

**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  
23.03.01 Технология транспортных процессов,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Моделирование транспортных процессов**

Направление подготовки: 23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль): Организация перевозок и управление на  
автомобильном транспорте

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: 20662  
Подписал: заведующий кафедрой Бородин Андрей  
Федорович  
Дата: 19.06.2024

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

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 методы построения математических и компьютерных имитационных моделей транспортных процессов и систем.

Основные задачи, решаемые в ходе освоения дисциплины:

- изучение роли математического моделирования в принятии управленческих решений в области управления процессами перевозок на автомобильном транспорте;
- изучение пропускной способности автомобильных дорог, автомагистралей и пересечений с помощью моделирования;
- изучение модели сопоставления оптимальных схем грузопотоков с целью минимизации расстояний перевозки грузов;
- обеспечение необходимого уровня контроля перевозочного процесса автомобильного транспорта при выполнении технологических процессов.

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

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

**ОПК-1** - Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности ;

**ПК-5** - Способен применять современные вычислительные средства, автоматизированные системы и цифровые технологии, экономико-математические модели и методы для стратегического планирования перевозками на автотранспорте.

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

### **Знать:**

Знает правовые нормы технической документации, стандартов и правил, связанных с профессиональной деятельностью.

### **Уметь:**

Умеет разрабатывать основные материалы технической документации, стандартов, норм и правил, связанных с профессиональной деятельностью.

## **Владеть:**

Владеет навыками применения разработанных материалов технической документации, стандартов и правил, связанных с профессиональной деятельностью.

### 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):	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 44 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><b>РОЛЬ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРИНЯТИИ ЭФФЕКТИВНЫХ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Транспортная система.</li> <li>- Автомобильно-дорожный комплекс России (АДК).</li> <li>- Обзор исследований по математическому моделированию в сфере автотранспортных перевозок.</li> </ul>
2	<p><b>ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ И СТОХАСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Упрощенная динамическая модель описания потока автомобилей.</li> <li>- Теория «следования за лидером» (микроскопическая модель).</li> <li>- Макроскопическая модель транспортного потока.</li> <li>- Распределение Пуассона.</li> <li>- Гамма-распределение Пирсона III типа.</li> <li>- Теория массового обслуживания.</li> </ul>
3	<p><b>СТРУКТУРА СИСТЕМ. БОЛЬШИЕ, СЛОЖНЫЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понятие корреляционно-регрессионный анализ.</li> <li>- Модели линейного программирования в решении задач автомобильных перевозок.</li> <li>- Геометрический смысл основной диаграммы транспортного потока.</li> <li>- Определение параметров движения по основной диаграмме.</li> <li>- Устойчивый и неустойчивый поток.</li> </ul>
4	<p><b>МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ РЕГИОНА</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение и обоснование пропускной способности магистрали и их пересечений.</li> <li>- Исторический аспект применения моделей.</li> <li>- Основные методы моделирования транспортных потоков.</li> </ul>
5	<p><b>УЧЕТ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ И ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Понятие корреляционно-регрессионный анализ.</li> <li>- Модели кинетической теории.</li> <li>- Энергетические критерии.</li> <li>- Градиент энергии.</li> </ul>
6	<p><b>ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНЫХ ГРУЗОПОТОКОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Составление оптимальных схем грузопотоков с целью минимизации расстояний перевозки грузов.</li> <li>- Распределение клиентуры между автотранспортными предприятиями.</li> <li>- Распределение автобусных маршрутов между автобусными предприятиями.</li> <li>- Моделирование транспортных процессов с целью снижения нулевых пробегов транспортных средств.</li> </ul>
7	<p><b>ПРОЦЕСС ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГРУЗОВ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вариантность процесса.</li> <li>- Постановка транспортной задачи и ее математическая модель.</li> <li>- Матрица корреспонденций.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Картограммы интенсивности транспортных потоков.</li> <li>- Кумулятивные кривые мгновенных скоростей при свободных условиях движения на горизонтальном участке.</li> </ul>
8	<p><b>МОДЕЛИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ (ЛП) В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Маршрутизация.</li> <li>- Блок сравнения количества маршрутов.</li> <li>- Блок установления функции, реализуемой в транспортной системе, и выбор математической модели транспортной системы для решения задачи.</li> <li>- Блок сравнения условий работы автомобилей.</li> <li>- Набор плановых заданий.</li> <li>- Блок установления функции, реализуемой в транспортной системе.</li> <li>- Выбор математической модели транспортной системы для решения задачи.</li> <li>- Составление графика (расписания) работы автомобилей.</li> <li>- Расчет результатов функционирования автомобилей в системе перевозок.</li> </ul>
9	<p><b>МОДЕЛИ КОЛЬЦЕВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ПОМАШИННЫМИ ОТПРАВКАМИ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Классификация задач маршрутизации перевозок грузов.</li> <li>- Объемы грузооборота у поставщиков и потребителей.</li> <li>- Характер груза, время доставки, структура и наличие парка подвижного состава.</li> <li>- Мощность и размещение автотранспортных предприятий; режимы работы водителей и так далее.</li> </ul>
10	<p><b>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА И АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ХОЛОСТЫХ ЕЗДОК</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Составление рациональных маршрутов.</li> <li>- Выявление ограничений, вызываемых конкретными условиями работы грузовых точек и автомобильного транспорта.</li> <li>- Заданное множество пунктов отправления и получения грузов.</li> </ul>
11	<p><b>МАРШРУТИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ПОМАШИННЫМИ ОТПРАВКАМИ С УЧЕТОМ ПОДАЧИ И ВОЗВРАТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА. ПОНЯТИЕ ДОБАВОЧНОГО ПРОБЕГА И ЕГО РАСЧЕТ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Моделирование транспортных процессов маршрутизации перевозок с целью минимизации непроизводительных порожних пробегов автомобилей при перевозке грузов.</li> <li>- Моделирование транспортных процессов с целью минимизации времени доставки грузов клиентам.</li> <li>- Моделирование транспортных процессов с целью определения кратчайших путей между пунктами и другие.</li> </ul>
12	<p><b>ФОРМИРОВАНИЕ СМЕННО-СУТОЧНОГО ПЛАНА МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ ПОМАШИННЫМИ ОТПРАВКАМИ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Комплекс различных автотранспортных.</li> <li>- Метод перебора вариантов маршрута.</li> <li>- Метод сумм; метод «ветвей и границ».</li> <li>- Метод Кларка-Райта.</li> </ul>
13	<p><b>ОФОРМЛЕНИЕ МАРШРУТНОЙ КАРТЫ И ПУТЕВЫХ ЛИСТОВ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Порядок оформления маршрутных листов.</li> <li>- Правила заполнения маршрутного листа.</li> <li>- Визирование маршрутного листа.</li> <li>- Моделирование маршрутной карты.</li> </ul>
14	<p><b>ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПО ЗАДАННОМУ КРИТЕРИЮ С УЧЕТОМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Планирования деятельности в условиях нечеткости исходной информации.</li> <li>- Формализация алгоритмов вариантных расчетов использован аппарат интервальной математики.</li> <li>- Алгоритмы формирования оценок составляющих затрат и оптимизации распределения нагрузки в энергосистеме.</li> <li>- Пример численной реализации предложенного подхода.</li> <li>- Объединение частей маршрутов последней единицы подвижного состава.</li> </ul>
15	<p><b>МОДЕЛИ ЦЕЛОЧИСЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ МАРШРУТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ЧАСОВЫМ ГРАФИКАМ</b></p> <p>Вопросы, рассматриваемые в лекции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Режим интерпретации сетевого планирования и управления.</li> <li>- Дисперсионный анализ маршрутизации перевозки.</li> <li>- Режим компиляции.</li> <li>- Верификация (калибровка) параметров модели маршрутизации перевозок автомобильным транспортом по часам суток.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p><b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ПЕРЕКРЕСТКЕ</b></p> <p>В результате выполнения практического задания, студент учится определять интенсивности транспортного потока на перекрестках с учетом определения сведений о направлении движения транспортных средств каждого типа, а также строить картограмму интенсивности транспортных потоков.</p>
2	<p><b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДЕРЖЕК ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ</b></p> <p>В результате выполнения практического задания, студент учится анализировать данные измерений задержек транспортных средств на перекрестке по временным интервалам и определять, суммарную часовую задержку транспортных средств и среднюю задержку одного транспортного средства.</p>
3	<p><b>ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ</b></p> <p>В результате выполнения практического задания, студент учится решению оптимизационных задач по определению плана грузопотока и маршрутов транспортировки при перевозке массовых грузов, определению начального пункта маршрута.</p>
4	<p><b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВА ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА НА ПЕРЕГОНЕ УЛИЦЫ</b></p> <p>В результате выполнения практического задания, студент учится методам учета интенсивности движения транспортного потока. Обработать данные натурных обследований и интерпретировать</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	результаты в части перевода натуральных значений в приведенные и определением состава транспортного потока.
5	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТОКОВ НАСЫЩЕНИЯ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится обрабатывать данные замеров количества транспортных средств при проведении учета значений за 15 светофорных циклов. В результате студенты анализируют потоки насыщения и вырабатывают предложения по управляющему воздействию для сокращения потоков насыщения.
6	<b>ОЦЕНКА СЛОЖНОСТЕЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится определять сложность пересечений и анализировать их с позиции числа конфликтных точек исходя из установленной разметки и направлений движения транспортных средств.
7	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ВЕЛИЧИНУ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫХ СКОРОСТЕЙ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА</b> В результате выполнения практического задания, студент учится определять допустимые скорости движения транспортных средств исходя из параметров транспортных средств и дорожного покрытия по условиям опрокидывания, заноса автомобиля как при равномерном движении, так и при воздействии тяговых и тормозных сил.
8	<b>ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ СХЕМЫ РАЗВОЗКИ ГРУЗОВ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится основным схемам развоза грузов с учетом их комбинированного построения для возможности рациональной постановки задачи при анализе реального объекта.
9	<b>ОПТИМИЗАЦИЯ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится принципам и правилам построения транспортного графа и матрицы транспортного графа.
10	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАТЧАЙШИХ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ПУНКТАМИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится методам и алгоритмам определения кратчайших расстояний между пунктами транспортной сети.
11	<b>ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ ПЕРЕВОЗКИ МАССОВЫХ ГРУЗОВ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится решению оптимизационных задач по определению плана грузопотока и маршрутов транспортировки при перевозке массовых грузов, определению начального пункта маршрута.
12	<b>ДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится постановке и решению транспортной задачи методом динамического программирования.
13	<b>СБАЛАНСИРОВАННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА. МЕТОД ПОТЕНЦИАЛОВ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится алгоритмам решения сбалансированных задач транспортного типа.
14	<b>СБАЛАНСИРОВАННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА. МЕТОД ПОТЕНЦИАЛОВ</b> В результате выполнения практического задания, студент учится решению методом северо-западного угла с дальнейшим решением методом потенциалов.
15	<b>НЕСБАЛАНСИРОВАННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ ЗАДАЧА</b> В результате выполнения практического задания, студент учится алгоритмам решения несбалансированных транспортных задач с учетом добавления фиктивных поставок.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение учебной литературы из приведенных источников
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	Введение в математическое моделирование транспортных потоков: Учебное пособие / Издание 2-е, испр. и доп. А. В. Гасников А. В. Гасников Учебное пособие — М.: МЦНМО, 2013. — 215 с. ISBN 978-5-4439-0040-7	<a href="http://www.mou.mipt.ru/gasnikov1129.pdf">http://www.mou.mipt.ru/gasnikov1129.pdf</a>
2	Математические модели оптимизации транспортных сетей Степанов Е. О. Учебное пособие - Санкт-Петербург: СПбГУ ИТМО, 2005. – 244 с. ISBN 5-7577-0262-1	<a href="https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&amp;blang=ru&amp;page=Book&amp;id=56927">https://urss.ru/cgi-bin/db.pl?lang=Ru&amp;blang=ru&amp;page=Book&amp;id=56927</a>
3	Моделирование случайных величин, систем массового	НТБ РУТ (МИИТ)



	обслуживания и случайных процессов. Часть 1. Иванов А.В., Иванова А.П. – М.: МИИТ, 2005. – 28 с.	
4	Моделирование случайных величин, систем массового обслуживания и случайных процессов. Часть 2. Иванов А.В., Иванова А.П. – М.: МИИТ, 2006. – 36 с.	НТБ РУТ (МИИТ)
5	Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие Гасников А.В., Кленов С.Л., Нурминский Е.А., Холодов Я.А., Шамрай Н.Б. Учебное пособие — М.: МФТИ, 2010. — 362 с. ISBN 978-5-7417-0334-2	<a href="https://old.mipt.ru/education/chair/computational_mathematics/upload/22b/Book-arpglktefbb.pdf">https://old.mipt.ru/education/chair/computational_mathematics/upload/22b/Book-arpglktefbb.pdf</a>

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

Научная электронная библиотека <https://www.elibrary.ru>.

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

Сайт кафедры «Управление эксплуатационной работой и безопасностью на транспорте» <http://uerbt.ru>

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

Microsoft Office

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

Аудитория для проведения занятий должна быть оснащена доской, проектором, экраном и ПК или ноутбуком

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен 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  
«Управление эксплуатационной  
работой и безопасностью на  
транспорте»

А.В. Саврухин

Согласовано:

Заведующий кафедрой УЭРиБТ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Ф. Бородин

Н.А. Андриянова