

**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: 03.03.2022

## 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 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	68	68
В том числе:		
Занятия лекционного типа	34	34
Занятия семинарского типа	34	34

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 76 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"> <li>- особенности эксплуатации грузовых вагонов;</li> <li>- история развития вагонного хозяйства и подвижного состава;</li> <li>- особенности обезличенной формы эксплуатации грузовых вагонов;</li> <li>- унификация и стандартизация в вагонном хозяйстве;</li> </ul>

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

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

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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- система массового обслуживания с приоритетами;</li> <li>- вывод системы уравнений Колмогорова;</li> <li>- пример решения задачи оптимизации.</li> </ul>
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"> <li>- объект оптимизации;</li> <li>- математический аналог системы ремонта;</li> <li>- требования к системе ремонта и методике её оптимизации;</li> <li>- математическая формулировка задачи;</li> <li>- ограничения целевой функции;</li> <li>- структура базы исходных данных;</li> <li>- целевая функция и обоснование существования её минимума;</li> <li>- методика оценки параметров роста затрат на техническое обслуживание и текущие ремонты вагонов по мере старения;</li> <li>- алгоритм решения оптимизационной задачи.</li> </ul>
17	<p>Новые подходы к проектированию вагонов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемы разбалансировки параметров конструкции вагона и его эксплуатационной среды;</li> <li>- понятие эксплуатационной среды;</li> <li>- традиционная технология проектирования вагонов, системы ремонта и назначения сроков службы вагонов;</li> <li>- оптимизация системы "Вагон-эксплуатационная среда". Методика оптимизации.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### 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"> <li>- расчёт общего пробега вагонов по участкам отделения дороги;</li> <li>- расчёт полного рейса вагона на отделении дороги;</li> <li>- расчёт вагонного плеча;</li> <li>- расчёт коэффициента местной работы на отделении дороги;</li> <li>- расчёт оборота вагона на отделении дороги;</li> <li>- расчёт среднесуточного рабочего парка вагонов;</li> <li>- расчёт среднесуточного наличного парка вагонов;</li> <li>- расчёт количества порожних вагонов, требующих подготовки к перевозкам;</li> <li>- расчёт количества вагонов под двоянные операции;</li> <li>- расчёт ожидаемого количества вагонов, требующих ТР-1;</li> <li>- расчёт ожидаемого количества вагонов, требующих ТР-2;</li> <li>- расчёт ожидаемого количества вагонов, требующих планового ремонта;</li> <li>- расчёт параметров работы вагонного хозяйства железнодорожного участка и их автоматизация.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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"> <li>- расчёт параметров пунктов подготовки вагонов к перевозкам на сортировочной станции и в местах массовой погрузки;</li> <li>- расчёт параметров ПТО сортировочной станции;</li> <li>- расчёт параметров ПТО участковой станции;</li> <li>- расчёт параметров контрольных постов участковой станции;</li> <li>- расчёт параметров механизированного пункта текущего ремонта вагонов;</li> <li>- расчёт параметров пункта текущего отцепочного ремонта сортировочной станции;</li> <li>- применение методики определения параметров функционирования вагонных линейных предприятий железнодорожного участка.</li> </ul>
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"> <li>- применения технологии анализа ремонтпригодности вагонных конструкций в условиях текущего технического содержания;</li> <li>- работы с нормативными документами по текущему техническому содержанию вагонов;</li> <li>- обоснования направлений повышения уровня ремонтпригодности вагонных конструкций.</li> </ul>
4	<p>Анализ ремонтпригодности конструкции применительно к плановому ремонту</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения технологии анализа ремонтпригодности вагонных конструкций в условиях ремонта крупного объёма (планового ремонта);</li> <li>- работы с нормативными документами по депоскому и капитальному ремонту вагонов;</li> <li>- обоснования направлений повышения уровня ремонтпригодности вагонных конструкций.</li> </ul>
5	<p>Упрощённая оценка нормативного срока службы</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения нормативного (назначенного) срока службы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие нормативного срока службы техники и отличие от показателей долговечности;</li> <li>- цельная функция и составляющие упрощённой методики оценки нормативного срока службы;</li> <li>- решение упрощённой оптимизационной задачи;</li> <li>- определение оптимального значения себестоимости работы техники по упрощённой методике.</li> </ul>
6	<p>Исследование модели расчёта оптимального срока замены техники по моральному износу</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения предельного состояния конструкции по моральному износу.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие морального износа;</li> <li>- технология учёта морального износа при оптимизации срока и службы техники;</li> <li>- технология решения оптимизационной задачи;</li> <li>- исследование модели расчёта оптимального срока замены техники по моральному износу.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
7	<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"> <li>- понятия системы технического обслуживания и ремонта вагонов, ремонтный цикл, межремонтный период, математический аналог системы ремонта вагона;</li> <li>- составляющие расходов на содержание вагонов: суммарные и удельные расходы и их изменение в пределах межремонтного периода, ремонтного цикла, срока службы;</li> <li>- обоснование существования экстремума целевой функции задачи оптимизации;</li> <li>- методика решения оптимизационной задачи на условный экстремум при заданной структуре системы ТОиР;</li> <li>- рекуррентные формулы для решения оптимизационной задачи по выбору оптимальной системы ТОиР и её параметров по экономическому критерию;</li> <li>- расчёт параметров оптимальной системы ремонта вагона по экономическому критерию.</li> </ul>
8	<p>Оценка параметра безопасности вагона</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения свойства безопасности вагонов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификация случаев нарушений безопасности движения на железнодорожном транспорте;</li> <li>- классификация отказов по системе КАС АНТ;</li> <li>- понятия безопасности, опасного отказа, аварийного состояния вагона, скрытого аварийного состояния;</li> <li>- глубокоэшелонированная защита от аварий и крушений;</li> <li>- характеристики вагонов и вагонного хозяйства, влияющие на безопасность движения;</li> <li>- упрощённая методика получения нижней оценки параметра безопасности вагона;</li> <li>- расчёт параметра безопасности вагона заданной модели.</li> </ul>
9	<p>Исследование методики оптимизации гарантийного участка ПТО</p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для определения параметра безопасности вагонов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вывод методики оценки гарантийных участков ПТО;</li> <li>- расчёт гарантийного участка ПТО;</li> <li>- расчёт уровня рисков при фиксированном значении гарантийного участка ПТО;</li> <li>- исследование методики оптимизации гарантийного участка ПТО и определение направлений совершенствования конструкций вагонов и вагонного хозяйства для повышения гарантийного участка.</li> </ul>
10	<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"> <li>- пример графического метода оценки потребности в плановых ремонтах вагонов рассматриваемого типа (для систем ремонта с кратными годам периодами, для систем с некратными годам периодами);</li> <li>- расчёт потребности в ремонтах для заданного типа вагона;</li> <li>- исследование методики оценки потребности в глубоких диагностиках вагонов рассматриваемого типа.</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
11	<p><b>Исследование методики оптимизации системы массового обслуживания</b></p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров функционирования предприятий вагонного хозяйства.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применение теории систем массового обслуживания для оптимизации работы склада депо;</li> <li>- расчёт оптимальных параметров склада депо;</li> <li>- исследование методики оптимизации системы массового обслуживания.</li> </ul>
12	<p><b>Исследование методики оптимизации периодичности проведения глубоких диагностик</b></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"> <li>- рассмотрение обобщённой методики оптимизации периодичности проведения глубоких диагностик вагона;</li> <li>- расчёт оптимальной периодичности проведения глубоких диагностик вагона;</li> <li>- расчёт остаточного ресурса деталей вагона на основе вероятностных моделей их отказа;</li> <li>- исследование методики оптимизации периодичности проведения глубоких диагностик.</li> </ul>
13	<p><b>Обработка результатов эксплуатационных испытаний для получения вероятностных моделей опасных отказов</b></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"> <li>- получение точечных оценок параметров закона распределения модели отказа элемента вагонных конструкций на основе данных эксплуатационных испытаний;</li> <li>- расчёт критериев согласия;</li> <li>- обработка результатов эксплуатационных испытаний для получения вероятностных моделей опасных отказов.</li> </ul>
14	<p><b>Исследование методики оптимизации нормативного срока службы вагона и параметров системы технического обслуживания и ремонта</b></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"> <li>- алгоритм расчёта и пример оптимизации нормативного срока службы и параметров системы технического обслуживания и ремонта вагона, как единой задачи;</li> <li>- расчёт оптимального нормативного срока службы и параметров системы ремонта для вагона заданного типа;</li> <li>- исследование методики оптимизации нормативного срока службы вагона и параметров системы технического обслуживания и ремонта и определение исходных данных на результаты.</li> </ul>
15	<p><b>Исследование методики оценки качества плановых ремонтов.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассмотрение методики оценки качества ремонтов крупного объёма;</li> <li>- расчёт показателей качества плановых ремонтов для системы заданной структуры;</li> <li>- исследование методики оценки качества плановых ремонтов.</li> </ul>
16	<p><b>Оптимизация параметров работы склада при поштучном пополнении</b></p> <p>В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	параметров работы предприятий вагонного комплекса. Рассматриваемые вопросы: - расчёт оптимальных параметров склада ремонтного предприятия, автоматизация расчётов; - методика оптимизации параметров склада при поштучном пополнении.
17	<b>Оптимизация параметров склада при пакетном пополнении</b>  В результате занятия будут сформированы умения и навыки, необходимые для оптимизации параметров работы предприятий вагонного комплекса. Рассматриваемые вопросы: - решение оптимизационной задачи для определения параметров склада ремонтного предприятия при пакетном пополнении склада; - оптимизация параметров склада при пакетном пополнении.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Подготовка к защите курсового проекта
3	Отработка контрольных вопросов аттестации по конспектам лекций и литературе
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	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	<a href="https://umczdt.ru/read/225900/?page=1">https://umczdt.ru/read/225900/?page=1</a> (требуется регистрация). (дата обращения: 02.11.2022 г.). -Текст: электронный.

	<p>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</p>	
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.</p>	<p>НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.6), <a href="http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-1082.pdf">http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-1082.pdf</a>. (дата обращения: 02.11.2022 г.). -Текст: электронный.</p>

	Иванов, П. А. Устич, С. С. Андриянов. - М. : РУТ(МИИТ), 2019. - 32 с.	
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><a href="http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/03-19176.pdf">http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/03-19176.pdf</a>. (дата обращения: 02.11.2022 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><a href="http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35416.pdf">http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35416.pdf</a>. (дата обращения: 02.11.2022 г.). -Текст: электронный.</p>
6	<p>Экономический расчет периодичности плановых ремонтов грузовых вагонов : метод. указания к практич. занятиям по дисц. "Вагонное хозяйство" для спец.</p>	<p><a href="http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35416.pdf">http://195.245.205.171:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/04-35416.pdf</a>. (дата обращения: 02.11.2022 г.). -Текст: электронный.</p>

	"Вагоны" / А.А. Иванов, И.В. Плотников, П.А. Устич. - М. : МИИТ, 2006. - 44 с.	
7	Научные основы проектирования системы "Вагон-среда" : учебное пособие / П.А.Устич, В.М.Макухин, В.М.Меланин. - М. : МИИТ, 1996. - 214 с.	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
8	Надежность рельсового нетягового подвижного состава : 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.	НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)
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.	НТБ (уч.1); НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)

<p>Гридюшко, Ю.С. Подшивалова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1988. - 295 с. ISBN 5-277- 00001-1</p>	
---	--

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