

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)

Цифровые двойники процессов движения 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).

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся системных теоретических знаний, практических умений и профессиональных навыков создания, настройки и применения цифровых двойников процессов движения поездов на высокоскоростных магистралях для решения задач сценарного моделирования, предиктивной аналитики и обоснования управленческих решений по повышению безопасности и устойчивости процесса перевозок.

2. Задачи освоения дисциплины:

Сформировать у обучающихся фундаментальные знания об архитектуре, принципах работы и методологии цифровых двойников, а также о физических и технологических особенностях процессов движения на ВСМ, методах сбора и синхронизации данных, с последующей проверкой усвоения теоретического материала в ходе текущего контроля на лекционных занятиях.

Развить умения анализировать транспортные процессы для их параметризации, настраивать потоки данных между физическими и виртуальными объектами, а также разрабатывать сценарии движения (включая нештатные и аварийные ситуации), оценка которых производится с помощью выполнения, анализа и защиты результатов лабораторных работ.

Обеспечить формирование профессиональных навыков работы в специализированных программных средах для создания архитектуры цифрового двойника и проведения предиктивной аналитики, а также научить интерпретировать полученные метрики безопасности и эффективности для разработки обоснованных решений, что подтверждается итоговой аттестацией в форме зачета.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-4 - Способен применять цифровые технологии и системы автоматизации для управления движением и обеспечения безопасности перевозок.

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

Знать:

- основные принципы, концепции и многоуровневая архитектура технологии цифровых двойников (Digital Twin) в области железнодорожного транспорта;

- физические и технологические особенности процессов движения поездов на высокоскоростных магистралях;

- классификация и структура данных, необходимых для параметризации и создания моделей движения поездов;

- методы и протоколы сбора, передачи и синхронизации данных в реальном времени между физическими объектами и их виртуальными моделями (IoT-датчики, системы телемеханики, АСУТП);

- методология сценарного моделирования транспортных процессов, включая алгоритмы поведения подвижного состава и элементов инфраструктуры в штатных и нештатных ситуациях;

- основы предиктивной аналитики и современные методы обработки больших данных (Big Data) в задачах управления движением поездов и диагностики;

- критерии, метрики и показатели оценки безопасности и эффективности перевозок с применением цифрового двойника;

- нормативно-правовые и методические основы применения цифровых технологий и систем автоматизации для обеспечения безопасности движения на ВСМ;

- современные программные средства, платформы и вычислительные среды для создания, настройки и эксплуатации цифровых двойников на железнодорожном транспорте

Уметь:

- анализировать физические и технологические процессы движения поездов на ВСМ для определения параметров, необходимых для параметризации их цифровых двойников;

- настраивать синхронизацию потоков данных между физическими объектами (инфраструктура, подвижной состав) и их виртуальными моделями;

- разрабатывать сценарии движения поездов, включая нештатные и аварийные ситуации, для проверки гипотез в среде цифрового двойника;

- интерпретировать результаты предиктивной аналитики, полученные с помощью цифрового двойника, для разработки обоснованных управленческих решений;

- оценивать влияние различных эксплуатационных факторов на безопасность движения поездов и устойчивость перевозочного процесса на ВСМ с использованием инструментов цифрового моделирования;

Владеть:

- созданием и настройкой архитектуры цифрового двойника процесса движения поездов на ВСМ в специализированной программной среде;
- проведением сценарного моделирования и предиктивной аналитики на базе синхронизированных данных цифрового двойника для оценки безопасности движения поездов и устойчивость перевозочного процесса.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 132 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>Концепция цифровых двойников и специфика процессов движения на ВСМ</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Определение, эволюция и ключевые принципы концепции цифрового двойника (Digital Twin) в мировой и отечественной практике. Принципиальные отличия цифрового двойника от традиционных имитационных, математических и статических моделей транспортных процессов. Многоуровневая архитектура цифрового двойника: физический слой, слой данных, слой моделей и слой пользовательских сервисов. Жизненный цикл цифрового двойника: этапы от проектирования и создания до эксплуатации, актуализации и утилизации. Физические особенности высокоскоростного движения: инфраструктурные особенности ВСМ. Технологические особенности организации движения поездов на ВСМ: минимальные интервалы, графики движения поездов, специфика систем управления. Взаимодействие «подвижной состав – инфраструктура» как ключевой объект моделирования в процессном цифровом двойнике. Роль человеческого фактора и диспетчерского персонала в контуре управления и принятия решений на основе цифрового двойника. Синхронизация физических и виртуальных процессов: понятие и технические требования к двусторонней связи в реальном времени. Классификация цифровых двойников на транспорте: компонентные, системные, процессные и системно-процессные двойники. Анализ мирового опыта внедрения цифровых двойников на высокоскоростных магистралях (Китай, Европа, Япония). Оценка текущего уровня цифровизации и технологической готовности инфраструктуры ОАО «РЖД» к внедрению процессных двойников. Основные вызовы и барьеры при создании цифровых двойников для ВСМ: вычислительные мощности, качество и полнота данных. Экономическая целесообразность, модели окупаемости и оценка эффективности проектов по созданию цифровых двойников. Интеграция концепции цифрового двойника с технологиями Интернета вещей (IoT) и киберфизическими системами. Перспективные векторы развития: переход от управляемого цифрового двойника к когнитивному двойнику с элементами искусственного интеллекта.</p>
2	<p>Классификация и структура данных для параметризации моделей движения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Понятие параметризации цифрового двойника и фундаментальная роль данных как «основной ресурс» для виртуальной модели. Классификация данных по источникам возникновения: телеметрия подвижного состава, датчики инфраструктуры, внешние факторы. Классификация данных по структуре: структурированные, полуструктурированные и неструктурированные массивы в транспортных задачах. Пространственные данные (GIS) и их критическая роль в создании цифрового профиля пути и геометрии ВСМ. Временные ряды: особенности сбора, хранения и обработки данных о скорости, ускорении и состоянии систем в динамике. Нормативно-справочная информация как статический, но обновляемый слой данных цифрового двойника (ПТЭ, инструкции, регламенты). Метаданные: описание источников, форматов, частоты обновления, владельцев и степени достоверности данных. Проблемы «неочищенных» данных: пропуски, выбросы, артефакты измерений и алгоритмы их первичного выявления и очистки. Онтологии и семантические модели как способ структурирования предметных знаний о процессах движения на ВСМ. Требования к гранулярности (детализации) данных для моделирования разных уровней управления: стратегического, тактического и оперативного. Концепция «Единого источника истины» (Single Source of Truth) в корпоративной архитектуре данных цифрового двойника. Методы нормализации и стандартизации разнородных данных, поступающих от подвижного состава разных производителей. Оценка полноты и репрезентативности исторических массивов данных для последующего обучения предиктивных моделей. Вопросы защиты, шифрования и анонимизации данных при формировании наборов для цифрового двойника. Современные форматы и технологии хранения данных: реляционные СУБД, NoSQL решения и концепция Data Lakes для транспорта. Механизмы интеграции данных из разрозненных информационных систем (АСУПП, АС ЭТРАН, системы СЦБ) в единый аналитический контур.</p>
3	<p>Методы и протоколы сбора и синхронизации данных в реальном времени</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Архитектура потоковой обработки данных (Stream Processing) как основа функционирования цифровых двойников в реальном времени. Обзор современных IoT-датчиков и сенсоров, применяемых на подвижном составе и инфраструктуре высокоскоростных магистралей. Проводные и беспроводные технологии передачи данных на высокоскоростном транспорте: GSM-R, LTE-R, 5G, спутниковая связь. Протоколы передачи данных промышленного Интернета вещей (MQTT, OPC UA) и оценка их применимости в транспортных задачах. Проблема сетевых задержек (latency) и жесткие требования к времени обратной связи для систем управления движением поездов. Методы синхронизации часов и временных меток (timestamping) для обеспечения корректности данных от географически распределенных источников. Концепция граничных вычислений (Edge computing): обработка и фильтрация данных на борту поезда для снижения нагрузки на каналы связи. Роль шлюзов данных в агрегации, предварительной обработке, буферизации и протоколировании информационных потоков. Механизмы обеспечения надежности и отказоустойчивости каналов передачи данных в условиях высокоскоростного перемещения объекта. Алгоритмы адаптивной компрессии данных для оптимизации трафика без потери критически важной для безопасности движения поездов информации. Интеграция систем телемеханики и АСУТП с платформой цифрового двойника с помощью стандартизированных программных интерфейсов (API). Алгоритмические методы синхронизации состояния физического объекта и его виртуальной копии при кратковременных обрывах связи. Методы краткосрочного прогнозирования состояния системы (dead reckoning) при временной потере потока телеметрических данных. Кибербезопасность каналов передачи данных: методы шифрования, аутентификации и защиты от несанкционированного вмешательства. Архитектура брокеров сообщений для управления высокоскоростными и высоконагруженными потоками данных. Практические кейсы и принцип организации двусторонней связи «поезд-земля» в современных и перспективных системах управления ВСМ.</p>
4	<p>Методология сценарного моделирования транспортных процессов Рассматриваемые вопросы: Понятие сценарного моделирования и его центральное место в жизненном цикле и функционале цифрового двойника. Классификация сценариев моделирования: штатное движение, плановые изменения графика, нештатные и аварийные ситуации. Математические основы имитационного моделирования движения поездов: уравнения движения, ограничения по скорости и тормозному пути. Моделирование поведения подвижного состава: тяговые характеристики, взаимодействие с путевой инфраструктурой. Моделирование элементов инфраструктуры: путевое развитие, системы электроснабжения, устройства СЦБ и их ограничения. Алгоритмы генерации случайных событий (сбои оборудования, отказы, погодные условия) для стресс тестирования сценариев. Методы дискретно-событийного моделирования для оценки пропускной и провозной способности участков ВСМ при различных сценариях. Агентное моделирование: представление поездов, диспетчеров и пассажиров как автономных агентов с собственными целями и правилами поведения. Процессы калибровки и верификации моделей: обеспечение соответствия цифрового двойника реальному физическому процессу. Моделирование влияния внешних факторов: сложные метеорологические условия, сейсмическая активность, посторонние предметы на пути. Сценарии оптимизации графика движения поездов: алгоритмы минимизации задержек и энергосберегающие режимы ведения поезда. Моделирование отказов и количественная оценка устойчивости транспортной системы к возмущающим воздействиям. Визуализация результатов сценарного моделирования: 2D и 3D представление процессов и состояний системы в реальном времени. Методы интерпретации результатов моделирования для принятия обоснованных оперативных диспетчерских решений. Ограничения и погрешности сценарного моделирования: учет неопределенностей, допущений модели и человеческого фактора. Эволюция управления: переход от ретроспективного анализа к проактивному управлению на основе превентивного сценарного моделирования.</p>
5	<p>Предиктивная аналитика и методы Big Data в управлении движением поездов Рассматриваемые вопросы: Отличие предиктивной аналитики от дескриптивной и диагностической в контексте управления движением поездов на ВСМ. Обзор алгоритмов машинного обучения, наиболее часто применяемых</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>для прогнозирования временных рядов на железнодорожном транспорте. Прогнозирование задержек движения поездов: выявление факторов влияния и построение многофакторных предиктивных моделей. Предиктивная диагностика инфраструктуры ВСМ: прогнозирование остаточного ресурса элементов на основе исторических и текущих данных. Концепция больших данных (Big Data): анализ характеристик Volume, Velocity, Variety, Veracity в специфических транспортных задачах. Методы кластеризации и поиска аномалий для выявления скрытых паттернов движения и предотказных состояний систем. Использование нейронных сетей (в т.ч. рекуррентных и сверточных) для распознавания сложных нелинейных зависимостей в данных. Прогнозирование пассажиропотоков и оценка его влияния на оперативное управление составностью и корректировку графика движения поездов. Оценка вероятности возникновения нештатных ситуаций с помощью байесовских сетей, деревьев решений и ансамблевых методов. Feature engineering: методы отбора и конструирования значимых признаков для повышения точности и скорости работы предиктивных моделей. Проблемы переобучения и недообучения моделей: применение методов кросс-валидации и регуляризации в транспортных задачах. Интерпретируемость моделей машинного обучения (Explainable AI, XAI) как обязательное требование для внедрения в системы управления. Архитектурная интеграция предиктивных моделей в контур управления цифровым двойником для автоматической разработки рекомендаций. Оценка экономической эффективности внедрения предиктивной аналитики: снижение эксплуатационных простоев и предотвращение аварий. Инструменты и фреймворки для предиктивной аналитики: экосистема Python (scikit-learn, TensorFlow, PyTorch), специализированные платформы. Этические аспекты, прозрачность и распределение ответственности при использовании алгоритмов ИИ для принятия решений, влияющих на безопасность движения поездов.</p>
6	<p>Критерии и метрики оценки безопасности движения поездов и устойчивости перевозочного процесса</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Построение системы ключевых показателей устойчивости перевозочного процесса для процессов движения поездов на высокоскоростных магистралях. Метрики punctuality (точность соблюдения графика): методология расчета в условиях высокой плотности и интенсивности движения. Показатели безопасности движения: частота инцидентов, тяжесть последствий, количественная оценка уровня операционных рисков. Энергетическая эффективность: метрики удельного расхода электроэнергии на тягу и методы их оптимизации через инструменты ЦД. Показатели использования пропускной и провозной способности инфраструктуры ВСМ при различных сценариях нагрузки. Метрики надежности и доступности систем управления движением поездов: расчет MTBF (наработка на отказ) и MTTR (время восстановления). Оценка качества обслуживания пассажиров как производного, но критически важного показателя эффективности процесса движения поездов на ВСМ. Методология расчета интегрального показателя эффективности функционирования самого цифрового двойника и его подсистем. Бенчмаркинг: сравнение метрик ВСМ с показателями обычных железных дорог и других высокоскоростных видов транспорта. Динамические метрики: адаптация системы оценки в зависимости от текущих внешних условий. Визуализация метрик: принципы создания интерактивных дашбордов и панелей мониторинга для диспетчерского и управленческого персонала. Установление пороговых (критических) значений метрик для автоматического формирования предупреждений и алертов в системе ЦД. Влияние человеческого фактора на метрики эффективности и методы его количественного учета в имитационных моделях. Корреляционный анализ метрик: выявление скрытых зависимостей и компромиссов между безопасностью и экономической эффективностью. Методы многокритериальной оптимизации при наличии конфликтующих показателей. Непрерывный мониторинг, аудит и актуализация системы метрик по мере развития технологий и изменения нормативной базы.</p>
7	<p>Нормативно-правовые и методические основы применения цифровых технологий на ВСМ</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Обзор федеральных и отраслевых нормативных правовых актов, регулирующих цифровизацию и автоматизацию железнодорожного транспорта. Стратегия цифровой трансформации холдинга ОАО «РЖД» и ее прямое влияние на развитие и внедрение технологий высокоскоростного движения. Требования ФГОС ВО и профессиональных стандартов к компетенциям специалистов в области эксплуатации цифровых двойников. Нормативное регулирование использования искусственного интеллекта и алгоритмов машинного обучения в критических транспортных системах. Правовые аспекты сбора, хранения, обработки и передачи персональных и обезличенных данных в транспортных информационных системах. Стандарты информационной безопасности (ГОСТ Р ИСО/МЭК 27001, требования ФСТЭК) при построении архитектур цифровых двойников. Методические рекомендации и регламенты по валидации и верификации программных продуктов, используемых в управлении движением. Процедуры сертификации и лицензирования программно-аппаратных комплексов, применяемых в системах обеспечения безопасности движения ВСМ. Правовое разграничение ответственности между разработчиком цифрового двойника, оператором инфраструктуры и перевозчиком при сбоях. Анализ правовых коллизий и пробелов при принятии решений автоматизированными системами управления движением без участия человека. Международные стандарты (ISO, IEEE) в области цифровых двойников и опыт их адаптации в российской нормативно-правовой базе. Регламенты информационного взаимодействия между различными ведомственными и корпоративными системами в рамках единого цифрового контура. Методические подходы к оценке технологического и операционного риска при внедрении инновационных цифровых решений на полигоне. Требования к архивированию, неизменности и длительному хранению данных цифрового двойника для ретроспективного расследования инцидентов. Перспективы развития нормативной базы в связи с появлением и тестированием полностью автономного (бездиспетчерского) управления движением поездов. Роль регуляторных «песочниц» и экспериментальных правовых режимов в тестировании новых цифровых технологий на участках ВСМ.</p>
8	<p>Современные программные средства и вычислительные среды для создания ЦД</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Обзор мирового и отечественного рынка программного обеспечения для создания и эксплуатации цифровых двойников в транспортной отрасли. Архитектура облачных (Cloud) и гибридных вычислительных сред для надежного хранения и распределенной обработки больших данных ВСМ. Платформы промышленного Интернета вещей (IIoT) как технологическая основа для развертывания процессных цифровых двойников. Системы управления жизненным циклом изделия (PLM) и механизмы их интеграции с операционными цифровыми двойниками. Специализированные симуляторы и среды имитационного моделирования в задачах моделирования движения поездов. Технологии цифровых платформ и микросервисная архитектура как основа гибкости и масштабируемости решений для ВСМ. Инструменты визуализации данных: от 2D-схем и графиков до полноценных 3D-моделей и технологий дополненной реальности (AR) для диспетчеров. Использование игровых платформ для создания фотореалистичных тренажеров и сред обучения на базе данных ЦД. Требования к аппаратному обеспечению: серверные мощности, GPU-ускорители и специализированные чипы для расчетов в реальном времени. Открытые стандарты и API для обеспечения бесшовной совместимости программного обеспечения от разных вендоров и поставщиков. Проблемы и стратегии импортозамещения программного обеспечения в сфере критически важных систем управления высокоскоростным движением. Методы контейнеризации (Docker, Kubernetes) для обеспечения стабильности, изоляции и быстрого развертывания сервисов цифрового двойника. Системы управления базами данных (СУБД): критерии выбора между реляционными, документоориентированными, временными и графовыми СУБД. Инструменты DevOps и MLOps для обеспечения непрерывной интеграции, доставки и безопасного обновления моделей цифрового двойника. Методология оценки совокупной стоимости владения (ТСО) программно-аппаратным комплексом цифрового двойника на всех этапах жизненного цикла. Перспективные технологические тренды: квантовые вычисления и их потенциальное применение для сверхбыстрой оптимизации графиков движения ВСМ.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Развертывание программной среды и базовая параметризация цифрового двойника участка ВСМ</p> <p>Действия обучающихся: Установка и конфигурирование специализированного программного обеспечения для имитационного моделирования. Загрузка, очистка и структурирование статических наборов данных о профиле пути, системах электроснабжения и устройствах СЦБ высокоскоростного полигона. Ввод параметров подвижного состава (тяговые характеристики, массогабаритные данные, тормозные кривые). Создание первичной логики взаимосвязей между элементами виртуальной модели и проверка корректности импорта данных.</p> <p>Запланированный результат: Инициализированная и готовая к работе базовая структура цифрового двойника с корректно заданными параметрами инфраструктуры и подвижного состава, прошедшая первичную верификацию на отсутствие критических ошибок конфигурации.</p>
2	<p>Настройка потоков данных и синхронизация виртуальной модели с источниками телеметрии</p> <p>Действия обучающихся: Подключение модулей имитации потоковых данных (IoT-датчики скорости, ускорения, температуры, состояния контактной сети). Конфигурирование протоколов обмена данными и настройка шлюзов передачи информации в виртуальную среду. Калибровка временных меток и устранение рассинхронизации между поступающими массивами телеметрии и состоянием модели. Визуализация поступающих потоков данных в реальном времени и настройка пороговых значений для автоматического формирования оповещений о превышении допустимых параметров.</p> <p>Запланированный результат: Настроенный двусторонний канал обмена данными, обеспечивающий стабильную синхронизацию состояния виртуальной модели с имитируемыми показаниями телеметрии, и работающая система мониторинга ключевых параметров в режиме реального времени.</p>
3	<p>Разработка и запуск сценариев движения поездов в штатном и нештатном режимах</p> <p>Действия обучающихся: Формирование графика движения поездов для расчетного участка полигона. Создание сценариев плановых корректировок графика, а также нештатных ситуаций (снижение скорости из-за метеоусловий, временное ограничение движения на перегоне, имитация сбоя в системе автоблокировки). Запуск серии имитационных расчетов в цифровой среде.</p> <p>Регистрация динамических изменений параметров движения, интервалов следования и времени прохождения контрольных точек.</p> <p>Запланированный результат: Серия выполненных расчетов по заданным сценариям с зафиксированными траекториями движения, временными задержками и реакцией системы управления на возмущающие воздействия, готовый для последующего анализа.</p>
4	<p>Проведение предиктивной аналитики и формирование управленческих рекомендаций на основе метрик</p> <p>Действия обучающихся: Обработка полученных результатов моделирования с использованием встроенных инструментов предиктивной аналитики. Расчет ключевых метрик безопасности движения поездов (коэффициент готовности маршрута, вероятность возникновения задержек) и устойчивости перевозочного процесса (удельный расход энергии, коэффициент использования пропускной способности). Построение прогнозов развития ситуации при различных вариантах управленческих решений. Подготовка сводного аналитического отчета с графиками, таблицами и обоснованными рекомендациями по оптимизации процессов движения.</p> <p>Запланированный результат: Сформированный аналитический отчет, содержащий количественную оценку рисков и эффектов по каждому сценарию, визуализированные прогнозы развития ситуации и перечень конкретных управленческих рекомендаций для диспетчерского персонала.</p>

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным 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	1	1

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:

Экзамен в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

старший преподаватель, к.н.
кафедры «Железнодорожные
станции и транспортные узлы»

Ж.. Янев

Согласовано:

Заместитель директора

О.В. Ефимова

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов