

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «*Вагоны и вагонное хозяйство*»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.6 «ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА»

для специальности

23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

специализации

«Грузовые вагоны»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург
2023

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена, обсуждена на заседании кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство»
Протокол № 9 от «12» апреля 2023 г.

Заведующий кафедрой
«Вагоны и вагонное хозяйство»

«12» апреля 2023 г.



Ю.П. Бороненко

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ОПОП

«12» апреля 2023 г.



Ю.П. Бороненко

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа дисциплины «Основы механики подвижного состава» (Б1.В.6) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» (далее - ФГОС ВО), утвержденного «27»марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 215, с учетом профессиональных стандартов: 17.055.Профессиональный образовательный стандарт «Специалист по организации и производству технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 19 апреля 2021 года №252Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации, регистрационный №1099) и 17.076. Профессиональный стандарт «Руководитель подразделения организации железнодорожного транспорта» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 27 апреля 2023 года №364Н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 29 мая 2023 года, регистрационный №73559).

Целью изучения дисциплины является приобретение знаний в области проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности на основе изучения современных методов расчета прочности и устойчивости несущих конструкций вагонов при различных типах нагружения, расчета динамических показателей вагонов и анализа безопасности от схода колес с рельсов, расчета динамической нагруженности несущих конструкций вагонов с использованием компьютерных технологий.

Для достижения цели дисциплины решаются следующие задачи:

- ознакомление с основными положениями теории упругости и теории колебаний, применяемыми для расчета вагонов;
- применение современных компьютерных технологий для численного моделирования движения вагона, численного решения задач прочности и устойчивости сжатых конструкций;
- сопоставление результатов расчетов с существующей нормативной базой по требованиям к прочности и динамическим качествам.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций приведенных в таблице 2.1

В рамках изучения дисциплины (модуля) осуществляется практическая подготовка обучающихся к будущей профессиональной деятельности. Результатом обучения по дисциплине является формирования у обучающихся практических навыков:

- расчетов вагонов и их узлов;
- эксплуатации грузовых вагонов и их узлов;
- оценки технического состояния вагонов и их узлов.

Таблица 2.1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в программе специалитета индикаторами достижения компетенций

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4: Планирование мероприятий по реализации технической политики подразделения организации железнодорожного транспорта	
ПК-4.1.7 Знает устройство, назначение и правила технической эксплуатации технологического оборудования и инженерных сетей железнодорожного подвижного состава, устройств и оборудования железнодорожной инфраструктуры подразделений организации железнодорожного транспорта	Обучающийся <i>знает</i> устройство, назначение и правила технической эксплуатации железнодорожного подвижного состава, устройств и оборудования железнодорожной инфраструктуры в объеме, необходимом для выполнения должностных обязанностей

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Таблица 4.1.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
Контактная работа (по видам учебных занятий)	106	64	42
В том числе:			
– лекции (Л)	46	32	14
– практические занятия (ПЗ)	30	16	14
– лабораторные работы (ЛР)	30	16	14
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	98	44	62
Контроль	40	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)		Э	3,КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7	144/4	108/3

Для заочной формы обучения:

Таблица 4.2.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
Контактная работа (по видам учебных занятий)	28	28
В том числе:		
– лекции (Л)	12	12
– практические занятия (ПЗ)	8	8
– лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	211	211
Контроль	13	13
Форма контроля (промежуточной аттестации)		Э,3,КП
Общая трудоемкость: час / з.е.	252/7	252/7

Примечания: «Форма контроля знаний» – экзамен (Э), зачет (З), курсовой проект (КП).

		<p>конструкции. Собственные и вынужденные колебания упругих тел под действием динамической нагрузки. Изгибные колебания балок.</p> <p>Лабораторная работа 1. Разработка математической модели вертикальных колебаний кузова вагона на одноступенчатом рессорном подвешивании с гасителем колебаний вязкого трения. Исследование свободных и вынужденных колебаний, прогибов подвешивания, влияния жесткости подвешивания, коэффициента вязкого трения, массы кузова на интенсивность колебаний.</p> <p>Лабораторная работа 2. Разработка математической модели вертикальных колебаний кузова вагона на одноступенчатом рессорном подвешивании с гасителем колебаний сухого трения (сила зависит от загрузки вагона). Исследование свободных и вынужденных колебаний, прогибов подвешивания, влияния жесткости подвешивания, коэффициента относительного трения, массы кузова на интенсивность колебаний.</p> <p>Лабораторная работа 3. Разработка математической модели колебаний кузова вагона в вертикально-поперечной плоскости. Исследование частот и форм собственных колебаний.</p> <p>Практическое занятие 1. Измерение упругих характеристик пружин подвешивания.</p> <p>Практическое занятие 2. Измерение демпфирующих характеристик гидравлических гасителей колебаний.</p> <p>Практическое занятие 3. Измерение характеристик подвешивания тележки (18-9855), установленной на стенде.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
3	Колебания колесной пары при движении по рельсам	<p>Лекция 10 Извилистое движение одиночной колесной пары. Движение колесной пары со скольжением колес по рельсам. Зависимости, определяющие силы в контактном пятне колеса и рельса – силы крипа.</p> <p>Лекция 11 Устойчивость колес против схода с рельсов. Критерий Надаля.</p> <p>Лабораторная работа 4. Разработка математической модели качения колесной пары (с упругой связью с отсчетной системой координат) по рельсовому пути. Исследование влияния эквивалентной конусности, статической осевой нагрузки на устойчивость движения.</p> <p>Практическое занятие 4. Тензометрическая колесная пара для измерения сил, действующих в контакте колеса и рельса</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
4	Колебания вагонов,	Лекция 12 Динамические силы, возникающие при маневровой работе и прохождении сортировочных	ПК-4.1.7

	вызванные действием продольных сил в поезде и при сортировке	<p>горок.</p> <p>Лекция 13 Динамические силы, возникающие при установившихся и переходных режимах движения поезда.</p> <p>Лекция 14 Поперечная устойчивость вагона на рессорах. Устойчивость вагона против опрокидывания при движении по кривым.</p> <p>Лабораторная работа 5. Разработка математической модели сцепа из трех вагонов в поезде с возможностью колебаний в продольном, поперечном и вертикальном направлении. Исследование колебаний, возникающих при соударении с препятствием</p> <p>Практическое занятие 5. Колебания вагона, измерение динамических сил, ускорений, напряжений при соударении вагона на стенде горка. Обработка результатов</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
5	Общие сведения из теории упругости.	<p>Лекция 15. Понятие о напряжениях в точке тела. Главные напряжения. Основные положения и уравнения теории упругости. Уравнения Ламе.</p> <p>Лекция 16. Определение эквивалентных напряжений (теории прочности). Нормативные документы в области оценки прочности несущих конструкций вагонов.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
6	Основные задачи теории упругости, виды напряженно-деформированного состояния	<p>Лекция 17. Прикладные задачи теории упругости. Растяжение и сжатие. Задача Ламе. Кручение, изгиб. Напряжения в зонах геометрических концентраторов.</p> <p>Лекция 18. Расчет устойчивости сжатых конструкций. Расчет собственных частот и форм колебаний упругих систем.</p> <p>Практическое занятие 6. Расчет конструкций вагонов с использованием стержневых конечно-элементных моделей.</p> <p>Практическое занятие 7. Моделирование стержней переменного сечения.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
7	Основы метода конечных элементов для решения задач теории упругости	<p>Лекция 19. Метод конечных элементов. Стержневые и балочные конечные элементы. Пластинчатые и оболочечные конечные элементы. Объемные конечные элементы. Свойства материалов. Граничные условия (кинематические и силовые).</p> <p>Практическое занятие 8. Расчет конструкций вагонов с использованием пластинчато-стержневых конечно-элементных моделей. Многослойные пластины</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>

		Практическое занятие 9. Расчет конструкций вагонов с использованием объемных конечно-элементных моделей	ПК-4.1.7
8	Решение задач расчета вагонов с использованием метода конечных элементов	Лекция 20. Расчет конструкций вагонов с использованием стержневых конечно-элементных моделей. Моделирование стержней переменного сечения	ПК-4.1.7
		Лекция 21 Расчет конструкций вагонов с использованием пластинчато-стержневых конечно-элементных моделей. Многослойные пластины. Расчет котла цистерны на прочность с использованием пластинчато-стержневой конечно-элементной модели	ПК-4.1.7
		Лекция 22. Расчет конструкций вагонов с использованием объемных конечно-элементных моделей. Расчет конструкций вагонов с использованием объемных конечно-элементных моделей в пакете прикладных программ ANSYSWORKBENCH. Расчет устойчивости сжатых элементов. Расчет устойчивости котла цистерны. Расчет собственных частот и форм колебаний упругих систем	ПК-4.1.7
		Лабораторная работа 6. Расчет котла цистерны на прочность с использованием пластинчато-стержневой конечно-элементной модели.	ПК-4.1.7
		Лабораторная работа 7. Расчет витых цилиндрических пружин с использованием объемных конечно-элементных моделей в пакете прикладных программ ANSYSWORKBENCH	ПК-4.1.7
		Лабораторная работа 8. Расчет устойчивости сжатых элементов. Расчет устойчивости котла цистерны.	ПК-4.1.7
		Лабораторная работа 9. Расчет собственных частот и форм колебаний упругих систем	ПК-4.1.7

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
1	Общие сведения по динамике подвижного состава	Лекция 1 Динамика вагонов, как составная часть науки о механике вагона, определяющая уровень динамических воздействий на элементы конструкции, устанавливающая качественные и количественные показатели, характеризующие	ПК-4.1.7

		<p>безопасность его движения. Элементы классической механики, используемые в задачах моделирования динамики вагонов. Общая структура моделирующих дифференциальных уравнений, методы их анализа. Входные параметры и выходные величины математических моделей.</p>	
2	<p>Колебания вагона на рессорном подвешивании</p>	<p>Лекция 2. Общие сведения о факторах, способствующих возникновению колебаний вагонов. Характеристики вагонов, обуславливающие колебательные движения его деталей и узлов. Путь и его характеристики, влияющие на динамические процессы вагонов. Общая характеристика систем рессорного подвешивания. Виды колебаний вагона в заданной системе координат. Расчетные схемы вагона, основанные на различных допущениях. Собственные колебания кузова на рессорах с линейными упругими элементами без трения в подвешивании, с гасителем колебаний вязкого трения. Собственные частоты, собственные формы колебаний вагона как динамической системы. Разложение вынужденных колебаний в ряд по собственным формам. Вынужденные колебания вагона на рессорах с линейными упругими элементами без трения в подвешивании, с гасителем колебаний вязкого трения. Коэффициент динамической добавки, его зависимость от жесткости подвешивания и гашения колебаний. Критерии для оценки показателей динамических качеств вагона и их нормативные значения.</p> <p>Лабораторная работа 1. Разработка математической модели вертикальных колебаний кузова вагона на одноступенчатом рессорном подвешивании с гасителем колебаний вязкого трения. Исследование свободных и вынужденных колебаний, прогибов подвешивания, влияния жесткости подвешивания, коэффициента вязкого трения, массы кузова на интенсивность колебаний.</p> <p>Лабораторная работа 2. Разработка математической модели вертикальных колебаний кузова вагона на одноступенчатом рессорном подвешивании с гасителем колебаний сухого трения (сила зависит от загрузки вагона). Исследование свободных и вынужденных колебаний, прогибов подвешивания, влияния жесткости подвешивания, коэффициента относительного трения, массы кузова на интенсивность колебаний.</p> <p>Лабораторная работа 3. Разработка математической модели колебаний кузова вагона в вертикально-поперечной плоскости. Исследование частот и форм собственных колебаний.</p> <p>Практическое занятие 1. Измерение упругих характеристик пружин подвешивания.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>

		<p>Практическое занятие 2. Измерение демпфирующих характеристик гидравлических гасителей колебаний.</p> <p>Практическое занятие 3. Измерение характеристик подвешивания тележки (18-9855), установленной на стенде.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
3	Колебания колесной пары при движении по рельсам	<p>Лекция 3 Извилистое движение одиночной колесной пары. Движение колесной пары со скольжением колес по рельсам. Зависимости, определяющие силы в контактном пятне колеса и рельса – силы крипа. Устойчивость колес против схода с рельсов. Критерий Надаля.</p> <p>Лабораторная работа 4. Разработка математической модели качения колесной пары (с упругой связью с отсчетной системой координат) по рельсовому пути. Исследование влияния эквивалентной конусности, статической осевой нагрузки на устойчивость движения.</p> <p>Практическое занятие 4. Тензометрическая колесная пара для измерения сил, действующих в контакте колеса и рельса</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
4	Колебания вагонов, вызванные действием продольных сил в поезде и при сортировке	<p>Лекция 4 Динамические силы, возникающие при маневровой работе и прохождении сортировочных горок. Динамические силы, возникающие при установившихся и переходных режимах движения поезда. Поперечная устойчивость вагона на рессорах. Устойчивость вагона против опрокидывания при движении по кривым. Разработка математической модели сцепа из трех вагонов в поезде с возможностью колебаний в продольном, поперечном и вертикальном направлении. Исследование колебаний, возникающих при соударении с препятствием</p> <p>Лабораторная работа 5. Разработка математической модели сцепа из трех вагонов в поезде с возможностью колебаний в продольном, поперечном и вертикальном направлении. Исследование колебаний, возникающих при соударении с препятствием</p> <p>Практическое занятие 5. Колебания вагона, измерение динамических сил, ускорений, напряжений при соударении вагона на стенде горка. Обработка результатов</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
5	Общие сведения из теории упругости.	<p>Лекция 5. Понятие о напряжениях в точке тела. Главные напряжения. Основные положения и уравнения теории упругости. Уравнения Ламе. Определение эквивалентных напряжений (теории прочности). Нормативные документы в области оценки прочности несущих конструкций вагонов.</p>	<p>ПК-4.1.7</p>
6	Основные задачи теории упругости, виды напряженно-	<p>Лекция 6. Прикладные задачи теории упругости. Растяжение и сжатие. Задача Ламе. Кручение,</p>	<p>ПК-4.1.7</p>

	деформированного состояния	<p>изгиб. Напряжения в зонах геометрических концентраторов. Расчет устойчивости сжатых конструкций. Расчет собственных частот и форм колебаний упругих систем. Практическое занятие 6. Расчет конструкций вагонов с использованием стержневых конечно-элементных моделей.</p> <p>Практическое занятие 7. Моделирование стержней переменного сечения.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
7	Основы метода конечных элементов для решения задач теории упругости	<p>Лекция 3. Метод конечных элементов. Стержневые и балочные конечные элементы. Пластинчатые и оболочечные конечные элементы. Объемные конечные элементы. Свойства материалов. Граничные условия (кинематические и силовые). Практическое занятие 8. Расчет конструкций вагонов с использованием пластинчато-стержневых конечно-элементных моделей. Многослойные пластины</p> <p>Практическое занятие 9. Расчет конструкций вагонов с использованием объемных конечно-элементных моделей</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>
8	Решение задач расчета вагонов с использованием метода конечных элементов	<p>Лекция 4. Расчет конструкций вагонов с использованием стержневых конечно-элементных моделей. Моделирование стержней переменного сечения. Расчет конструкций вагонов с использованием пластинчато-стержневых конечно-элементных моделей. Многослойные пластины. Расчет котла цистерны на прочность с использованием пластинчато-стержневой конечно-элементной модели. Расчет конструкций вагонов с использованием объемных конечно-элементных моделей. Расчет конструкций вагонов с использованием объемных конечно-элементных моделей в пакете прикладных программ ANSYSWORKBENCH. Расчет устойчивости сжатых элементов. Расчет устойчивости котла цистерны. Расчет собственных частот и форм колебаний упругих систем Лабораторная работа 6. Расчет котла цистерны на прочность с использованием пластинчато-стержневой конечно-элементной модели.</p> <p>Лабораторная работа 7. Расчет витых цилиндрических пружин с использованием объемных конечно-элементных моделей в пакете прикладных программ ANSYSWORKBENCH</p> <p>Лабораторная работа 8. Расчет устойчивости сжатых элементов. Расчет устойчивости котла цистерны.</p>	<p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p> <p>ПК-4.1.7</p>

		Лабораторная работа 9. Расчет собственных частот и форм колебаний упругих систем	ПК-4.1.7
--	--	---	----------

5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

Таблица 5.3.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения по динамике подвижного состава	8	–	–	11	19
2	Колебания вагона на рессорном подвешивании	8	4	4	11	27
3	Колебания колесной пары при движении по рельсам	8	4	8	11	31
4	Колебания вагонов, вызванные действием продольных сил в поезде и при сортировке	8	8	4	11	31
5	Общие сведения из теории упругости.	2	-	-	15	17
6	Основные задачи теории упругости, виды напряженно-деформированного состояния	4	7	–	15	26
7	Основы метода конечных элементов для решения задач теории упругости	4	7	–	16	27
8	Решение задач расчета вагонов с использованием метода конечных элементов	4	–	14	16	34
	Итого					212
Контроль						40
Всего (общая трудоемкость, час.)						252

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.4.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Общие сведения по динамике подвижного состава	1	–	–	27	28
2	Колебания вагона на рессорном подвешивании	2	2		26	30
3	Колебания колесной пары при движении по рельсам	2	2	2	26	32
4	Колебания вагонов, вызванные действием продольных сил в поезде и при сортировке	2	1	2	26	31
5	Общие сведения из теории упругости.	1	–	-	27	28

6	Основные задачи теории упругости, виды напряженно-деформированного состояния	1	1	–	26	28
7	Основы метода конечных элементов для решения задач теории упругости	1	2	–	26	29
8	Решение задач расчета вагонов с использованием метода конечных элементов	2	–	4	27	33
Итого						239
Контроль						13
Всего (общая трудоемкость, час.)						252

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделе 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. оценочные средства по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» оборудованная следующими приборами:

- Натурные макет тележки модели 18-9855;
- Стенд для измерения параметров рессорного подвешивания тележки модели 18-9855.

8.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Программное обеспечение MEDYNA для моделирования движения систем твердых тел;
- Программное обеспечение «Универсальный механизм» для моделирования движения систем твердых или деформируемых тел;
- Программное обеспечение для моделирования прочности методом конечных элементов ANSYS.

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/> — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронно-библиотечная система ibooks.ru («Айбукс»). – URL: [https:// ibooks.ru /](https://ibooks.ru/) — Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Электронная библиотека ЮРАЙТ. – URL: <https://urait.ru/>— Режим доступа: для авториз. пользователей;
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам - каталог образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования». – URL: <http://window.edu.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Словари и энциклопедии. – URL: <http://academic.ru/> — Режим доступа: свободный.
- Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация

науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии и повышение цитируемости российской науки. – URL: <http://cyberleninka.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.4. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным справочным системам:

– Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". Бесплатное образование. [Электронный ресурс]. – URL: <https://intuit.ru/> — Режим доступа: свободный.

8.5. Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Огородникова О.М. Расчет конструкций в ANSYS. Сборник учебных пособий. – Техноцентр компьютерного инжиниринга, 2009. – 452 с.

2. Трушин С.И. Метод конечных элементов. Теория и задачи: Учебное пособие. Издательство АСВ, – М.:, 2008. – 256 с.

3. Игнатьев В.А., Галишников В.В. Основы строительной механики. Издательство АСВ, – М.:, 2009. – 560 с.

4. Орлова А.М., Лесничий В.С., Рудакова Е.А., Комарова А.Н., Саидова А.В. Требования к динамическим качествам грузовых вагонов и методы их подтверждения: Учебное пособие. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2014. – 37 с.

5. Лукин В.В., Анисимов П.С., Котуранов В.Н. и др. Конструирование и расчет вагонов: учебник. – М.: ФГОУ «УМЦ ЖДТ». 2011. – 688 с.

6. Филин А.П. Прикладная механика твердого деформируемого тела, т I, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1975. – 832 с.

7. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1974. – 560 с.

8. Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д. Динамика вагонов. М.: Транспорт, 1991, 360 с.

9. Котуранов В.Н., Хусидов В.Д., Быков А.И., Устич П.А. Нагруженность элементов конструкций вагонов. М.: Транспорт, 1991, 240 с.

10. Лазарян В. А. Динамика вагонов. Устойчивость движения и колебания. М.: Транспорт, 1964.

11. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава. М.: Транспорт, 1986.

12. Лесничий В.С., Орлова А.М. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Ч. 2: Моделирование динамики пассажирских вагонов в программном комплексе MEDYNA: Учебное пособие. –С.-Пб.: ПГУПС, 2002. – 37 с.

13. Лесничий В.С., Орлова А.М. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Ч. 3: Моделирование

динамики грузовых вагонов в программном комплексе MEDYNA: Учебное пособие. –С.-Пб.: ПГУПС, 2002. – 35 с.

14. Бороненко Ю.П. Проектирование ходовых частей вагонов. Ч. 1: Проектирование рессорного подвешивания двухосных тележек грузовых вагонов: Учебное пособие / Бороненко Ю.П., Орлова А.М., Рудакова Е.А. – СПб.: ПГУПС, 2003. – 74 с. (Рекомендовано УМО, протокол №2 от 1-2.07.2003).

15. Лесничий В.С., Орлова А.М. Компьютерное моделирование задач динамики железнодорожного подвижного состава. Ч. 1: Основы моделирования в программном комплексе MEDYNA: Учеб. пособие; МПС РФ, ПГУПС. - Санкт-Петербург, 2001. - 32 с.

16. Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

17. ГОСТ 33211-2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам». – М.: ВНИИЖТ, 2014. – 92 с.

18. ГОСТ 33788-2016 «Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества». – М.: ВНИИЖТ, 2014. –78 с.

19. «Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) с изменениями и дополнениями 2000 и 2002 г.», ГосНИИВ-ВНИИЖТ, Москва, 1996.

8.6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gost.ru/wps/portal, свободный. – Загл. с экрана;
3. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – URL: <http://docs.cntd.ru/> — Режим доступа: свободный.

Разработчик программы
старший преподаватель
кафедры «Вагоны и
вагонное хозяйство»
«12» апреля 2023 г.

_____ И.В. Федоров