

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
базового высшего образования
по направлению подготовки
23.03.01 Технология транспортных процессов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Прикладная математика транспортных процессов

Направление подготовки: 23.03.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль): Планирование и эксплуатация городских
транспортных систем

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: 1174807
Подписал: руководитель образовательной программы
Барышев Леонид Михайлович
Дата: 24.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цель дисциплины "Прикладная математика транспортных процессов": формирование у студентов системных знаний и практических навыков применения математических методов для анализа, моделирования и оптимизации транспортных процессов и систем.

Задачи дисциплины:

Изучение математического аппарата, применяемого для решения транспортных задач (теория графов, методы оптимизации, теория вероятностей, математическая статистика, теория массового обслуживания, теория игр);

Формирование навыков построения математических моделей транспортных процессов (перевозок, потоков, обслуживания);

Развитие способности применять вычислительные методы и алгоритмы для решения практических транспортных задач;

Освоение методов анализа и интерпретации результатов математического моделирования для принятия управленческих решений на транспорте.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-5 - Способен использовать современные информационные технологии, программно-моделирующие комплексы при решении задач городского транспортного планирования и организации дорожного движения и разрабатывать транспортные модели различных уровней как инструмент оптимизации процессов управления в транспортном комплексе .

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

Знать:

- Основные математические методы и модели, применяемые для анализа транспортных процессов;
- Алгоритмы решения оптимизационных задач на транспортных сетях;
- Основы теории вероятностей и математической статистики в приложении к транспортным задачам;
- Принципы построения и анализа моделей транспортных потоков и систем массового обслуживания.

Уметь:

- Формализовать транспортные задачи в виде математических моделей;
- Применять методы теории графов для анализа транспортных сетей;
- Решать задачи оптимизации перевозок, распределения ресурсов, назначения транспортных средств;
- Проводить статистическую обработку транспортных данных и оценивать параметры транспортных процессов;
- Использовать программные средства (MS Excel, Python, специализированное ПО) для решения прикладных задач.

Владеть:

- Навыками построения математических моделей типовых транспортных процессов;
- Методами расчета основных показателей эффективности транспортных систем;
- Способностью интерпретировать результаты математического моделирования и формулировать практические рекомендации;
- Инструментами вычислительной математики для решения транспортных задач.

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 №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия семинарского типа	64	64

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 80 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.

Не предусмотрено учебным планом

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Матричные методы представления транспортных сетей Рассматриваемые вопросы: - Построение матриц смежности, инцидентности и весовых матриц для улично-дорожных сетей; - Преобразование графов транспортных сетей в матричную форму для машинной обработки; - Решение практических задач по определению связности и диаметра транспортной сети.
2	Алгоритмы поиска кратчайших путей в логистике Рассматриваемые вопросы: - Пошаговое решение задач поиска кратчайшего пути алгоритмом Дейкстры на примере грузоперевозок; - Применение алгоритма Форда-Беллмана для сетей с отрицательными весами (например, учет доходов на участках); - Анализ алгоритма Флойда-Уоршелла для расчета матрицы кратчайших расстояний между всеми пунктами транспортной сети.
3	Потоки в транспортных сетях и задачи максимума Рассматриваемые вопросы: - Формализация пропускной способности участков улично-дорожной сети в виде пропускных способностей ребер графа; - Нахождение максимального потока в транспортной сети с использованием алгоритма Форда-Фалкерсона; - Определение «узких мест» (минимальных разрезов) в логистических цепях и путях их устранения.
4	. Построение минимального остовного дерева для инфраструктурных проектов Рассматриваемые вопросы: - Применение алгоритмов Краскала и Прима для проектирования оптимальной сети дорог или линий общественного транспорта; - Минимизация затрат на строительство транспортной инфраструктуры при обеспечении связности всех узлов;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- Решение задач нахождение минимального остовного дерева с дополнительными ограничениями.
5	Сетевое планирование в транспортном строительстве Рассматриваемые вопросы: - Построение сетевых графиков (PERT/CPM) для проектов строительства и ремонта транспортных объектов; - Расчет ранних и поздних сроков начала/окончания работ и определение резервов времени; - Выявление критического пути и оптимизация сетевого графика за счет перераспределения ресурсов.
6	Дискретная оптимизация маршрутов (Задача коммивояжера) Рассматриваемые вопросы: - Постановка задачи коммивояжера (TSP) для оптимизации маршрутов городского транспорта и мусоровозов; - Применение эвристических методов (метод ближайшего соседа, алгоритм минирования) для поиска субоптимальных решений; - Модификации TSP с учетом временных окон (VRPTW) в задачах курьерской доставки.
7	Основы линейного программирования в транспортных задачах Рассматриваемые вопросы: - Математическая формулировка задач оптимизации парка подвижного состава и загрузки терминалов; - Графический метод решения задач линейного программирования с двумя переменными в транспортном контексте; - Переход от словесного описания транспортной проблемы к системе линейных ограничений и целевой функции.
8	Симплекс-метод решения транспортных оптимизационных задач Рассматриваемые вопросы: - Приведение транспортной задачи к стандартной форме и составление начального опорного плана; - Пошаговое применение симплекс-метода для минимизации затрат на перевозку грузов; - Анализ устойчивости оптимального плана при изменении тарифов или запасов/потребностей.
9	Классическая транспортная задача и методы начального приближения Рассматриваемые вопросы: - Расчет начального опорного плана методами северо-западного угла, минимального элемента и Фогеля; - Проверка плана на оптимальность с использованием метода потенциалов; - Устранение вырожденности транспортных задач и перерасчет циклов.
10	Несбалансированные и многоэтапные транспортные задачи Рассматриваемые вопросы: - Приведение закрытой транспортной модели к открытой (и наоборот) путем введения фиктивных баз и потребителей; - Решение многоэтапных (многосвязных) транспортных задач с перевалкой грузов на промежуточных складах; - Учет ограничений по пропускной способности транспортных коридоров в расширенных моделях.
11	Задача о назначениях в управлении транспортными ресурсами Рассматриваемые вопросы: - Постановка задачи о назначениях для распределения водителей по транспортным средствам или поездов по маршрутам; - Решение задачи венгерским методом для минимизации времени или стоимости назначений; - Модификации задачи о назначениях для случаев, когда число исполнителей не равно числу работ.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
12	<p>Целочисленное программирование в логистике</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Формализация задач выбора типа подвижного состава и количества рейсов с использованием целочисленных переменных; - Применение метода ветвей и границ для решения транспортных задач в целых числах; - Моделирование бинарных переменных для задач выбора локации строительства логистических центров.
13	<p>Теория вероятностей в анализе транспортных событий</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Расчет вероятности безотказной работы транспортных средств и возникновения ДТП; - Применение биномиального и пуассоновского распределений для моделирования пассажиропотока и заявок на перевозку; - Вычисление математического ожидания и дисперсии времени доставки грузов.
14	<p>Непрерывные распределения в транспортных процессах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Использование нормального распределения для анализа скоростей транспортного потока и времени в пути; - Применение экспоненциального распределения для моделирования интервалов между прибытием транспортных средств; - Расчет вероятности попадания случайной величины (например, времени простоя) в заданный диапазон.
15	<p>Статистический анализ транспортных потоков</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Построение вариационных рядов и гистограмм интенсивности дорожного движения по данным натуральных наблюдений; - Расчет точечных и интервальных оценок параметров транспортного потока (средняя скорость, плотность); - Проверка статистических гипотез о согласии эмпирического распределения скоростей теоретическому закону.
16	<p>Корреляционно-регрессионный анализ в транспортном планировании</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выявление статистических связей между социально-экономическими факторами и объемом перевозок; - Построение линейной и нелинейной регрессионных моделей для прогнозирования пассажиропотока; - Оценка коэффициента детерминации и проверка значимости параметров регрессии в транспортных моделях.
17	<p>Анализ временных рядов в транспортных системах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Выявление трендов и сезонных колебаний в данных о грузообороте и пассажирообороте; - Применение метода скользящей средней для сглаживания случайных колебаний интенсивности движения; - Прогнозирование транспортных показателей на основе методов экспоненциального сглаживания
18	<p>Основы теории надежности транспортных систем</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Расчет вероятности безотказной работы, интенсивности отказов и средней наработки на отказ (MTBF) для узлов ТС; - Моделирование надежности последовательных, параллельных и резервированных транспортных систем;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- Определение оптимальной периодичности технического обслуживания подвижного состава на основе статистики отказов.
19	Введение в теорию массового обслуживания (ТМО) на транспорте Рассматриваемые вопросы: - Формализация транспортных систем (перекрестки, таможни, погрузочные терминалы) как систем массового обслуживания (СМО); - Определение характеристик входящего потока заявок и потока обслуживания; - Расчет основных показателей эффективности СМО: вероятности простоя, средней длины очереди и времени ожидания.
20	Простейшие одноканальные СМО в транспортных задачах Рассматриваемые вопросы: - Анализ систем с отказами (М/М/1/0) для моделирования работы паромных переправ или узких шлюзов; - Расчет характеристик систем с неограниченной очередью (М/М/1) для пунктов оплаты проезда (Toll booths); - Оптимизация работы одноканального поста ДПС или пункта техосмотра на основе ТМО.
21	Многоканальные СМО и системы с ограниченной очередью Рассматриваемые вопросы: - Моделирование работы многополосного перекрестка или нескольких погрузочных ворот как многоканальной СМО (М/М/n); - Анализ систем с ограничением на максимальную длину очереди (например, тупиковые подъездные пути или парковки); - Расчет вероятности отказа в обслуживании транспортного средства при переполнении очереди.
22	Экономическая оптимизация систем массового обслуживания Рассматриваемые вопросы: - Построение целевой функции минимизации суммарных затрат в транспортных СМО; - Балансировка затрат на организацию каналов обслуживания (открытие новых полос, найм грузчиков) и затрат на простой транспортных средств; - Определение экономически целесообразного числа каналов обслуживания на логистическом терминале.
23	Замкнутые СМО и системы с конечным источником заявок Рассматриваемые вопросы: - Моделирование работы ремонтных бригад, обслуживающих парк из конечного числа транспортных средств; - Расчет характеристик замкнутых СМО для оптимизации количества ремонтных постов в автопарке; - Анализ влияния размера парка подвижного состава на эффективность системы его обслуживания.
24	Макроскопические модели транспортных потоков (Гидродинамическая аналогия) Рассматриваемые вопросы: - Вывод и анализ фундаментальной диаграммы транспортного потока (модель Гриншилдса); - Расчет параметров потока (скорость, плотность, интенсивность) в точках максимума пропускной способности дороги; - Применение интегрального и дифференциального исчисления для анализа непрерывных моделей потока.
25	Кинематические волны и теория ударных волн в потоке Рассматриваемые вопросы: - Математическое описание распространения волн заторов и разрежения на автомобильной дороге; - Расчет скорости ударной волны при изменении пропускной способности участка (ДТП, сужение дороги);

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- Определение времени и длины рассасывания затора с использованием дифференциальных уравнений в частных производных
26	Микроскопические модели следования за лидером Рассматриваемые вопросы: - Постановка линейных и нелинейных дифференциальных уравнений моделей следования за лидером (Car-following models); - Анализ устойчивости транспортного потока к малым возмущениям (эффект «гармошки»); - Расчет безопасных дистанций и времени реакции водителя на основе параметров уравнений движения.
27	Кинематика и динамика транспортного средства Рассматриваемые вопросы: - Решение задач с использованием производных для расчета тормозного и остановочного пути ТС; - Интегрирование уравнений ускорения/замедления для построения профилей скорости на участках маршрута; - Математическое моделирование расхода топлива в зависимости от профиля дороги и режима движения.
28	Численные методы решения транспортных дифференциальных уравнений Рассматриваемые вопросы: - Применение метода Эйлера и метода Рунге-Кутты для моделирования движения транспортных средств; - Дискретизация дифференциальных уравнений транспортного потока для компьютерного моделирования; - Оценка погрешностей численных методов при расчете параметров транспортных процессов.
29	Цепи Маркова в моделировании пассажирских перевозок Рассматриваемые вопросы: - Построение матриц переходных вероятностей для анализа выбора пассажирами видов транспорта или маршрутов; - Расчет стационарного распределения вероятностей для прогнозирования устойчивого пассажиропотока; - Моделирование изменения долей рынка транспортных операторов с помощью марковских процессов.
30	Матричные модели в транспортной экономике Рассматриваемые вопросы: - Применение модели «затраты-выпуск» Леонтьева для анализа взаимосвязей транспортного комплекса с другими отраслями экономики; - Расчет полных потребностей в перевозках при изменении конечного спроса на транспортные услуги; - Балансовые методы оптимизации порожнего пробега подвижного состава.
31	Метод Монте-Карло в имитационном моделировании транспорта Рассматриваемые вопросы: - Генерация случайных величин с заданными законами распределения (время прибытия, скорость, спрос); - Проведение статистических испытаний для оценки пропускной способности перекрестка при стохастическом входящем потоке; - Оценка надежности логистической цепи с учетом случайных задержек на каждом участке.
32	Комплексное математическое моделирование транспортно-пересадочного узла (ТПУ) Рассматриваемые вопросы: - Формализация ТПУ как многоканальной многофазной системы массового обслуживания с сетевой структурой;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- Синтез методов оптимизации (линейное программирование, ТМО, теория графов) для расчета вместимости и пропускной способности ТПУ; - Интерпретация результатов математического моделирования и принятие инженерных решений по развитию узла.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Прикладная математика : методические указания / составитель Е. В. Скакун. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2015. — 146 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	https://e.lanbook.com/book/145671
2	Прикладная математика : методические указания / составитель Е. В. Скакун. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2014. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	https://e.lanbook.com/book/145672
3	Корягин, М. Е. Элементы исследования операций. Сетевые модели : учебное пособие / М. Е. Корягин, И. А. Вылегжанин. — Новосибирск : СГУПС, 2023. — 101 с. — ISBN 978-5-00148-326-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	https://e.lanbook.com/book/437525
4	Санько, А. М. Управление качеством исследовательской работы студентов : учебное пособие / А. М. Санько, Н. Б. Стрекалова. — Самара : Самарский университет, 2023. — 96 с. —	https://e.lanbook.com/book/406610

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

Профессиональные базы данных, ИСС e.lanbooks.com

Справочная правовая система «Консультант Плюс»
<http://www.consultant.ru/>

JSTOR база данных научных журналов <http://www.jstor.org>

Архив Интернета <http://www.archive.org/>

Информационно-правовой портал <http://www.garant.ru/>

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

Сайт Министерства транспорта Российской Федерации
<https://mintrans.gov.ru>.

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

MS Power BI Desktop

Anaconda (Jupyter Notebook, Python)

Microsoft Power Point

Microsoft Office

Microsoft Windows

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

Для успешного проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования.

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

Для организации самостоятельной работы студентов необходима аудитория с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет. Необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – институтскому библиотечному фонду и сетевым ресурсам Интернет и ПО, в соответствии с п.7

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

руководитель образовательной
программы

Л.М. Барышев

Согласовано:

Директор

Д.В. Паринов

Руководитель образовательной
программы

Л.М. Барышев

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов