

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



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
23.04.01 Технология транспортных процессов,
утвержденной директором РУТ (МИИТ)
Покусаевым О.Н.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Прогнозирование пассажиропотоков на ВСМ

Направление подготовки: 23.04.01 Технология транспортных процессов

Направленность (профиль): Организация перевозок и управление на ВСМ

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: 2017
Подписал: заместитель директора Ефимова Ольга
Владимировна
Дата: 16.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цель освоения дисциплины:

Формирование у обучающихся комплекса теоретических знаний и практических умений в области математического и имитационного моделирования транспортного спроса, обработки больших данных и сценарного анализа, что обеспечивает их способность к точному прогнозированию пассажиропотоков, обоснованию параметров графика движения и тарифной политики высокоскоростных магистралей, внося ключевой вклад в освоение профессиональных компетенций через достижение конкретных планируемых результатов обучения.

Задачи освоения дисциплины:

- Освоение теоретических основ математического и имитационного моделирования, четырехэтапной модели транспортного планирования, а также нормативно-методической базы предпроектного обоснования, что оценивается в ходе текущих опросов и тестирования на лекционных и практических занятиях.

- Развитие умений обрабатывать и интерпретировать массивы данных о мобильности (включая Big Data, данные сотовых операторов и результаты транспортных опросов) для построения матриц корреспонденций и зон тяготения, а также применять методы моделирования для прогноза спроса, что проверяется через выполнение практических заданий и расчетных работ.

- Формирование умений проводить сценарный анализ загрузки высокоскоростной магистрали с учетом факторов внутренней и внешней неопределенности и обосновывать взаимосвязь прогнозируемых пассажиропотоков с параметрами графика движения и тарифной политикой, что оценивается посредством защиты кейс-заданий, решения ситуационных задач на практических занятиях и в ходе сдачи дифференцированного зачета.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-6 - Способен управлять проектами создания и развития ВСМ, включая предпроектное обоснование, организационно-экономическое моделирование, взаимодействие с государственными и частными партнёрами;

ПК-8 - Способен планировать, координировать и оценивать эффективность работы проектных групп и диспетчерских смен при

внедрении инновационных технологий и управлении изменениями в операционной деятельности высокоскоростного транспорта.

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

Знать:

- основные концепции, классификация и область применения методов математического и имитационного моделирования транспортного спроса
- принципы и алгоритмы построения четырехэтапной модели транспортного планирования (генерация, распределение, выбор вида транспорта, назначение на сеть) применительно к специфике высокоскоростных магистралей
- методологию сценарного планирования и оценки рисков при прогнозировании загрузки транспортной инфраструктуры
- факторы внутренней и внешней неопределенности, влияющие на динамику и структуру пассажиропотоков на разных этапах жизненного цикла проекта ВСМ
- источники, структуру, а также технические и этические аспекты обработки больших данных (Big Data) в транспортной сфере, включая данные сотовых операторов и результаты транспортных опросов
- методики расчета и пространственного построения зон тяготения станций ВСМ и матриц пассажирских корреспонденций
- методические подходы к оценке эластичности спроса на высокоскоростные перевозки в зависимости от частоты движения поездов и параметров тарифной политики
- нормативно-методическая база предпроектного обоснования и организационно-экономического моделирования проектов создания и развития ВСМ

Уметь:

- применять методы математического и имитационного моделирования для оценки и прогноза спроса на высокоскоростные пассажирские перевозки
- проводить сценарный анализ загрузки высокоскоростной магистрали на различных этапах ее жизненного цикла с учетом факторов неопределенности
- обрабатывать и интерпретировать массивы данных о мобильности (Big Data, данные сотовых операторов, результаты транспортных опросов) для построения матриц корреспонденций и определения зон тяготения станций ВСМ

- обосновывать взаимосвязь прогнозируемых пассажиропотоков с параметрами графика движения поездов и тарифной политикой оператора при предпроектном обосновании

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 з.е. (72 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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	32	32
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	16	16

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 40 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>Математическое и имитационное моделирование спроса на ВСМ: концепции и четырехэтапная модель</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Понятие транспортного спроса и его отличительные особенности на высокоскоростных магистралях (ВСМ). Классификация методов прогнозирования: эвристические, экстраполяционные, причинно-следственные и имитационные модели. Область применения математического моделирования на этапах предпроектного обоснования и эксплуатации ВСМ. Обзор современных программных комплексов для имитационного моделирования транспортных систем (PTV Visum, AnyLogic). Введение в четырехэтапную модель транспортного планирования: общая архитектура и логика последовательных расчетов. Этап 1: Моделирование генерации и притяжения поездов. Факторы, влияющие на интенсивность поездов в зонах влияния ВСМ. Этап 2: Моделирование распределения поездов. Гравитационные модели и модели растущего дерева для определения корреспонденций. Этап 3: Моделирование выбора вида транспорта (Modal Split). Логит-модели и функции полезности для конкуренции ВСМ с авиацией и автомобилем. Этап 4: Назначение потоков на сеть (Traffic Assignment). Алгоритмы равновесия по Вардропу и их адаптация для расписания ВСМ. Специфика калибровки четырехэтапной модели для высокоскоростного железнодорожного транспорта. Учет временных характеристик (время в пути, время доступа к станции, частота движения) в функциях полезности модели. Моделирование пересадочных узлов и мультимодальности (последняя миля) в контексте станций ВСМ. Учет пропускной способности инфраструктуры при назначении потоков на сеть ВСМ. Валидация и верификация имитационных моделей: критерии адекватности и методы оценки погрешности. Анализ чувствительности модели к изменению входных параметров (тарифы, время в пути). Примеры практического применения четырехэтапной модели при обосновании строительства реальных магистралей ВСМ в мире.</p>
2	<p>Работа с большими данными и пространственный анализ при прогнозировании пассажиропотоков</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Понятие Big Data в транспортной сфере и их роль в повышении точности прогнозов пассажиропотоков. Источники больших данных: данные сотовых операторов, транзакционные данные, геолокационные сервисы и их характеристики. Технические аспекты сбора, очистки и агрегации больших данных для транспортного моделирования. Этические и правовые аспекты обработки персональных данных и данных о мобильности (включая требования ФЗ-152). Методология и виды традиционных транспортных опросов как источник калибровочных данных. Методы синтеза данных традиционных опросов и Big Data для построения достоверной модели спроса. Понятие зоны тяготения (catchment area) станции ВСМ и факторы, определяющие ее пространственные границы. Методики расчета изохрон доступности и построения зон тяготения с учетом мультимодальных подходов к станции. Применение ГИС-технологий для пространственного анализа и визуализации зон влияния станций ВСМ. Понятие матрицы пассажирских корреспонденций (OD-матрица): структура, типы (суточная, часовая, пиковая). Методы построения базовой (seed) OD-матрицы на основе данных переписей населения и транспортных обследований. Методы корректировки и калибровки OD-матриц с использованием данных автоматического сбора пассажиропотоков. Итерационные методы балансировки матриц корреспонденций (например, метод Фурнье) для согласования с узловыми данными. Построение динамических матриц корреспонденций с учетом неравномерности спроса в течение суток и недели. Оценка достоверности, устойчивости и погрешности построенных матриц пассажирских корреспонденций. Примеры практического использования данных о мобильности для актуализации прогнозов загрузки ВСМ.</p>
3	<p>Сценарное планирование и учет неопределенности при прогнозировании загрузки ВСМ</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Понятие сценарного планирования в предпроектном обосновании транспортных инфраструктурных проектов. Разработка базового, оптимистичного и пессимистичного сценариев развития</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>пассажиropотоков. Методология оценки рисков, связанных с неточностью прогноза спроса (risk of demand shortfall). Количественные и качественные методы оценки неопределенности в транспортных моделях. Факторы внешней неопределенности: макроэкономические колебания, демографические сдвиги, изменение цен на энергоносители. Факторы внутренней неопределенности: задержки в строительстве, изменение технических характеристик подвижного состава. Влияние конкуренции со стороны других видов транспорта на структуру и объем пассажиропотока ВСМ. Учет жизненного цикла проекта ВСМ: этапы запуска, выхода на проектную мощность и зрелости маршрута. Динамика изменения структуры пассажиропотока (бизнес, туризм, маятниковая миграция) на разных этапах жизненного цикла. Методы стресс-тестирования транспортной модели при экстремальных изменениях внешних условий. Анализ чувствительности ключевых параметров модели (эластичность по доходу, по времени в пути). Использование методов Монте-Карло для вероятностной оценки пассажиропотоков. Влияние градостроительного развития территорий в коридоре ВСМ на долгосрочный прогноз спроса. Учет сезонности и календарных факторов при построении сценариев загрузки магистрали. Механизмы адаптации прогнозов и оперативной корректировки моделей при поступлении новых фактических данных. Международная практика управления рисками прогнозирования при реализации мегапроектов ВСМ.</p>
4	<p>Взаимосвязь прогнозов пассажиропотоков с графиком движения, тарифами и нормативной базой Рассматриваемые вопросы: Понятие эластичности спроса на высокоскоростные перевозки по цене, времени в пути и частоте движения. Методические подходы к расчету коэффициентов эластичности спроса для различных сегментов пассажиров. Влияние тарифной политики (динамическое ценообразование, скидки, тарифные коридоры) на формирование пассажиропотока. Взаимосвязь прогнозируемого пассажиропотока с параметрами графика движения поездов (частота, время отправления). Оптимизация расписания движения поездов ВСМ для максимизации пассажиропотока и доходов оператора. Учет пропускной способности инфраструктуры при согласовании прогноза спроса и графика движения. Нормативно-методическая база предпроектного обоснования инвестиций в строительство ВСМ в Российской Федерации. Требования международных финансовых институтов (например, ЕИБ, Всемирный банк) к транспортному моделированию и прогнозам. Организационно-экономическое моделирование проекта ВСМ: место прогноза пассажиропотока в структуре финансовой модели. Расчет доходов от пассажирских перевозок на основе прогнозируемых матриц корреспонденций и тарифных планов. Учет перераспределения потоков с параллельных видов транспорта при оценке интегрального экономического эффекта. Методика оценки социально-экономической эффективности проекта ВСМ на основе прогнозируемых показателей мобильности. Роль прогноза пассажиропотока в определении потребного парка высокоскоростного подвижного состава. Взаимодействие с государственными и частными партнерами (ГЧП) при согласовании прогнозных показателей проекта. Экспертная оценка и независимый аудит прогнозов пассажиропотоков в рамках процедуры утверждения проекта. Современные тенденции и перспективы развития методов прогнозирования спроса на ВСМ (искусственный интеллект, машинное обучение).</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Расчет генерации и притяжения поездов в зонах влияния станций ВСМ Обучающиеся анализируют статистические данные о населении, уровне занятости и показателях мобильности в заданных транспортных районах. Студенты применяют гравитационные модели и модели растущего дерева для расчета интенсивности генерируемых и притягиваемых поездов. В</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>ходе занятия учитывается специфика высокоскоростного сообщения и его влияние на прилегающие территории. Участники работают с исходными табличными данными, выполняя необходимые математические преобразования. Рассчитываются коэффициенты генерации поездок для различных целей передвижения. Полученные результаты наносятся на картографическую основу для визуализации пространственного распределения. Проводится сравнительный анализ полученных показателей с эталонными значениями для аналогичных транспортных узлов. По итогам работы студенты представляют таблицы и карты генерации и притяжения поездок. Оценивается корректность выбранных параметров модели и точность выполненных расчетов.</p>
2	<p>Моделирование распределения корреспонденций и выбора вида транспорта (Modal Split)</p> <p>Студенты рассчитывают обобщенные затраты времени, включающие время доступа к станции, время в пути, время ожидания и стоимость поездок. Сравнительный анализ проводится для конкурирующих видов транспорта, таких как высокоскоростная магистраль, авиация и автомобиль. Обучающиеся применяют логит-модели и функции полезности для определения доли пассажиров, выбирающих ВСМ. Выполняется расчет базовой матрицы распределения пассажиропотоков между альтернативными видами транспорта. Далее производится назначение рассчитанных потоков на транспортную сеть с учетом ее топологии. Участники занятия проверяют сходимость итерационных алгоритмов при расчете равновесного состояния сети. Анализируется чувствительность модели к изменению временных и стоимостных параметров. Результаты расчетов оформляются в виде сводных таблиц и диаграмм распределения спроса. По завершении занятия формируется итоговая матрица корреспонденций, готовая для дальнейшего сценарного анализа.</p>
3	<p>Разработка сценариев развития пассажиропотоков на этапах жизненного цикла проекта ВСМ</p> <p>Обучающиеся формируют базовый, оптимистичный и пессимистичный сценарии развития транспортного спроса. Для этого варьируются ключевые макроэкономические, демографические и градостроительные параметры в транспортной модели. Студенты моделируют динамику изменения структуры пассажиропотока, выделяя сегменты бизнес-поездок, туризма и маятниковой миграции. Рассматриваются периоды запуска магистрали, выхода на проектную мощность и достижения зрелости маршрута. Участники занятия рассчитывают объемы перевозок для каждого сценария на заданный горизонт планирования. Проводится оценка влияния внешних факторов, таких как изменение цен на энергоносители или появление новых конкурентов. Результаты оформляются в виде пакетов сценарных матриц пассажиропотоков. Студенты готовят краткие аналитические записки с обоснованием принятых допущений для каждого сценария. Итогом работы является комплект документов, отражающих возможную загрузку магистрали в различных условиях.</p>
4	<p>Оценка рисков и стресс-тестирование транспортной модели ВСМ</p> <p>Студенты проводят анализ чувствительности транспортной модели к критическим изменениям входных параметров. Варьируются такие показатели, как уровень тарифов, время в пути и действия конкурирующих видов транспорта. Обучающиеся применяют методы вероятностной оценки для расчета диапазона возможных отклонений фактического спроса от прогнозного. Выполняется стресс-тестирование модели при экстремальных изменениях внешних экономических или социальных условий. Участники занятия рассчитывают показатели риска, связанные с неточностью прогноза спроса. Результаты представляются в виде графиков, отражающих вероятностные границы пассажиропотока. Студенты выявляют наиболее уязвимые параметры модели, требующие дополнительного мониторинга. На основе проведенного анализа формулируются рекомендации по минимизации выявленных угроз. Итогом занятия становится отчет об оценке рисков с количественным обоснованием устойчивости прогнозов.</p>
5	<p>Очистка, агрегация и пространственная привязка данных о мобильности (Big Data)</p> <p>Обучающиеся работают с массивами сырых данных, включая треки мобильных устройств и транзакционные данные. Студенты выполняют операции фильтрации шумов и удаления аномальных значений из исходных наборов. Проводится кластеризация точек интереса для выявления устойчивых паттернов поведения пассажиров. Участники занятия осуществляют</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>пространственную привязку треков перемещений к транспортным зонам и станциям ВСМ. Особое внимание уделяется соблюдению этических и правовых аспектов обработки персональных данных. Студенты синтезируют данные Big Data с результатами традиционных транспортных опросов для повышения достоверности модели. Выполняется агрегация данных по заданным временным интервалам (час, сутки, неделя). Результаты обработки представляются в виде структурированных таблиц и тепловых карт перемещений. По итогам работы формируется очищенный датасет, полностью готовый для последующего транспортного моделирования.</p>
6	<p>Построение зон тяготения и калибровка матриц корреспонденций с использованием ГИС-технологий</p> <p>Студенты рассчитывают изохроны доступности станций ВСМ с учетом мультимодальности и работы наземного общественного транспорта. Обучающиеся применяют ГИС-технологии для визуализации и пространственного анализа зон влияния транспортных узлов. Выполняется построение базовых матриц пассажиропассажирских корреспонденций на основе данных переписей и обследований. Участники занятия проводят итерационную балансировку и калибровку OD-матриц с использованием данных автоматического сбора пассажиропотоков. Применяются методы согласования узловых данных для обеспечения внутренней непротиворечивости модели. Студенты оценивают достоверность, устойчивость и погрешность построенных матриц корреспонденций. Результаты калибровки фиксируются в виде отчетов с показателями качества подгонки модели. Визуализация зон тяготения выполняется с наложением на картографическую основу региона. Итогом занятия является сбалансированная матрица пассажирских корреспонденций и карты зон доступности.</p>
7	<p>Расчет эластичности спроса и оценка влияния тарифной политики на загрузку ВСМ</p> <p>Обучающиеся рассчитывают коэффициенты ценовой и временной эластичности спроса для различных сегментов пассажиров. Студенты моделируют перераспределение пассажиропотока при внедрении различных стратегий динамического ценообразования. Анализируется влияние тарифных коридоров, скидок и акций на общий объем перевозок и структуру спроса. Участники занятия строят графики зависимости объемов перевозок от уровня тарифов и времени в пути. Выполняется прогноз доходов оператора высокоскоростной магистрали при различных тарифных стратегиях. Проводится сравнительный анализ эффективности различных ценовых сценариев для максимизации выручки. Студенты учитывают сезонные колебания спроса при расчете интегральных показателей. Результаты оформляются в виде аналитических таблиц и диаграмм. По завершении занятия формулируются обоснованные предложения по оптимизации тарифной политики.</p>
8	<p>Согласование прогнозируемых пассажиропотоков с параметрами графика движения поездов</p> <p>Студенты анализируют суточную и недельную неравномерность спроса на основе построенных матриц корреспонденций. Обучающиеся подбирают оптимальную частоту, такт и время отправления поездов ВСМ для покрытия пиковых нагрузок. Учитываются ограничения пропускной способности инфраструктуры при формировании предварительного расписания. Участники занятия рассчитывают потребный парк высокоскоростного подвижного состава для обеспечения выбранного графика. Проводится оценка соответствия предлагаемого расписания прогнозируемым пассажиропотокам по различным направлениям. Студенты моделируют влияние задержек и сбояв на выполнение согласованного графика движения. Результаты представляются в виде предварительного графика движения поездов и схем оборота составов. Выполняется расчет технико-экономических показателей эффективности предложенного варианта расписания. Итогом работы является пакет документов, синхронизирующих прогноз спроса с операционными параметрами движения.</p>

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Шаблинский, И. Г. Правовое регулирование информационных отношений в сфере обработки персональных данных : учебное пособие для вузов / И. Г. Шаблинский ; под редакцией М. А. Федотова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 52 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17209-6	https://urait.ru/bcode/544886
2	Перепельцев, В. Л. Принципы формирования совокупности влияющих факторов на пассажиропоток высокоскоростных железнодорожных магистралей при прогнозировании методами множественной регрессии / В. Л. Перепельцев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 2. – С. 6-9. – EDN UJZQIL. ПЕРЕПЕЛЬЦЕВ В.Л. 2015	https://elibrary.ru/item.asp?id=24219074
3	Перепельцев, В. Л. Методология логического выбора факторов при определении величины пассажиропотока на новой выделенной высокоскоростной линии / В. Л. Перепельцев // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. – 2015. – № 5. – С. 36-43. – EDN UKWVCT. ПЕРЕПЕЛЬЦЕВ В.Л. 2015	https://elibrary.ru/item.asp?id=24259822

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

- Официальный сайт РУТ(МИИТ) (<https://www.miit.ru>).
- Научно-техническая библиотека РУТ(МИИТ) (<https://lib.rgtrc.ru/>).
- Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>).

- Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com/?u=>).
- Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс» (<https://www.consultant.ru/>), «Гарант» (<https://www.garant.ru/>).
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/>).

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office (Word, PowerPoint).

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 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
«Железнодорожные станции и
транспортные узлы»

Е.А. Овчинникова

Согласовано:

Заместитель директора

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов