

**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)**

**Конструирование и расчёт вагонов**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Пассажирские вагоны

Форма обучения: Очно-заочная

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: 31.03.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины "Конструирование и расчет вагонов" является подготовка специалистов, знающих устройство и принципы конструирования вагонов и владеющих методами разработки предпроектной документации, проектирования и расчета их узлов и конструкций в целом, экспертизы проектных решений. Она относится к числу дисциплин базовой части профессионального цикла и взаимосвязана с дисциплинами: "Общий курс железнодорожного транспорта", "Сопротивление материалов", "Подвижной состав железных дорог", "Основы механики подвижного состава" и "Математические модели вагонов"

Основной целью изучения учебной дисциплины «Конструирование и расчет вагонов» является формирование у обучающегося компетенций в области различных подходов к конструированию, оценке технических и технико-экономических параметров подвижного состава железных дорог, необходимых при эксплуатации, техническом обслуживании, проектировании, производстве, испытаниях, модернизации подвижного состава (автономных локомотивов, моторвагонного подвижного состава, вагонов различного типа и назначения, электровозов, электроподвижного состава метрополитена) для следующих видов деятельности:

- производственно-технологической;
- проектно-конструкторской;
- научно-исследовательской.

Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

- производственно-технологическая:

- использования типовых методов расчёта показателей, влияющих на безопасность эксплуатации подвижного состава в целом и отдельных его элементов.

- проектно-конструкторская деятельность:

- разработки технических требований, технических заданий и технических условий на проекты технологических машин, подвижного состава или его узлов, технологических процессов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к этим элементам нормативной документацией.

- научно-исследовательская деятельность:

- научных исследований в области эксплуатации и производства подвижного состава железнодорожного транспорта, поиска и проверки новых технических решений по совершенствованию подвижного состава.

## 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;

**ОПК-4** - Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов;

**ПК-3** - Способен участвовать в подготовке проектов объектов подвижного состава и технологических процессов;

**ПК-11** - Способен применять расчётные и экспериментальные методы при создании новых образцов техники и технологического оборудования.

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

### **Знать:**

устройство вагонов и взаимодействие их узлов и деталей; умеет различать типы вагонов, ориентироваться в их технических характеристиках, определяет требования к конструкциям вагонов

### **Уметь:**

определять параметры вагонов, показатели качества и безопасности конструкций кузовов и узлов грузовых и пассажир-ских вагонов при действии основных нагрузок с использованием компьютерных технологий

### **Владеть:**

основными характеристиками эксплуатируемого и нового вагонного парка, методами расчета и нормирования сил, действующих на вагон, методами расчета напряжений и запасов прочности, методами анализа конструкций, прочности и надежности вагонов и их узлов, основными положениями конструкторской и технологической подготовки производства вагонов

## 3. Объем дисциплины (модуля).

### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 з.е. (288 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	№10
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	32	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	48	16	32

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 192 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	Общие вопросы подготовки к проектным и экспертным работам Рассматриваемые вопросы: - исходные данные для проектирования; - ограничения и критерии оценки технических решений.
2	Расчетные режимы "Норм расчета и проектирования вагонов..." и их содержание. Нагрузки на вагон Рассматриваемые вопросы: - порядок применения расчетных режимов; - условия обеспечения прочности и безопасности движения.
3	Материалы, применяемые в вагоностроении, их характеристики, допускаемые напряжения Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- классификация материалов для вагоностроения; - применимость их в тех или иных конструкциях.
4	<p>Геометрические характеристики вагонов и их роль в формировании экспертных заключений и принятии проектных решений</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Линейные размеры вагона и их связь с ограничениями, накладываемыми на конструкцию вагона по</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- габаритам;</li> <li>- проходу кривых;</li> <li>- сцепляемости.</li> </ul>
5	<p>Общее устройство кузовов, нагрузки на различные кузова. Виды применяемых для кузовов прочностных расчетов</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- компоновки кузовных конструкций;</li> <li>- нагрузки, действующие на кузова вагонов;</li> <li>- типовые расчетные схемы кузовов.</li> </ul>
6	<p>Кузова крытых и рефрижераторных вагонов их основные рабочие элементы и нагрузки на них. Расчеты прочности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности конструкции крытых и рефрижераторных вагонов;</li> <li>- нагрузки действующие на эти кузова;</li> <li>- критерии прочности и безопасности движения применительно к этим конструкциям;</li> <li>- расчетные схемы для оценки качеств кузовов.</li> </ul>
7	<p>Кузова полувагонов и платформ. Особенности устройства. Нагрузки и расчеты на соответствие требованиям "Норм..." по прочности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности конструкции вагонов-платформ;</li> <li>- нагрузки действующие на эти кузова;</li> <li>- критерии прочности и безопасности движения применительно к этим конструкциям;</li> <li>- расчетные схемы для оценки качеств кузовов.</li> </ul>
8	<p>Кузова вагонов-цистерн, особенности устройства, нагрузки, расчеты прочности</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности конструкции вагонов-цистерн;</li> <li>- нагрузки действующие на эти кузова;</li> <li>- критерии прочности и безопасности движения применительно к этим конструкциям;</li> <li>- расчетные схемы для оценки качеств кузовов.</li> </ul>
9	<p>Схемы компоновки элементов ударно-тяговых устройств. Преимущества и недостатки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие компоновки ударно-тяговых приборов;</li> <li>- сцепная упряжь;</li> <li>- автосцепные устройства.</li> </ul>
10	<p>Расчетные оценки соответствия поглощающих элементов ударно-тяговых устройств нормативным требованиям</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструктивные особенности поглощающих аппаратов;</li> <li>- параметры, характеризующие качества этих конструкций;</li> <li>- расчетные подходы к оценке этих качеств.</li> </ul>
11	<p>Ходовые части вагонов, их конструктивное оформление, назначение, нагрузки</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- схемы конструкций тележек, их классификация;</li> <li>- преимущества и недостатки схем;</li> <li>- рамы различных типов тележек;</li> <li>- нагрузки на них, оценка прочности и долговечности.</li> </ul>
12	<p><b>Колесные пары и буксы. Нагрузки на них и экспертиза прочности и долговечности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности конструктивного исполнения;</li> <li>- действующие нагрузки;</li> <li>- расчетные оценки.</li> </ul>
13	<p><b>Рессорное подвешивание вагонов. Влияние его конструкции на показатели качества хода и безопасность движения. Расчеты рабочих характеристик упругих элементов и гасителей колебаний</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- схемы рессорного подвешивания различных вагонов;</li> <li>- оценка параметров подвешивания и их влияние на ходовые качества вагона.</li> </ul>
14	<p><b>Проверка соответствия конструкции требованиям по безопасности эксплуатации в поезде</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устойчивость от выжимания в поезде;</li> <li>- влияние линейных размеров на устойчивость от выжимания Устойчивость от опрокидывания наружу и во внутрь кривой вагона, находящегося в поезде.</li> </ul>
15	<p><b>Расчетная оценка ходовых качеств вагона</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка коэффициентов вертикальной и горизонтальной динамики;</li> <li>- оценка амплитуд ускорений (в долях g);</li> <li>- оценка плавности хода вагона.</li> </ul>
16	<p><b>Схемы компоновки элементов ударно-тяговых устройств. Преимущества и недостатки</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие компоновки ударно-тяговых приборов;</li> <li>- сцепная упряжь, автосцепки Джаннея, Шарфенберга, БСУ.</li> <li>- автосцепные устройства типа СА-3 и их модификации.</li> </ul>
17	<p><b>Поглощающие аппараты ударно-тяговых приборов вагонов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструктивные особенности поглощающих аппаратов;</li> <li>- параметры, характеризующие качества этих конструкций</li> </ul>
18	<p><b>Расчетные оценки поглощающих аппаратов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение движения при соударении вагонов;</li> <li>- понятие о коэффициенте передачи продольных усилий поглощающим аппаратом;</li> <li>- вывод зависимостей по расчеты продольной силы и потребной энергоемкости поглощающего аппарата.</li> </ul>
19	<p><b>Колесные пары вагонов. Нагрузки на них и экспертиза прочности и долговечности</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности конструктивного исполнения;</li> <li>- действующие нагрузки;</li> <li>- расчетные оценки.</li> </ul>
20	<p><b>Буксовые узлы вагонов</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- критерий работоспособности буксового узла;</li> <li>- действующие нагрузки;</li> <li>- расчетные оценки показателей, отвечающих за безопасность</li> </ul>
21	<p>Расчетная оценка параметров и характеристик пневматической части тормозного оборудования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- критерии оценки пневматической части тормозного оборудования;</li> <li>- расчетные подходы к оценке этих параметров и их реализация на практике.</li> </ul>
22	<p>Итоговая оценка безопасности эксплуатации вагонов (вкатывание гребня колеса на головку рельса, прочность и долговечность элементов вагона)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- силы, действующие на гребень колеса при взаимодействии его с рельсом;</li> <li>- расчетная оценка устойчивости вагона от вкатывания гребня колеса на рельс;</li> <li>- подходы к оценке усталостной долговечности элементов вагона.</li> </ul>

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Линейные размеры вагона и их связь с ограничениями, накладываемыми на конструкцию вагона по габаритам, проходу кривых и сцепляемости</p> <p>Ознакомиться с основными линейными размерами вагона: база, длина по осям сцепления вагона, длина вагона по раме, длина консоли вагона и др. Изучить их влияние на технико-экономические параметры вагона</p>
2	<p>Кузова крытых и рефрижераторных вагонов.</p> <p>Изучить конструкции кузовов крытых и рефрижераторных вагонов их основные рабочие элементы и нагрузки на них. Ознакомиться с методикой расчета опорного шпангоута.</p>
3	<p>Кузова полувагонов и платформ</p> <p>Кузова полувагонов и платформ. Особенности устройства. Нагрузки и расчеты на соответствие требованиям "Норм..." по прочности. Зоны приложения нагрузок к кузовам.</p>
4	<p>Кузова вагонов-цистерн.</p> <p>Кузова вагонов-цистерн, особенности устройства, нагрузки, расчеты прочности. Изучить зоны приложения нагрузок к кузовам вагонов-цистерн</p>
5	<p>Поглощающие аппараты</p> <p>Расчетные оценки соответствия поглощающих элементов ударно-тяговых устройств нормативным требованиям. Рассмотреть работу поглощающего аппарата при различных условиях соударения.</p>
6	<p>Ударно-тяговые приборы вагонов</p> <p>Расчеты на прочность элементов ударно-тяговых устройств. Изучить порядок передачи продольных сжимающих и растягивающих сил, а также зоны приложения нагрузок</p>
7	<p>Рамы ходовых частей</p> <p>Рамы различных типов тележек, нагрузки на них, оценка прочности и долговечности. Изучить зоны приложения и порядок передачи нагрузок для различных конструктивных исполнений ходовых частей.</p>
8	<p>Колесные пары и буксы</p> <p>Колесные пары и буксы. Нагрузки на них и экспертиза прочности и долговечности. Изучить зоны приложения нагрузок.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
9	<b>Рессорное подвешивание вагонов</b> Влияние рессорного подвешивания вагонов и его конструкции на показатели качества хода и безопасность движения. Расчеты рабочих характеристик упругих элементов и гасителей колебаний. Изучить особенности передачи нагрузок и работы гасителей колебаний
10	<b>Устойчивость от опрокидывания наружу и во внутрь кривой вагона</b> Устойчивость от опрокидывания наружу и во внутрь кривой вагона, находящегося в поезде. Изучить условия, при которых возможно опрокидывание вагона в кривом участке пути
11	<b>Устойчивость от выжимания в поезде</b> Определить коэффициент устойчивости от выжимания в поезде. Влияние линейных размеров на устойчивость от выжимания. Изучить условия, при которых возможно выжимание вагона под действием продольных сил
12	<b>Итоговая оценка безопасности эксплуатации вагонов</b> Провести итоговую оценку безопасности эксплуатации вагонов (вкатывание гребня колеса на головку рельса, прочность и долговечность элементов вагона). Изучить условия, при которых возможно вкатывание гребня колеса на рельс

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<b>Исходные данные для проведения расчетной экспертной оценки характеристик вагонов</b> Научиться определять и выделять следующие параметры вагона при проведении расчетной оценки: - внешние ограничения, накладываемые на конструкцию (осевая и погонная нагрузки, габарит подвижного состава, возможность взаимодействия с другими видами подвижного состава); - линейные размеры вагона; - инерционные характеристики вагона.
2	<b>Проведение расчетов с использованием алгоритма выбора рациональных линейных размеров вагона</b> Произвести поиск рациональных линейных размеров вагона по линейному алгоритму с выбором заданного критерия оптимизации
3	<b>Вписывание вагона в габарит подвижного состава</b> Ознакомиться с формулами вписывания вагона в габарит. Научиться использовать их к заданному варианту вагона или к выборке нескольких вариантов вагонов.
4	<b>Оценка технико-экономических параметров вагона</b> Научится разделять абсолютные и относительные параметры вагонов, понимать их физический смысл и применять к оценке вагонов между собой.
5	<b>Определение инерционных характеристик кузовов вагонов</b> Определение параметров вагона с учетом взаимного расположения массивных элементов кузова. Нахождение центра тяжести, моментов инерции элементов вагона в различных плоскостях.
6	<b>Оценка прочности кузовов вагонов</b> Определение прочности кузовов: - платформ и рам цистерн; - крытых и рефрижераторных вагонов; - котлов цистерн; - пассажирских вагонов.
7	<b>Оценка усталостной прочности кузовов вагонов</b> Научиться оценивать усталостную прочность кузовов вагонов по коэффициенту запаса, основанному на использовании кривой усталости материала
8	<b>Оценка ходовых качеств вагона</b>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Научиться оценивать коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики и амплитуды ускорения вагона, а также показатели плавности хода пассажирских вагонов
9	<b>Коэффициент запаса устойчивости от вкатывания гребня колеса на головку рельса</b> Научиться определять коэффициент устойчивости, обеспечивающий безопасность движения вагона и нахождение его в рельсовой колее
10	<b>Оценка прочности рамы ходовых частей</b> Научиться оценивать прочность рам ходовых частей под воздействием вертикальной силы, когда модель боковой рамы представляет из себя статически непоределимую стержневую схему
11	<b>Оценка долговечности буксовых узлов</b> Научиться производить оценку долговечности буксовых узлов по критерию пробега подшипника до разрушения с учетом коэффициента работоспособности
12	<b>Оценка прочности колесных пар</b> Научиться производить оценку прочности колесных пар по условному методу под воздействием вертикальных и боковых сил
13	<b>Кинематические оценки работы ударно-тяговых приборов в кривых участках пути</b> Научиться производить оценки работы ударно-тяговых приборов в кривых участках пути: - автоматическая сцепляемость; - проход сцепа вагонов; - проход горбов сортировочных горок и аппарелей паромов; - проход круговой кривой.
14	<b>Оценка характеристик поглощающих аппаратов</b> Научиться производить оценки характеристик поглощающих аппаратов: - рабочий ход при соударении; - формирование итоговой силы соударения; - время удара.
15	<b>Устойчивость вагона от выжимания его продольными силами в составе поезда</b> Научиться оценивать устойчивость вагона от выжимания его продольными силами в составе поезда, которое может привести к сходу порожнего подвижного состава, расположенного в голове состава
16	<b>Устойчивость вагона от опрокидывания</b> Научиться оценивать устойчивость вагона от опрокидывания под действием следующих факторов: - центробежная сила и учет боковых воздействий, вызванных возвышением наружного рельса в кривом участке пути; - ветровая нагрузка; - вертикальная и поперечная составляющие продольной силы; - смещение центра тяжести элементов вагона в поперечном направлении за счет зазоров и износов.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение литературы
2	Подготовка к текущему контролю
3	Подготовка к промежуточному контролю
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Экспертная оценка соответствия полувагонов различных моделей современным требованиям по грузообороту и действующей нормативной документации.

2. Экспертная оценка соответствия вагонов-платформ различных моделей современным требованиям по грузообороту и действующей нормативной документации.

3. Экспертная оценка соответствия четырехосных вагонов-цистерн различных моделей современным требованиям по грузообороту и действующей нормативной документации.

4. Экспертная оценка соответствия восьмиосных вагонов-цистерн различных моделей современным требованиям по грузообороту и действующей нормативной документации.

5. Экспертная оценка соответствия крытых вагонов различных моделей современным требованиям по грузообороту и действующей нормативной документации.

6. Экспертная оценка соответствия вагонов-хопперов различных моделей современным требованиям по грузообороту и действующей нормативной документации.

7. Экспертная оценка соответствия пассажирских вагонов плацкартного типа различных моделей современным требованиям по пассажирообороту и действующей нормативной документации.

8. Экспертная оценка соответствия пассажирских вагонов купейного типа различных моделей современным требованиям по пассажирообороту и действующей нормативной документации.

9. Экспертная оценка соответствия пассажирских вагонов типа СВ различных моделей современным требованиям по пассажирообороту и действующей нормативной документации.

10. Экспертная оценка соответствия вагонов-ресторанов различных моделей современным требованиям по пассажирообороту и действующей нормативной документации.

11. Экспертная оценка соответствия двухэтажных пассажирских вагонов различных моделей современным требованиям по пассажирообороту и действующей нормативной документации.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
----------	----------------------------	---------------

1	Котуранов, В.Н. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учебное пособие / В. Н. Котуранов, А. П. Азовский, Е. В. Александров, В. . Кобищанов, В. П. Лозбинева, М. Н. Овечников, Б. Н. Покровский, В. И. Светлов, А. А. Юхневский. — Москва : Издательство "Маршрут", 2005. — 490 с. — 5-89035-256-3.	<a href="https://umczdt.ru/read/18637/?page=1">https://umczdt.ru/read/18637/?page=1</a> . (дата обращения: 14.04.2024) -Текст электронный.
2	Анисимов, П.С. Испытания вагонов : монография / П. С. Анисимов. — Москва : Издательство "Маршрут", 2004. — 197 с. — 5-89035-152-4.	<a href="https://umczdt.ru/read/155718/?page=1">https://umczdt.ru/read/155718/?page=1</a> . (дата обращения: 14.04.2024) -Текст электронный.
3	Вагоны. Общий курс : учебник для вузов ж.д. транспорта / В.В. Лукин, П.С. Анисимов, Ю.П. Федосеев ; Под ред. В.В. Лукина. - М. : Маршрут, 2004. - 424 с. - ISBN 5-89035-106-0	<a href="https://umczdt.ru/read/225898/?page=1">https://umczdt.ru/read/225898/?page=1</a> . (дата обращения: 14.04.2024) -Текст электронный.
4	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	<a href="https://umczdt.ru/read/225900/?page=1">https://umczdt.ru/read/225900/?page=1</a> . (дата обращения: 14.04.2024 г.). - Текст: электронный.

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) (<http://library.miit.ru>).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Образовательная платформа «Открытое образование» (<https://openedu.ru>)

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

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

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

Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013)

MSC Patran, MSC Nastran, Siemens Femap, MathCad.

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и ин-терактивной доской.

3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютер-ном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET

4. Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 9 семестре.

Зачет в 10 семестре.

Курсовой проект в 10 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»

М.П. Козлов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ВВХ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

Г.И. Петров

С.В. Володин