

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

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра УТБиИС  
Заведующий кафедрой УТБиИС



С.П. Вакуленко

01 мая 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



В.С. Тимонин

18 апреля 2022 г.



Кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор Доенин Виктор Васильевич, д.т.н., профессор

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование систем и процессов**

Специальность:	<u>23.05.04 – Эксплуатация железных дорог</u>
Специализация:	<u>Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2020</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 4 30 апреля 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p>Протокол № 1 27 апреля 2020 г. Доцент</p>  <p style="text-align: right;">В.Е. Нутович</p>
---	--

Рабочая программа учебной 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: 5665  
Подписал: Доцент Нутович Вероника Евгеньевна  
Дата: 27.04.2020

Москва 2022 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является освоение фундаментальных принципов построения математических моделей динамических систем, организации их моделирования применительно к транспортным системам. В результате изучения дисциплины студенты должны детально и глубоко освоить базовые принципы формирования математических моделей транспортных систем и процессов и проведения компьютерного эксперимента на их основе. Знания, умения и навыки, приобретенные в ходе изучения данной дисциплины, могут быть применены в ходе проектной и научно-исследовательской деятельности специалистов. Умение разрабатывать и использовать модели систем позволит проводить анализ и выбор оптимальных вариантов решений при проектировании объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, осуществлять поиск эффективных методов организации процессов при эксплуатации железных дорог. Задачами изучения дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» является получение специалистами теоретических навыков описания транспортных процессов в виде математических моделей их функционирования, практических навыков в использовании программных систем, используемых для моделирования поведения железнодорожных объектов, анализа и выбора эффективных путей решений различных задач, возникающих при организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Математическое моделирование систем и процессов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Математика:**

**Знания:** главные правила обработки результатов экспериментов, теории систем линейных уравнений и матричного исчисления, основные принципы проведения научных исследований и экспериментов, анализу полученных в результате исследований и экспериментов значений.

**Умения:** применять теоретические знания из области теории вероятностей и математической статистики к анализу конкретных задач

**Навыки:** основными подходами к использованию математической статистики в решении задач оптимизации транспортных процессов.

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Цифровые технологии в пассажирском комплексе

2.2.2. Цифровые технологии в профессиональной деятельности

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.	ОПК-1.1 Знает основные понятия и фундаментальные законы физики с учетом области их действия. ОПК-1.2 Применяет методы теоретического и экспериментального исследования объектов, процессов, явлений. ОПК-1.3 Способен объяснять сущность физических явлений, химических процессов. ОПК-1.4 Знает основные понятия и законы химии. ОПК-1.5 Применяет методы анализа и моделирования физических явлений, химических процессов. ОПК-1.6 Знает основы высшей математики. ОПК-1.7 Способен представить математическое описание физических явлений, химических процессов. ОПК-1.8 Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей объектов, процессов, явлений при заданных допущениях и ограничениях.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

6 зачетных единиц (216 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	Семестр 5	Семестр 6
Контактная работа	90	34,15	56,15
Аудиторные занятия (всего):	90	34	56
В том числе:			
лекции (Л)	62	34	28
практические (ПЗ) и семинарские (С)	28	0	28
Самостоятельная работа (всего)	90	74	16
Экзамен (при наличии)	36	36	0
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	216	144	72
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	6.0	4.0	2.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗаО, ЭК	ЭК	ЗаО

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	Раздел 1 Введение	4				37	41	
2	5	Тема 1.1 Математизация науки. Формализм и теоретико-множественные основания математики.	4					4	ПК1, Устные и письменные опросы
3	5	Раздел 2 Модели и алгоритмы	12				1	13	
4	5	Тема 2.1 Модели алгебры логики. Предикаты. Формальные системы.	8				1	9	
5	5	Тема 2.2 Теория алгоритмов. Автоматы. Машины Тьюринга и их применение для моделирования процессов управления динамическими системами.	4					4	
6	5	Раздел 3 Методы моделирования	18				36	54	
7	5	Раздел 3 ЭКЗАМЕН						36	ЭК
8	5	Тема 3.1 Применение методов исследования операций в математическом моделировании.	4				4	8	
9	5	Тема 3.2 Теория случайных процессов. Системы массового обслуживания в исследовании динамических процессов.	4				8	12	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	5	Тема 3.3 Теория графов. Графовые модели. Методы поиска и построения маршрутов. Потоки в графах. Эйлеровы графы. Гамильтоновы циклы	4				7	11	
11	5	Тема 3.4 Использование методов комбинаторики в исследовании динамических систем и процессов.	2				4	6	
12	5	Тема 3.5 Построение математической модели анализируемой системы. Декомпозиция систем.	2				4	6	
13	5	Тема 3.6 Задачи идентификации моделируемых систем.	2				4	6	
14	5	Тема 3.7 Моделирование условий функционирования систем. Имитационное моделирование динамических систем					5	5	ПК2, Устные и письменные опросы
15	6	Раздел 5 Теория транспортных процессов	3				4	7	
16	6	Тема 5.1 Абстрактная теория транспортных процессов и систем. Основные определения. Формализация описания систем и процессов.	1				2	3	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17	6	Тема 5.2 Модели параллельных процессов в распределённых системах.	2				2	4	ПК1, Устные и письменные опросы
18	6	Раздел 6 Интеллектуальные транспортные процессы	25		28		12	65	
19	6	Тема 6.1 Интеллектуальные транспортные потоки. Моделирование транспортных процессов в подобных системах.	1		4		2	7	
20	6	Тема 6.2 Логика управления транспортными системами и процессами.	2		4		3	9	
21	6	Тема 6.3 Функциональная полнота средств описания транспортных систем и процессов.	6				7	13	
22	6	Тема 6.4 Устойчивости и сходимость транспортных процессов.	4		4			8	
23	6	Тема 6.5 Логическая совместимость процессов управления транспортными системами.	4		2			6	
24	6	Тема 6.6 Логико-разностные модели транспортных систем и процессов.	4					4	
25	6	Тема 6.7 Применение транспортных моделей для	4					4	ПК2, Устные и письменные опросы



№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу- точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		анализа свойств распределённых систем.							
26	6	Раздел 7 Зачет с оценкой						0	ЗаО
27		Раздел 4 Зачет с оценкой							
28		Всего:	62		28		90	216	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 28 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Интеллектуальные транспортные потоки. Моделирование транспортных процессов в подобных системах.	4
2	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Логика управления транспортными системами и процессами.	4
3	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Устойчивости и сходимости транспортных процессов.	4
4	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Логическая совместимость процессов управления транспортными системами.	2
5	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Практическое задание по вариантам.	14
ВСЕГО:				28/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Проведение занятий по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» осуществляется в форме лекций и лабораторных занятий.

Лекции являются традиционными классически-лекционными с использованием презентаций.

Лабораторные работы организованы с использованием технологий развивающего обучения.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии.

Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания для оценки умений и навыков.

В учебном процессе используются: публичные доклады студентов о результатах выполненных самостоятельных работ, обсуждение на занятиях достоинств и недостатков предлагаемых проектных решений, разработки группами учащихся единого программного проекта (работа в коллективе).

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.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 1 Введение	Теория алгоритмов. Автоматы. Машины Тьюринга и их применение для моделирования процессов управления динамическими системами.	37
2	5	РАЗДЕЛ 2 Модели и алгоритмы	Модели алгебры логики. Предикаты. Формальные системы.	1
3	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Применение методов исследования операций в математическом моделировании.	4
4	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Теория случайных процессов. Системы массового обслуживания в исследовании динамических процессов.	8
5	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Теория графов. Графовые модели. Методы поиска и построения маршрутов. Поток в графах. Эйлеровы графы. Гамильтоновы циклы	7
6	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Использование методов комбинаторики в исследовании динамических систем и процессов.	4
7	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Построение математической модели анализируемой системы. Декомпозиция систем.	4
8	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Задачи идентификации моделируемых систем.	4
9	5	РАЗДЕЛ 3 Методы моделирования	Моделирование условий функционирования систем. Имитационное моделирование динамических систем	5
10	6	РАЗДЕЛ 5 Теория транспортных процессов	Абстрактная теория транспортных процессов и систем. Основные определения. Формализация описания систем и процессов.	2
11	6	РАЗДЕЛ 5 Теория транспортных процессов	Модели параллельных процессов в распределённых системах.	2
12	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Интеллектуальные транспортные потоки. Моделирование транспортных процессов в подобных системах.	2
13	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Логика управления транспортными системами и процессами.	3

14	6	РАЗДЕЛ 6 Интеллектуальные транспортные процессы	Функциональная полнота средств описания транспортных систем и процессов.	7
ВСЕГО:				90

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	«Логика транспортных процессов».	Доенин В.В.	М.: Изд. «Компания Спутник+», 2008 НТБ МИИТ	Все разделы
2	«Логико-разностные модели транспортных процессов».	Доенин В.В.	М.: Изд. «Компания Спутник+», 2009 НТБ МИИТ	Все разделы

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
3	«Основы кибернетики. Теория кибернетических систем».	Дегтярёв Ю.И., Калинин Б.Н., Мороз А.И., и др.	М.: «Высшая школа», 1976 НТБ МИИТ	Все разделы
4	«Вычисления и автоматы».	Минский М.	«МИР», 1971 НТБ МИИТ	Все разделы

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. <http://library.miit.ru/>
2. <http://www.edu.ru/>
3. <http://elibrary.ru/>
4. <http://www.fgosvpo.ru/>
5. <http://www.rzd.ru/>
6. [www.citforum.ru](http://www.citforum.ru)

## 9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Для подготовки материалов лекционных и практических занятий требуется использование пакета программ Microsoft Office.

Для демонстрации презентационных материалов на лекционных и практических занятиях на компьютере (ноутбуке) в аудитории должен быть установлен стандартный лицензионный пакет программ Microsoft Office.

Для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» требуется следующее программное обеспечение:

- Операционная система Windows;
- Один из языков программирования высокого уровня (C++, Java).

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».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может понадобиться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

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.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

1. Лекционные аудитории, должны быть оснащены мультимедийным оборудованием: проектором или интерактивной доской для демонстрации презентаций, компьютером или ноутбуком.
2. Для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование систем и процессов» группе студентов необходима аудитория с ПК (компьютерный класс)
3. Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) и/или аудитории для самостоятельной работы студентов. Аудитория для самостоятельной работы студентов должна быть оборудована рабочими местами (столы и стулья), не менее чем 2 компьютерами или ноутбука с подключением к сети Интернет. На компьютерах (ноутбуках) в аудитории должен быть установлен стандартный лицензионный пакет программ Microsoft Office. В случае проведения 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. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. В лекционном курсе рассматриваются основные вопросы по данной дисциплине. Дополнительные вопросы, необходимые студентам при выполнении своих индивидуальных заданий, изучаются студентами самостоятельно и контролируются преподавателем.
2. Задания по всем лабораторным работам выдаются студентам в начале семестра, чтобы студенты имели возможность самостоятельно изучить дополнительные теоретические сведения, необходимые им при выполнении индивидуальных заданий, и спланировать график выполнения заданий с учетом их специфики.
3. Прежде чем приступить к выполнению конкретного задания студент должен изучить:
  - материалы лекций по теме задания;
  - дополнительные материалы, относящиеся к специфике индивидуального задания;
  - программные средства, используемые при выполнении задания.
4. Выполнение индивидуальных заданий и их сдача осуществляется по определенному графику и учитывается при периодической аттестации студентов.
5. Лекции по дисциплине, подготовленные в электронном виде, рекомендуется выдавать студентам в начале семестра с целью лучшего освоения материала и возможности досрочного изучения вопросов, необходимых для выполнения индивидуальных заданий.
6. Индивидуальные задания, требующие разработки сложных программных систем, могут выдаваться на группу студентов, но при этом необходимо контролировать знание каждым студентом всего задания в целом.
7. Для полноценного освоения дисциплины необходимо:
  - посещение лекций и практических занятий;

- изучение лекционного материала;
- освоение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, по предложенным источникам (литература, интернет-ресурсы);
- изучение программного обеспечения, необходимого, для выполнения индивидуальных заданий;
- консультации с преподавателем в ходе выполнения индивидуальных заданий и обсуждение промежуточных результатов выполнения индивидуальных заданий;
- своевременное выполнение индивидуальных заданий;
- своевременное предоставление отчетов по индивидуальным заданиям и защита выполненных работ.