

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 специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вагонное хозяйство

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Грузовые вагоны

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: 3331
Подписал: заведующий кафедрой Петров Геннадий Иванович
Дата: 17.04.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины является изучение студентами инфраструктуры вагонного хозяйства, обеспечивающей техническое обслуживание и ремонт парка вагонов, основные функции, показатели качества исполнения функций вагонного хозяйства, а также усвоение методологии оптимизации параметров состояния «Вагонного хозяйства» при соблюдении принципов:

- системности;
- сбалансированности параметров транспортной системы в целом при изменении выходных параметров функционирования рассматриваемого хозяйства железнодорожного транспорта;
- оптимальности.

Основной целью изучения учебной дисциплины является формирование у обучающегося компетенций, необходимых при организации и эффективном функционировании железнодорожного транспорта и системы технического обслуживания и ремонта вагонов; обеспечении заданного уровня надёжности и безопасности вагонов; управлении фактическим состоянием вагонного парка; разработке технических требований на новые и модернизированные конструкции для решения задач профессиональной деятельности следующих типов:

- производственно-технологических
- организационно-управленческих;
- проектно-конструкторских;
- научно-исследовательских.

Дисциплина предназначена для получения знаний и навыков при решении задач профессиональной деятельности в соответствии с типами:

- производственно-технологических:
 - обеспечения эффективной эксплуатации подвижного состава;
 - обеспечения требуемого уровня надёжности и безопасности вагонов;
 - эффективной организации работы предприятий инфраструктуры вагонного хозяйства;
- использования информационной базы отрасли для оценки показателей качества работы предприятий вагонного комплекса,
- организационно-управленческих:
 - организации системы управления техническим состоянием вагонного парка;
 - оценки и оптимизации параметров системы ремонта и технического обслуживания вагонов, нормативного срока службы;

- выработки управленческих решений по переводу вагонного хозяйства в оптимальное состояние;

- организации эффективного исполнения функций предприятий вагонного хозяйства;

- оценки гарантийных участков ПТО с учётом требуемого уровня риска крушений;

проектных:

- разработки технических требований, технических заданий и технических условий на проекты вагонов;

- расчётного обоснования требований надёжности и безопасности конструкций;

- проектирования системы типа «вагон – эксплуатационная среда»;

- обоснования нормативного срока службы вагона;

- оптимизации параметров системы технического обслуживания и ремонта вагонов;

научно-исследовательских:

- исследования показателей надёжности и безопасности, их взаимосвязи и влияния на организацию и параметры системы технического обслуживания и ремонта вагонов;

- построения моделей процессов и решение оптимизационных задач для вагонного хозяйства и железнодорожного транспорта;

- поиска оптимальных параметров состояния железнодорожного транспорта.

Задачи дисциплины:

- изучение трёх составляющих инфраструктуры вагонного комплекса (вагонолинейного хозяйства (ВЛХ)): материально-технической базы для текущего технического содержания и планового ремонта вагонов; системы материально-технического снабжения предприятий ВЛХ; информационные базы транспорта.

- усвоение причин специфики механизма использования по назначению и технического содержания грузовых вагонов, использования упомянутой специфики при разработке математической модели железнодорожного транспорта и ВЛХ;

- приобретение навыков разработки требований к различным узлам конструкции вагона как объекта ремонта, технического обслуживания и контроля технического состояния в условиях ПТО вагонов и планового ремонта, классификация причин транспортных происшествий, требования к количественному показателю безопасности вагона, концепция общесетевой автоматизированной системы контроля (АСК) своевременного обнаружения

опасных повреждений осмотрщиками вагонов;

- изучение: алгоритма анализа основных функций системы управления техническим состоянием вагонов (УТСВ); расчётного обоснования протяжённости гарантийного плеча ПТО вагонов, неснижаемого оборотного фонда запасных частей на складе ремонтного предприятия; методики построения моделей функционирования пункта отцепочного текущего ремонта вагонов и оперативного управления отцепочным ремонтом на крупном полигоне эксплуатации вагонов;

- формирование представлений и знаний о принципах и методах, лежащих в основе разработки математической модели железнодорожного транспорта, оптимизации параметров его состояния, благодаря вспомогательной оптимизационной задаче, позволяющей выйти на получение оптимальных значений: нормативного срока службы вагона; количества капитальных ремонтов за этот срок; структуры каждого ремонтного цикла; величин межремонтных пробегов;

- изучение упрощённой математической модели управления инвестиционной привлекательностью предприятий ВЛХ.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ПК-1 - Способен планировать работы по эксплуатации, техническому обслуживанию, производству и ремонту механизмов и оборудования подвижного состава;

ПК-13 - Способен определять объёмы работ и материальных ресурсов для технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов;

ПК-17 - Имеет навык определять показатели безопасности при эксплуатации грузовых вагонов.

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

Знать:

проблемы и эталонные технологии исполнения основных функций вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

показатели качества исполнения функций вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

основную проблему вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

технологические процессы и организацию технического обслуживания и ремонта подвижного состава как объекта управления;

методику определения потребности в ремонтах крупного объёма в течение интересующего календарного года;

составляющие себестоимости единицы работы вагона;

составляющие расходов на содержание вагона в течение жизненного цикла и модели их изменения;

экономические показатели работы предприятий, необходимые для решения задач оптимизационных задач;

количественные показатели эффективности выполнения основных функций вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

компоненты системы технического обслуживания и ремонта вагонов;

виды и назначение ремонтов;

классификацию систем ремонта;

инфраструктуру вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

организацию и технологии исполнения основных функций вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

методы управления вагонным хозяйством (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

особенности эксплуатации вагонов;

параметры действующей системы технического обслуживания и ремонта вагонов и нормативные значения сроков службы вагонов;

методику получения системы уравнений Колмогорова для систем массового обслуживания;

методы решения оптимизационных задач, в том числе для функций многих переменных и кусочно-непрерывных целевых функции;

вероятностные модели процессов;

место предприятий инфраструктуры вагонного хозяйства в системе обеспечения безопасности движения;

суть проблемы обеспечения безопасности движения в вагонном хозяйстве (вагонном комплексе или вагонно-линейном хозяйстве);

показатели безопасности вагона;

связь показателей надёжности и безопасности вагонов;

понятия опасного отказа, скрытого аварийного состояния, безопасности объекта, возможных способов выхода вагона из скрытого аварийного состояния;

особенности реальной модели эксплуатации вагонов;

математические модели вагонного хозяйства, использующие существующую отраслевую информационную базу;

источники первичной информации об отказах вагонных конструкций, методы, способы, технологии и средства получения, хранения и обработки первичной информации;

вагонные учётные формы и формы отчётов по безопасности движения;

информационные системы вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

требования к информационной базе отрасли;

возможности и перспективы создания стационарных и бортовых систем своевременного обнаружения отказов вагонов;

современные направления развития цифровых технологий, которые могут применяться при создании цифровых двойников вагонов и управлении фактическим техническим состоянием вагонного парка.

Уметь:

решать оптимизационные задачи, обеспечивающие эффективную работу инфраструктуры вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства) и вагонного парка при безусловном обеспечении безопасности движения;

определять оптимальные параметры функционирования предприятий вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

анализировать технологические процессы ремонта и технического обслуживания подвижного состава;

применять алгоритм анализа основных функций вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

оценивать потребность в ремонтах крупного объёма вагонов заданного типа в требуемый период времени;

оценивать себестоимость единицы работы вагона в течение нормативного срока службы;

оценивать стоимостные показатели, используемые в целевых функциях при решении различных оптимизационных задач;

использовать методы экономического и системного анализа для определения производственной мощности и показателей финансово-хозяйственной деятельности предприятий железнодорожного транспорта, в

том числе предприятий по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава;

применять методику оценки необходимой мощности предприятий по ремонту вагонов рассматриваемого типа;

математические модели оптимизации планирования загрузки ремонтных предприятий и оборудования;

оценивать оптимальное количество бригад для ремонта вагонов;

определять показатели работы предприятий вагонного хозяйства (вагонного комплекса или вагонно-линейного хозяйства);

определять оптимальные параметры системы технического обслуживания и ремонта вагонов для заданных условий;

учитывать роль и место средств диагностики и контроля технического состояния элементов вагона в системе управления фактическим техническим состоянием вагона;

применять методы математического анализа при решении проблемных задач;

решать оптимизационные задачи;

определять точку экстремума функции многих переменных;

получать коэффициенты системы уравнений Колмогорова;

получать верхнюю оценку параметра безопасности вагона;

использовать обобщённую методику оценки параметра безопасности вагона;

формировать базу исходных данных для оптимизации параметров системы технического обслуживания и ремонта вагонов;

получать параметры законов распределений случайных величин;

определять законы распределения наработок до обнаружения отказов, наработок работы со скрытым отказом, наработок до появления отказа;

прогнозировать, моделировать и оценивать параметры моделей изменения расходов на техническое обслуживание и текущий ремонт вагона по мере его старения;

формировать базу исходных данных для определения потребности в ремонтах крупного объёма;

использовать знания технологий съёма, хранения и обработки первичной информации о техническом состоянии вагонов.

Владеть:

навыками оценки среднего времени простоя вагона в текущем ремонте;

навыками использования методов оптимизации срока службы;

навыками оптимизации параметров безопасности вагона;

навыками оптимизации системы ремонта вагонов;

навыками определения неснижаемого оборотного фонда запасных частей склада;

навыками оптимизации параметров системы массового обслуживания, гарантийного участка ПТО вагонов;

навыками оценки остаточного срока службы детали и вагона;

навыками оптимизации системы ремонта вагонов;

навыками использования методик и моделей оптимизации работы предприятий вагонного хозяйства при безусловном обеспечении безопасности движения;

навыками получения параметров роста затрат на техническое обслуживание и ремонт вагона по мере его старения.

навыками использования технико-экономических функции при решении оптимизационных задач;

навыками использования методов экономического и системного анализа для определения оптимальных параметров состояния железнодорожного транспорта;

навыками определения потребности в плановых ремонтах крупного объёма с помощью графического и аналитического методов;

навыками применения методов математического анализа и моделирования;

навыками применения методов теории вероятностей и моделирования процессов и явлений;

навыками применения методов теоретического и экспериментального исследования;

основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации о техническом состоянии вагонов, навыками работы с компьютером как средством управления информацией;

навыками работы с информацией: получения вероятностных моделей для оценки показателей надёжности, безопасности и качества;

навыками формирования базы исходных данных для решения практических задач;

методами анализа показателей безопасности и надёжности подвижного состава;

навыками использования первичной информации о техническом состоянии вагона для организации работы предприятий вагонного комплекса и управления вагонным парком.

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 №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	80
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	48	48

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 28 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>Инфраструктура вагонного хозяйства и общие вопросы эксплуатации грузовых вагонов. Особенности эксплуатации и системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности эксплуатации грузовых вагонов; - история развития вагонного хозяйства и подвижного состава; - особенности обезличенной формы эксплуатации грузовых вагонов; - унификация и стандартизация в вагонном хозяйстве;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - основная проблема вагонного хозяйства; - место вагонного хозяйства в структуре железнодорожного транспорта; - основные функции вагонного хозяйства.
2	<p>Инфраструктура вагонного хозяйства и общие вопросы эксплуатации грузовых вагонов. Терминология</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие система технического обслуживания и ремонта; - понятие техническое обслуживание, ремонт; - виды ремонтов; - стратегии проведения ремонта; - эталонная стратегия системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов; - нормативные документы, регламентирующие систему технического обслуживания и ремонта; - обеспечение безопасной эксплуатации вагонов; - живучесть, надёжность, безопасность; - эшелонированная система защиты от крушений и аварий.
3	<p>Инфраструктура вагонного хозяйства и общие вопросы эксплуатации грузовых вагонов. Инфраструктура вагонного хозяйства и система управления</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - линейные предприятия вагонного комплекса; - структура ВЧД-Э - устройство и оборудование ПТО; - устройство и оборудование ПОР; - устройство и оборудование МПРВ; - устройство и оборудование ППВ; - устройство и оборудование ВЧД-Р; - структура системы управления вагонным хозяйством; - система материально-технического снабжения вагонного хозяйства; - информационная база вагонного хозяйства.
4	<p>Анализ функций вагонного хозяйства. Анализ первой функции вагонного хозяйства</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - система своевременного выявления отказов и повреждений вагонов в эксплуатации; - автоматизированные средства контроля технического состояния вагонов; - технология исполнения функции; - типовой технологический процесс осмотра состава поезда в парке прибытия; - позиционный контроль технического состояния вагонов на ПТО; - гарантийный участок ПТО; - необходимость повышения гарантийных участков ПТО; - показатели качества исполнения функции; - проблемы исполнения функции; - эталонная технология исполнения функции.
5	<p>Анализ функций вагонного хозяйства. Анализ второй функции вагонного хозяйства</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техническое обслуживание и текущий ремонт вагонов в пути следования; - технология исполнения функции; - типовой технологический процесс обработки состава в парке отправления; - показатели качества исполнения функции; - проблемы исполнения функции;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- эталонная технология исполнения функции.
6	<p>Анализ функций вагонного хозяйства. Анализ третьей функции вагонного хозяйства</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - подготовка вагонов к перевозкам; - технология исполнения функции; - типовой технологический процесс подготовки цистерны под налив на промывочно-пропарочной станции; - показатели качества исполнения функции; - проблемы исполнения; - эталонная технология исполнения функции.
7	<p>Анализ функций вагонного хозяйства. Анализ четвертой функции вагонного хозяйства</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ремонт вагонов крупного объёма; - периодичность проведения; - документы, регламентирующие исполнение функции; - нормативный срок службы вагона; - технология исполнения функции; - типовой технологический процесс ремонта вагонов в вагонных ремонтных депо; - показатели качества исполнения функции; - проблемы исполнения функции; - эталонная технология исполнения функции.
8	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Расчётное обоснование гарантийного участка ПТО</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вербальная модель работы системы своевременного обнаружения опасных отказов; - объект оптимизации; - вывод выражения целевой функции задачи оптимизации; - неслучайные параметры целевой функции; - случайные параметры целевой функции; - формулировка задачи; - технология получения результата решения оптимизационной задачи.
9	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Расчётное обоснование периодичности проведения глубоких диагностик</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - упрощённая методика оценки периодичности проведения глубоких диагностик; - порядок нормирования списка опасных отказов вагонов; - статистическая обработка результатов эксплуатационных наблюдений; - математические модели опасных отказов; - допущения и ограничения упрощённой методики определения параметра безопасности вагона.
10	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Оценка остаточного ресурса деталей на основе индивидуальных и вероятностных моделей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - остаточный ресурс; - моделирование износных контролепригодных отказов; - определение остаточного индивидуального ресурса элементов вагонных конструкций; - моделирование внезапных, неконтролируемых отказов; - определение остаточного ресурса деталей при различных моделях отказов; - определение возможности постановки деталей на вагон при выпуске из текущего и планового ремонта при агрегатной форме; - управление рисками и определение периодичности проведения глубоких диагностик с учётом остаточного ресурса деталей.
11	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Обобщённая методика определения параметра безопасности вагона</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - характер и природа целевой функции; - стратегия технического содержания вагона; - граф перехода состояний; - структура исходных данных; - допущения; - вывод формулы целевой функции; - оптимизация и практическая реализация методики оптимизации параметра безопасности вагона.
12	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Математические модели оптимизации параметров организации второй функции</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные положения теории систем массового обслуживания; - математическая модель функционирования пункта отцепочного ремонта.
13	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Математическая модель и оптимизация количества ремонтных бригад на ПТО</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическая модель оптимизации количества ремонтных бригад на ПТО; - приведение неординарного потока событий к ординарному; - целевая функция и постановка задачи.
14	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Расчётное обоснование неснижаемого оборотного фонда запасных частей на складе ремонтного предприятия</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - математическая модель работы склада ПТО; - входящий поток, дисциплина обслуживания, условия безаварийной работы склада ПТО; - целевая функция оптимизационной задачи и её вывод при поштучном пополнении склада; - система уравнений Колмогорова; - методика определения коэффициентов системы уравнений; - технология решения задачи.
15	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Оптимизация работы склада при пакетном пополнении склада</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - модель пополнения склада пакетами; - система массового обслуживания с приоритетами; - вывод системы уравнений Колмогорова; - пример решения задачи оптимизации.
16	<p>Математические модели и алгоритмы оптимизации исполнения функций вагонного хозяйства. Оптимизация нормативного срока службы и системы технического обслуживания и ремонта вагонов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - объект оптимизации; - математический аналог системы ремонта; - требования к системе ремонта и методике её оптимизации; - математическая формулировка задачи; - ограничения целевой функции; - структура базы исходных данных; - целевая функция и обоснование существования её минимума; - методика оценки параметров роста затрат на техническое обслуживание и текущие ремонты вагонов по мере старения; - алгоритм решения оптимизационной задачи.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Упрощённая оценка нормативного срока службы подвижного состава</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения нормативного (назначенного) срока службы подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие нормативного срока службы техники и отличие от показателей долговечности; - целевая функция и составляющие упрощённой методики оценки нормативного срока службы; - автоматизация решения упрощённой оптимизационной задачи; - исследование модели и оценка связей параметров конструкции, оптимального нормативного срока службы и себестоимости содержания техники.
2	<p>Упрощённая оценка срока замены техники по моральному износу</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения нормативного (назначенного) срока службы подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятие морального износа; - технология учёта морального износа при оптимизации срока службы техники; - автоматизация решения оптимизационной задачи; - исследование модели расчёта оптимального срока замены техники по моральному износу.
3	<p>Оптимизация системы ремонта вагона по экономическому критерию</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения нормативного срока службы вагона по экономическому критерию.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятия системы технического обслуживания и ремонта вагонов, ремонтный цикл, межремонтный период, математический аналог системы ремонта вагона, классификация ремонтов, стратегия ремонта;

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - составляющие расходов на соедержание вагонов: суммарные и удельные расходы и их изменение в пределах межремонтного периода, ремонтного цикла, срока службы; - обоснование существования экстремума целевой функции задачи оптимизации; - методика решения оптимизационной задачи на условный экстремум при заданной структуре системы ТОиР; - рекуррентные формулы для решения оптимизационной задачи по выбору оптимальной системы ТОиР и её параметров по экономическому критерию.
4	<p>Исследование математической модели оптимизации системы ремонта вагона по экономическому критерию</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения нормативного срока службы вагона по экономическому критерию.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятия системы технического обслуживания и ремонта вагонов, ремонтный цикл, межремонтный период, математический аналог системы ремонта вагона; - составляющие расходов на соедержание вагонов: суммарные и удельные расходы и их изменение в пределах межремонтного периода, ремонтного цикла, срока службы; - обоснование существования экстремума целевой функции задачи оптимизации; - методика решения оптимизационной задачи на условный экстремум при заданной структуре системы ТОиР; - рекуррентные формулы для решения оптимизационной задачи по выбору оптимальной системы ТОиР и её параметров по экономическому критерию; - расчёт параметров оптимальной системы ремонта вагона по экономическому критерию; - автоматизация расчётов и исследование математической модели оптимизации.
5	<p>Оценка параметра безопасности вагона</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения показателей безопасности конструкций вагонов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - упрощённая методика получения нижней оценки параметра безопасности вагона; - автоматизация расчёта параметра безопасности вагона заданной модели; - исследование влияния характеристик вагонов и параметров вагонного хозяйства на показатель безопасности вагонов.
6	<p>Исследование методики оптимизации гарантийного участка ПТО</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения параметра безопасности вагона.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автоматизация расчёта гарантийного участка ПТО; - исследование влияния параметров конструкции вагона и линейных предприятий на величину гарантийного участка ПТО; - определение направлений совершенствования конструкций вагонов и работы линейных предприятий для повышения безостановочного движения поезда.
7	<p>Обработка результатов эксплуатационных испытаний для получения вероятностных моделей опасных отказов</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации периодичности проведения глубоких диагностик вагонов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - получение точечных оценок параметров закона распределения модели отказа элемента вагонных конструкций на основе данных эксплуатационных испытаний; - расчёт критериев согласия; - обработка результатов эксплуатационных испытаний для получения вероятностных моделей опасных отказов.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
8	<p>Исследование методики оценки потребности в глубоких диагностиках вагонов рассматриваемого типа</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения потребности в плановых ремонтах вагонов рассматриваемого типа.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - автоматизация расчёта потребности в ремонтах для заданного типа вагона; - исследование методики оценки потребности в глубоких диагностиках вагонов рассматриваемого типа.
9	<p>Исследование методики оптимизации нормативного срока службы вагона и параметров системы технического обслуживания и ремонта</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров системы ремонта вагонов рассматриваемого типа.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - алгоритм расчёта и пример оптимизации нормативного срока службы и параметров системы технического обслуживания и ремонта вагона, как единой задачи; - расчёт оптимального нормативного срока службы и параметров системы ремонта для вагона заданного типа.
10	<p>Исследование методики оптимизации нормативного срока службы вагона и параметров системы технического обслуживания и ремонта</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров системы ремонта вагонов рассматриваемого типа.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - исследование методики оптимизации нормативного срока службы вагона и параметров системы технического обслуживания и ремонта и определение исходных данных на результаты.
11	<p>Системы массового обслуживания. Моделирование работы склада ремонтного предприятия</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров работы предприятий вагонного комплекса на основе вероятностных моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методика определения параметров входящего потока и закона обслуживания; - методика оптимизации параметров склада при поштучном пополнении; - расчёт оптимальных параметров склада ремонтного предприятия, автоматизация расчётов.
12	<p>Системы массового обслуживания. Моделирование работы склада ремонтного предприятия</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров работы предприятий вагонного комплекса на основе вероятностных моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизация параметров склада при пакетном пополнении; - решение оптимизационной задачи для определения параметров склада ремонтного предприятия при пакетном пополнении и автоматизация расчётов.
13	<p>Системы массового обслуживания. Моделирование работы пункта отцепочного ремонта</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров работы предприятий вагонного комплекса на основе вероятностных моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизация параметров пункта отцепочного ремонта; - решение оптимизационной задачи для определения параметров пункта отцепочного ремонта и автоматизация расчётов.
14	<p>Системы массового обслуживания. Моделирование работы бригад пункта текущего</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	<p>ремонта</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров работы предприятий вагонного комплекса на основе вероятностных моделей.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оптимизация числа бригад пункта текущего ремонта; - решение оптимизационной задачи для определения числа бригад ремонтного предприятия и автоматизация расчётов.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Определение параметров работы вагонного хозяйства железнодорожного участка</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки применения детерминированных зависимостей на железнодорожном транспорте. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчёт общего пробега вагонов по участкам отделения дороги; - расчёт полного рейса вагона на отделении дороги; - расчёт вагонного плеча; - расчёт коэффициента местной работы на отделении дороги; - расчёт оборота вагона на отделении дороги; - расчёт среднесуточного рабочего парка вагонов; - расчёт среднесуточного наличного парка вагонов; - расчёт количества порожних вагонов, требующих подготовки к перевозкам; - расчёт количества вагонов под сдвоенные опрации; - расчёт ожидаемого количества вагонов, требующих ТР-1; - расчёт ожидаемого количество вагонов, требующих ТР-2; - расчёт ожидаемого количества вагонов, требующих планового ремонта; - расчёт параметров работы вагонного хозяйства железнодорожного участка и их автоматизация.
2	<p>Исследование типовой методики определения параметров функционирования вагонных линейных предприятий железнодорожного участка</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки применения детерминированных зависимостей при организации работы предприятий вагонного комплекса:</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчёт параметров пунктов подготовки вагонов к перевозкам на сортировочной станции и в местах массовой погрузки; - расчёт параметров ПТО сортировочной станции; - расчёт параметров ПТО участковой станции; - расчёт параметров контрольных постов участковой станции; - расчёт параметров механизированного пункта текущего ремонта вагонов; - расчёт параметров пункта текущего отцепочного ремонта сортировочной станции; - применение методики определения параметров функционирования вагонных линейных предприятий железнодорожного участка.
3	<p>Анализ ремонтпригодности конструкции применительно к текущему техническому содержанию</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения технологии анализа ремонтпригодности вагонных конструкций в условиях текущего технического содержания; - работы с нормативными документами по текущему техническому содержанию вагонов;

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	- обоснования направлений повышения уровня ремонтпригодности вагонных конструкций.
4	<p>Оптимизация системы ремонта вагона по экономическому критерию В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения нормативного срока службы вагона по экономическому критерию. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - понятия системы технического обслуживания и ремонта вагонов, ремонтный цикл, межремонтный период, математический аналог системы ремонта вагона, классификация ремонтов, стратегия ремонта; - составляющие расходов на содержание вагонов: суммарные и удельные расходы и их изменение в пределах межремонтного периода, ремонтного цикла, срока службы; - обоснование существования экстремума целевой функции задачи оптимизации; - методика решения оптимизационной задачи на условный экстремум при заданной структуре системы ТОиР; - рекуррентные формулы для решения оптимизационной задачи по выбору оптимальной системы ТОиР и её параметров по экономическому критерию.
5	<p>Безопасность вагона и показатели безопасности В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения свойства безопасности вагонов. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация случаев нарушений безопасности движения на железнодорожном транспорте; - классификация отказов по системе КАС АНТ; - понятия безопасности, опасного отказа, аварийного состояния вагона, скрытого аварийного состояния; - глубокоэшелонированная защита от аварий и крушений; - характеристики вагонов и вагонного хозяйства, влияющие на безопасность движения.
6	<p>Методика оптимизации гарантийного участка ПТО В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения параметра безопасности вагонов. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вывод методики оценки гарантийных участков ПТО; - расчёт гарантийного участка ПТО; - расчёт уровня рисков при фиксированном значении гарантийного участка ПТО.
7	<p>Теория систем массового обслуживания В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров функционирования вагонных предприятий с использованием теории систем массового обслуживания. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применение теории систем массового обслуживания для оптимизации работы склада депо.
8	<p>Обработка результатов эксплуатационных испытаний для получения вероятностных моделей опасных отказов В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации периодичности проведения глубоких диагностик вагонов. Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - получение точечных оценок параметров закона распределения модели отказа элемента вагонных конструкций на основе данных эксплуатационных испытаний; - расчёт критериев согласия; - обработка результатов эксплуатационных испытаний для получения вероятностных моделей опасных отказов.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Отработка контрольных вопросов аттестации по конспектам лекций и литературе
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Оптимизация нормативного срока службы вагона;

Оптимизация параметров системы технического обслуживания и ремонта вагона;

Определение оборотного фонда запасных частей ремонтного предприятия;

Определение параметров ПТО;

Оптимизация гарантийного участка ПТО;

Определение параметров работы вагонного хозяйства на участке дороги;

Определение параметров работы эксплуатационного вагонного депо.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Методические основы разработки системы управления техническим состоянием вагонов: учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Иванов А. А. и др. ; под ред. П. А. Устича. - Москва: Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2015. - 661 с. ISBN 978-5-89035-832-5	https://umczdt.ru/read/225900/?page=1 (требуется регистрация). (дата обращения: 02.03.2023 г.). -Текст: электронный.

2	<p>Вагонное хозяйство : учебник для вузов ж.-д. транспорта / П.А. Устич, И.И. Хаба, В.А. Ивашов и др. ; Под ред. П.А. Устича. - М. : Маршрут, 2003. - 560 с. - ISBN 5-89035-082-X</p>	<p>Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.26); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)</p>
3	<p>Оценка сроков службы машин по физическому и моральному износам на примере подвижного состава : учебно-метод. пособие к практ. занятиям по дисц. "Вагонное хозяйство", "Пассажирское вагонное хозяйство" для студ. спец. "Подвижной состав железных дорог" специализаций: "Вагоны", "Грузовые вагоны", "Пассажирские вагоны" / А. А. Иванов, П. А. Устич, С. С. Андриянов. - М. : РУТ(МИИТ), 2019. - 32 с.</p>	<p>НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6), http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-1082.pdf. (дата обращения: 02.03.2023 г.). -Текст: электронный.</p>
4	<p>Определение параметров безопасности грузового вагона : метод. указ. к практ. занятиям по дисц. "Вагонное хозяйство" для студ. спец. "Вагоны" / А.А. Иванов, П.А. Устич. - М. : МИИТ, 2009. - 40 с.</p>	<p>http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/03-19176.pdf. (дата обращения: 02.03.2023 г.). -Текст: электронный.</p>

5	<p>Расчётное обоснование оптимальных параметров системы ремонта грузовых вагонов : методические указания к практическим занятиям по дисц. "Вагонное хозяйство" для студ. спец. "Подвижной состав железных дорог" специализации "Вагоны" / А. А. Иванов, А. А. Салтыкова, П. А. Устич. - М. : МГУПС(МИИТ), 2015. - 42 с.</p>	<p>http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35416.pdf. (дата обращения: 02.03.2023 г.). -Текст: электронный.</p>
6	<p>Экономический расчет периодичности плановых ремонтов грузовых вагонов : метод. указания к практич. занятиям по дисц. "Вагонное хозяйство" для спец. "Вагоны" / А.А. Иванов, И.В. Плотников, П.А. Устич. - М. : МИИТ, 2006. - 44 с.</p>	<p>http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35416.pdf. (дата обращения: 02.03.2023 г.). -Текст: электронный.</p>
7	<p>Научные основы проектирования системы "Вагон-среда" : учебное пособие / П.А.Устич, В.М.Макухин, В.М.Меланин. - М. : МИИТ, 1996. - 214 с.</p>	<p>НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)</p>
8	<p>Надежность рельсового нетягового подвижного состава :</p>	<p>НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)</p>

	учебник для вузов ж.-д. транспорта. / П.А. Устич, В.А. Карпычев, М.Н. Овечников ; Под ред. П.А. Устича. - М. : ИГ "Вариант", 1999. - 416 с.	
9	Оценка показателей надёжности вагонов : методические указания к практическим занятиям по дисц. "Надёжность подвижного состава" для студ. спец. "Подвижной состав железных дорог" специализации "Вагоны" / А. А. Иванов, П. А. Устич. - М. : МГУПС(МИИТ), 2015. - 44 с.	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
10	Вагонное хозяйство : учеб. пособие для вузов / В.И. Гридюшко, Н.З. Криворучко, В.П. Бугаев ; Под ред. В.И. Гридюшко, Ю.С. Подшивалова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1988. - 295 с. ISBN 5-277-00001-1	НТБ (уч.1); НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)

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

Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ (<http://library.miiit.ru/>)

Информационно-справочный портал Проект Российской государственной библиотеки для молодежи (<http://www.library.ru/>)

Информационный портал нормативных документов ОАО «РЖД»

(<http://rzd.ru/>)

База нормативных документов (ГОСТ) (<https://docs.cntd.ru/document/>)

Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru/>);

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант»;

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>);

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>);

Электронно-библиотечная система «Академия» (<http://academia-moscow.ru/>);

Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» (<http://www.book.ru/>);

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com/>);

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

1. Операционная система Microsoft Windows;

2. Microsoft Internet Explorer (или другой браузер);

3. Microsoft Office 365;

4. Система автоматизированного проектирования Autocad;

5. Система автоматизированного проектирования Компас;

6. Специализированная программа Mathcad;

7. При проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта.

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

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

2. Помещения для проведения практических занятий, оснащенные следующим оборудованием: проектором, маркерной доской, рабочее место преподавателя, рабочее место студента (системный блок, монитор, периферия).

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Курсовой проект в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство»

А.А. Иванов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВВХ
Председатель учебно-методической
комиссии

Г.И. Петров

С.В. Володин