уравнений: площадь между кривыми, метод правых и левых треугольников, метода трапеций и метод Симпсона. Метод Эйлера для численного решения обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка Методы многократного воспроизведения процессов, являющихся реализациями случайных величин и функций, с последующей обработкой информации методами математической статистики

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Работа с лекционным материалом
2	Работа с литературой
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	Математические модели и моделирование в железнодорожном строительстве Э.С. Спиридонов, Т.В. Шепитько, К.В. Симонов Книга 2003	
---	---	--

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

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

Сайт ОАО «РЖД»: <http://rzd.ru/>

Научно-электронная библиотека: <http://elibrary.ru/>

Сайт Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте: <http://umczdt.ru/>

Поисковые системы: Yandex, Mail.

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

Офисный пакет приложений Microsoft Office; программное обеспечение ОАО «РЖД»

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

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Для проведения лабораторных работ требуется аудитория, оснащенная мультимедиа аппаратурой и ПК с необходимым программным обеспечением и подключением к сети интернет.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями научных организаций в т.ч. ВНИИЖТ, ЦНИИС реализующих научные программы в области исследований строительства и эксплуатации железнодорожного пути в т.ч. на Экспериментальном кольце в г.Щербинка и др.

Тяжелая лаборатория “Путь и путевое хозяйство”

Система простого сдвига для динамических испытаний грунтов с сервоуправлением SSH-100, натрузка 20 кН. частота до 20 Гц. SSH-100.

Система со статически нагружением для определения прочностных и деформационных характеристик фунтов при трехосных испытаниях. 6 (шесть) стабилметров. НМ-5020

Серволневматичвская система для испытаний ненасыщенных грунтов в условиях

трехосного сжатия USTX-2000

Рабочее место лаборанта (N=0,5 кВт, 220 в, 1 ф.) в составе:

- Табурет вращающийся газ-лифт с опорой для ног, металл/кожзам

- Стол лабораторный лдсп 1500x900 мм (комплектация: полки, блок розеток на

220В(3 шт.), люминесцентные светильники, тумба подк.)

СЛВп-М ЛАМО 1500/900

Мойка из нерж стали, 600x600x870 мм

2 Тяжелая лаборатория "Путь и путевое хозяйство"

Пылеулавливающие агрегат. 600 м3/час. Эффект-ть очистки 92%. 580x803x1342 мм. 37380 В. P=0.75 кВт. По типу ПП-600>У

Рабочее место лаборанта (N=0.5 кВт. 1/220 в) в составе: Табурет вращающийся газ-лифт с опорой для ног. ме-тапп'кожзам. Стол лабораторный лдсп 1500x900 мм .ком-плектация. полки, блок розеток на 220В(3 шт.). люминесцентные светильник, тумба подо т мая. По типу стол лабораторный

большой 1500/900 СЛВл-МЛАМО

Полностью автоматизированный сярвогидраагмческий вращательный компактор со встроенным подогревом смеси. Силовая рама. 2400x1000x1200 мм 220 В. 50 Гц. 1 фаза. 25 А - для всей системы включая «легрированный привод и систему нагрева. Розетка либо прямое подключение компрессора 380 В. 50 Гц. 3 фазы.

5.5 кВт. 32 А. Одна розетка для осушителя воздуха 220В. 6А. Одна(1) бытовая розетка для запаса. 220 В. 50 Гц. Выделенные линии подвода питания с предохранителями в цели (как минимум для системы). Заземление. Сжатый воздух: Да. В комплект поставки включен компрессор достаточен производительности и мощности для работы системы. Производительность не менее 280 литров в минуту давление не менее 700 кПа. Возможно подключение к общей линии

подачи сжатого воздуха.

Сварочный пост (оборудование + рабочее место + вытяжная система),2400x900x1835 мм. Пр-ть вентилятора 2000 м3Лтас. 3/380 В. P=3 кВт.

Станок сверлильный напольный. 485x355x1635 мм. 3'400 В. P=1.1 кВт

Станок вертикально-фрезерный. 2280x1965x2265 мм. 3/380 В. P=7,5 кВт.

6P12



Отрезной станок для кернов диаметром от 25 до 150 мм. 1130x590x1370 мм. 3/380 В.

P=3 кВт.

ST450S

Торцешлифовальный станок RSG-200.1000x1500x2000 мм. 3/380В. 15 кВт.

RSG-200

Станок с регулируемым давлением для получения кернов. 686x386x1270 мм. 3080 В.

P=5.7 кВт.

RCD-250

Автоматизированным станок для распиливания образцов асфальтобетона (соответствует программе Supergrave). 2400x1800x2000 мм. 220>'380В. P=4 кВт.

RLS-200

Система простого сдвига для динамических испытаний грунтов с сервоуправлением, нагрузка 20 кН. частота до 20 Гц. SSH-100. Габаритные размеры системы:

1440x590x1100 мм.

380 В. 50 Гц. 3 фазы. 7.5 кВт. 40 А - для насосной станции, прямое (либо розетка) подключение. 380 В. 50 Гц. 3 фазы. 5.5 кВт. 32 А - для компрессора, прямое (либо розетка)

подключение. Осушитель воздуха 220В. 6 А одна розетка.

Одна (1) розетка для контроллера 220В. 50 Гц. не менее 16А.

Розетки для персонального компьютера (монитор, системный блок, принтер, источник бесперебойного питания. 1 запасная розетка) - 5 розеток (220 В. 50 Гц. 1 фаза. 6А).

4 розетки 220 В. 50 Гц. 12 А для подключения

дополнительной оснастки (деаэратор. насос,

преобразователь).Выделенные линии подвода питания с

предохранителями в цепи (как минимум для контроллера).

Заземление.

Сжатый воздух: да. В комплект поставки включен

компрессор достаточной производительности и мощности

для работы системы. Производительность не менее 140

литров в минуту давление не менее 800 кПа.

Нужен подвод и слив воды для охлаждения насосной станции.

Бытовой водопровод и канализация достаточно. 5-8 л/мин

при 20С. давление 3.5-4 атм.

SSH-100

Система со статическим нагружением для определения прочностных и деформационных характеристик грунтов при трехосных испытаниях, 6 (шесть) стабилометров. Силовая рама 1250 x 640 x 570 мм.

НМ-5020

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 «Путь и  
путевое хозяйство»

А.А. Зайцев

Согласовано:

Заведующий кафедрой ППХ

Е.С. Ашпиз

Председатель учебно-методической  
комиссии

М.Ф. Гуськова