



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)**

Учебно-научный институт транспорта

(наименование факультета/института)

Кафедра «Подвижной состав железных дорог»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

УТВЕРЖДАЮ

**Первый проректор по учебной
работе и цифровизации**

В.А. Шкаберин

«26» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

«Основы механики подвижного состава»

(наименование дисциплины)

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Технология производства и ремонта подвижного состава

(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

высшее образование – специалитет

(уровень образования)

инженер путей сообщения

(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

заочная

(форма обучения)

2024

(год набора)

Брянск 2024

Рабочая программа учебной дисциплины
«Основы механики подвижного состава»

(наименование дисциплины)

23.05.03 Подвижной состав железных дорог

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Технология производства и ремонта подвижного состава

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

Разработал(и):

доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Лагутина

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
«Подвижной состав железных дорог»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«26» марта 2024 г., протокол №6

Заведующий кафедрой

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Лагутина

(И.О. Фамилия)

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

«Подвижной состав железных дорог»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Лагутина

(И.О. Фамилия)

© Лагутина А.А., 2024

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5.1. Структура дисциплины.....	6
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции	8
5.4. Лабораторные работы	16
5.5. Практические занятия	17
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	17
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	24
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	24
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	25
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	26
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	26
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	26
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины	27
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем	27
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	27
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	27

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	29
11.1. Методические материалы для педагогических работников	29
11.2. Методические материалы для обучающихся	31
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	31
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины	31
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	32
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	32
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине	33
12.5. Характеристика результатов обучения	33
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	34
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	34

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Основы механики подвижного состава» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, профиль «Технология производства и ремонта подвижного состава».

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – изучение динамических явлений, возникающих в подвижном составе при его движении по рельсовому пути, а также при взаимодействии подвижного состава с окружающей средой; изучение основных принципов оценки прочности несущих элементов подвижного состава.

Задачи дисциплины:

– реализация поставленных целей при выполнении уровня освоения заданных в учебном плане компетенций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы и реализуется на 3 курсе(-ах) в 5, 6 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: «Высшая математика», «Информатика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Промышленные программные комплексы трехмерного моделирования наземных транспортных систем».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ОПК-4, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-4. Способен выполнять проектирование и расчёт транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-4.1. Способен использовать методы исследования динамики подвижного состава, исследовать динамические явления в элементах подвижного состава с использованием современных программных средств	Знает методы расчета динамики и прочности подвижного состава.	Умеет разрабатывать математические модели механических систем подвижного состава для оценки динамики и прочности.	Владеет навыками применения компьютерных технологий при решении профессиональных задач

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:	16	-	-	-	-	8	8	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	8	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	8	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
2. Самостоятельная работа обучающихся, час.	218	-	-	-	-	91	127	-	-	-	-	-	-
3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:	18												
3.1. Экзамен, семестр		5, 6											
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		-											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
Общая трудоемкость (7 з.е.)	252	252											

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
Тема 1. Наука о механике подвижного состава. Общие сведения.	16,5	0,5	-	-	16
Тема 2. Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания подвижного состава.	16,5	0,5	-	-	16
Тема 3. Применение уравнения Лагранжа второго рода к изучению колебаний механических систем.	16,5	0,5	-	-	16
Тема 4. Вертикальные колебания подвижного состава.	28,5	0,5	-	2	26
Тема 5. Боковые колебания подвижного состава.	18,5	0,5	-	2	16
Тема 6. Взаимодействие подвижного состава и пути при движении в кривых.	16,5	0,5	-	-	16
Тема 7. Показатели динамических качеств механической части подвижного состава.	16,5	0,5	-	-	16
Тема 8. Вибрационная динамика и шум подвижного состава.	16,5	0,5	-	-	16
Тема 9. Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций единиц подвижного состава.	17	1	-	-	16
Тема 10. Основы расчёта несущих стержневых систем единиц подвижного состава.	19	1	-	2	16
Тема 11. Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	18,5	0,5	-	2	16
Тема 12. Выполнение прочностных расчётов несущих конструкций единиц подвижного состава с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.	17	1	-	-	16
Тема 13. Общие сведения об оптимизации несущих систем единиц подвижного состава.	16,5	0,5	-	-	16
Итого	234	8	0	8	218

5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код индикатора достижения компетенции
	ОПК-4.1
Тема 1. Наука о механике подвижного состава. Общие сведения.	+
Тема 2. Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания подвижного состава.	+
Тема 3. Применение уравнения Лагранжа второго рода к изучению колебаний механических систем.	+
Тема 4. Вертикальные колебания подвижного состава.	+
Тема 5. Боковые колебания подвижного состава.	+
Тема 6. Взаимодействие подвижного состава и пути при движении в кривых.	+
Тема 7. Показатели динамических качеств механической части подвижного состава.	+
Тема 8. Вибрационная динамика и шум подвижного состава.	+
Тема 9. Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций единиц подвижного состава.	+
Тема 10. Основы расчёта несущих стержневых систем единиц подвижного состава.	+
Тема 11. Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	+
Тема 12. Выполнение прочностных расчётов несущих конструкций единиц подвижного состава с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.	+
Тема 13. Общие сведения об оптимизации несущих систем единиц подвижного состава.	+

5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоем- кость, час.
Тема 1. Наука о механике подвижного состава. Общие сведения.	Наука о механике подвижного состава. Общие сведения.	Введение. Определение науки о механике подвижного состава. Роль механики в проектировании ПС. Влияние динамических явлений, возникающих при взаимодействии подвижного состава и пути, на безопасность движения и прочность конструкции механической части ПС. Круг задач рассматриваемых в курсе. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии науки о механике подвижного состава. Учебная литература по механике ПС.	0,5
Тема 2. Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания подвижного состава.	Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания подвижного состава.	Классификация видов колебаний подвижного состава. Свободные и вынужденные колебания. Кинематические, силовые и параметрические возмущения. Эквивалентная геометрическая неровность пути как основное возмущение, вызывающее вынужденные колебания подвижного состава. Модели периодической и случайной неровностей, используемых при исследовании колебаний подвижного состава	0,5
Тема 3. Применение уравнения Лагранжа второго рода к изучению колебаний механических систем.	Применение уравнения Лагранжа второго рода к изучению колебаний механических систем.	Некоторые положения классической механики: консервативная и неконсервативная, голономные и неголономные системы; связи, обобщенные координаты, степени свободы системы. Уравнения Лагранжа второго рода. Обобщенные силы, методы определения обобщенных сил и использованием обобщенной работы, потенциальной энергии и функции рассеивания. Примеры определения обобщенных сил. Кинетическая энергия системы при поступательном и вращательном движении системы. Определение сил инерции. Примеры вывода уравнений колебаний с использованием уравнений Лагранжа второго рода.	0,5

Тема 4. Вертикальные колебания подвижного состава.	Вертикальные колебания подвижного состава.	<p>Характеристики упругих элементов (винтовых пружин, листовых рессор, резиновых амортизаторов). Гидравлические и фрикционные гасители колебаний и их характеристики. Вертикальные колебания подвижного состава как система с одной степенью свободы. Колебания надрессорного строения ПС с одноступенчатым рессорным подвешиванием и гидравлическими гасителями колебаний. Математическая модель колебаний на примере одноосной схемы. Собственные колебания надрессорного строения.</p> <p>Вынужденные колебания надрессорного строения. Динамический коэффициент увеличения амплитуд перемещения кузова. Понятие о безразмерном коэффициенте демпфирования гидравлических гасителей. Амплитудно-частотная характеристика перемещений кузова при различной величине демпфирования. Динамический коэффициент увеличения амплитуд ускорений кузова. Амплитудно-частотная характеристика ускорений. Выбор рационального демпфирования гидравлических гасителей в одноступенчатом рессорном подвешивании ПС.</p> <p>Вертикальные колебания ПС с двухступенчатым рессорным подвешиванием и гидравлическими гасителями. Математическая модель вынужденных колебаний надрессорного строения на примере одноосной схемы. Анализ собственных колебаний. Вынужденные колебания. Амплитудно-частотная характеристика ускорений кузова при различном трении в подвешивании. Особенности колебаний ПС с фрикционными гасителями. Уравнение колебаний кузова при одноступенчатом рессорном подвешивании. Амплитудно-частотная характеристика вынужденных колебаний. Применение упругофрикционных гасителей. Вертикальные колебания многоосного экипажа ПС на примере двухтележного экипажа с двухступенчатым рессорным подвешиванием. Расчетная</p>	0,5
--	--	---	-----

		<p>схема, обобщённые координаты. Вывод уравнений колебаний с использованием уравнений Лагранжа второго рода. Анализ уравнений. Использование компьютерного моделирования вертикальных колебаний многоосных экипажей ПС.</p>	
--	--	---	--

Тема 5. Боковые колебания подвижного состава.	Боковые колебания подвижного состава.	<p>Извилистое движение колёсной пары с коническими колёсами. Силы, действующие на колёсную пару при качении. Понятие о силах крипа: псевдоскольжение колёс, гипотеза Картера о касательных силах в точках контакта колёс. Графическое и аналитическое представление сил крипа. Коэффициент крипа. Определение численных значений коэффициентов крипа, предложенных различными учеными. Боковые колебания конической колёсной пары. Расчётные схемы, обобщённые координаты. Определение обобщённых сил (сил крипа), действующих в точках контакта колёс с рельсами. Вывод уравнений боковых колебаний с использованием уравнений Лагранжа второго рода. Анализ уравнений. Длина волны виляния и частота колебаний. Понятие об устойчивом и неустойчивом движении системы. Оценка устойчивости движения колёсной пары. Боковые колебания тележечных экипажей. Расчётная схема 4-х осного тележечного экипажа. Обобщённые координаты. Уравнение боковых колебаний экипажа. Анализ уравнения боковых колебаний тележечного экипажа. Оценка устойчивости движения экипажа. Понятие о критической скорости. Выбор жесткости упругих связей колёсной пары с рамой тележки на основе анализа устойчивости движения. Влияние упругой поперечной связи тележки с кузовом. Учёт поперечной упругости в математической модели боковых колебаний экипажа. Влияние упругой связи на колебания кузова. Конструктивные решения по экипажу, направленные на уменьшение боковых колебаний подвижного состава. Некоторые особенности конструкции экипажной части высокоскоростного подвижного состава (электровозов типа TGV-Франция, Синкансен-Япония, Сапсан – Россия).</p>	0,5
---	---------------------------------------	--	-----

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоем- кость, час.
Тема 6. Взаимодействие подвижного состава и пути при движении в кривых.	Взаимодействие подвижного состава и пути при движении в кривых.	Движение колесной пары в кривой. Проскальзывание колес, применение коничности колес и уширения для уменьшения скольжения колесной пары в кривой. Движение экипажа в кривой. Виды установок экипажа при движении в кривой. Конструктивные мероприятия по экипажу и пути, направленные на улучшение вписывания экипажа в кривую. Силы, действующие на экипаж ПС при движении в кривой. Методы определения сил, действующих на экипаж в кривой. Понятие направляющих, боковых и рамных силах. Отжатие рельсов, оценки безопасности движения ПС в кривых.	0,5
Тема 7. Показатели динамических качеств механической части подвижного состава.	1. Показатели динамических качеств механической части подвижного состава.	Показатели, оценивающие виброзащитные свойства экипажной части подвижного состава: максимальные ускорения кузова и рам тележек, коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики, нормативные значения показателей для локомотивов, пассажирских и грузовых вагонов; коэффициент конструктивного запаса прогиба пружин для пружин первой (буксовой) и второй (центральной) ступеней рессорного подвешивания; плавность хода. Показатели безопасности движения: устойчивость колёс против схода колёс с рельсов; устойчивость пути против сдвига в поперечном направлении; устойчивость пути по ширине колеи, поперечная устойчивость от опрокидывания. Показатели плавности хода: непогашенное ускорение, коэффициенты плавности хода, нормативные значения.	0,5
Тема 8. Вибрационная динамика и шум подвижного состава.		Вибрационная динамика подвижного состава. Локомотив, вагон как сложная колебательная система. Основные параметры вибрационных процессов. Воздействие вибрации на человека. Интегральная оценка вибрации по частотному диапазону и направлению действия вибрации. (Методика ISO). Воздействие вибрации на элементы	0,5

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоем- кость, час.
		конструкции подвижного состава. Методика оценки вибрации на подвижной состав. Нормирование вибрации. Основные возбудители вибрации на подвижном составе. Расчёт показателей вибрации кузова ПС методом конечных элементов. Шум и борьба с шумом на подвижном составе. Понятие о шуме и звуке. Физические характеристики звука и шума. Виды шумов. Воздействие шума на человека. Методика измерения шума на подвижном составе. Источники шума на подвижном составе. Методы борьбы с шумом: глушители аэродинамического шума дизеля, вентиляторов, борьба с вибрацией агрегатов в звуковом диапазоне частот, звукоизоляция и звукопоглощение, применение ограждающих конструкций. Защитные устройства для уменьшения распространения шума в окружающую среду.	
Тема 9. Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций единиц подвижного состава.	1. Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния вагонных и локомотивных конструкций.	Метод сил, метод перемещений при расчёте стержневых систем. Вариационные принципы строительной механики, применяемые в механике ПС. Метод конечных элементов (МКЭ). Основные положения МКЭ. Различные виды и формы МКЭ. Элементы и аппроксимирующие функции. Функции формы. Общий алгоритм статического расчёта МКЭ в форме метода перемещений. Оценка точности полученных результатов. Понятие о суперэлементном подходе.	1
Тема 10. Основы расчёта несущих стержневых систем единиц подвижного состава.	Основы расчёта стержневых систем кузовов вагонов и локомотивов.	Применение МКЭ к расчёту стержневых систем. Стержневые конечные элементы и их матрицы жёсткости. Теория стеснённого кручения тонкостенных стержней с открытым недеформируемым контуром поперечного сечения. Учёт стеснённого кручения с помощью МКЭ.	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 11. Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	<p>Основные гипотезы теории упругости, плоское напряжённое состояние и плоская деформация. Уравнения плоской задачи. Способы решения плоской задачи. Принцип Сен-Венана. Применение МКЭ к расчёту прямоугольных панелей обшивки кузовов вагонов и локомотивов на усилия, действующие в плоскости обшивки. Конечные элементы плоской задачи и их матрицы жёсткости.</p> <p>Техническая теория изгиба тонких плит. Гипотезы теории изгиба тонких плит. Связь между силовыми факторами и функцией прогиба. Основное дифференциальное уравнение изгиба пластинки. Применение МКЭ к расчёту прямоугольных панелей обшивки кузовов вагонов на нагрузку, нормальную к поверхности обшивки. Конечные элементы технической теории изгиба тонких плит и их матрицы жёсткости. Способы представления геометрии срединной поверхности оболочки в расчётных схемах МКЭ. Аппроксимация оболочек по МКЭ плоскими элементами.</p>	0,5
Тема 12. Выполнение прочностных расчётов несущих конструкций единиц подвижного состава с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.	Выполнение прочностных расчётов несущих конструкций единиц подвижного состава с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.	<p>Особенности расчётных моделей кузовов вагонов и локомотивов. Расчётные схемы метода конечных элементов (МКЭ) кузовов вагонов и локомотивов. Проверка прочности, устойчивости и живучести несущих элементов кузовов вагонов и локомотивов с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы МКЭ.</p> <p>Проверка прочности, устойчивости и живучести несущих элементов кузовов вагонов и локомотивов с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.</p>	1

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 13. Общие сведения об оптимизации несущих систем единиц подвижного состава.	Общие сведения об оптимизации несущих систем единиц подвижного состава.	<p>Характеристика оптимального проектирования. Математическая формулировка задачи оптимального проектирования для несущих систем кузовов вагонов и локомотивов. Методы оптимального проектирования несущих систем вагонов и локомотивов.</p> <p>Градиентный метод оптимизации несущих кузовов вагонов и локомотивов. Математическая формулировка градиентного метода оптимизации. Анализ соответствия варианта конструкции глобальному оптимуму. Анализ напряжённого состояния несущих систем кузовов вагонов и локомотивов в процессе оптимизации. Требования, предъявляемые к расчётной модели и методу расчёта кузовов вагонов и локомотивов. Особенности применения МКЭ для анализа напряжённого состояния несущих систем вагонов и локомотивов.</p> <p>Методика оптимизации несущих систем кузовов вагонов и локомотивов. Влияние специфики конструкций кузовов вагонов на процесс оптимизации. Последовательность оптимизации несущих систем кузовов вагонов и локомотивов. Оптимизация при ограничениях по сопротивлению усталости. Оптимизация с учётом затрат на производство и ремонт.</p>	0,5
Итого	—	—	8

5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
—	—	—
—	—	—
Итого	—	—

5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Тема 4. Вертикальные колебания подвижного состава.	Вертикальные колебания подвижного состава.	Рассмотрение примера выбора параметров рессорного подвешивания тележного экипажа ПС по критериям вертикальной динамики	2
Тема 5. Боковые колебания подвижного состава.	Боковые колебания подвижного состава.	Рассмотрение боковых колебаний тележного экипажа. Расчетная схема экипажей.	2
Тема 10. Основы расчёта несущих стержневых систем единиц подвижного состава.	Расчёт МКЭ напряжённо-деформированного состояния стержневых систем кузовов вагонов и локомотивов с использованием промышленного программного комплекса.	Расчёт МКЭ напряжённо-деформированного состояния стержневых систем кузовов вагонов и локомотивов с использованием промышленного программного комплекса.	2
Тема 11. Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	Расчёт МКЭ прямоугольных панелей обшивки кузовов вагонов и локомотивов на усилия, действующие в плоскости обшивки, с использованием промышленного программного комплекса.	Расчёт МКЭ прямоугольных панелей обшивки кузовов вагонов и локомотивов на усилия, действующие в плоскости обшивки, с использованием промышленного программного комплекса.	2
Итого	—	—	8

5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 1. Наука о механике подвижного состава. Общие сведения.	Введение. Определение науки о механике подвижного состава. Роль механики в проектировании ПС. Влияние динамических явлений, возникающих при взаимодействии подвижного состава и пути, на безопасность движения и прочность конструкции механической части ПС. Круг задач рассматриваемых в курсе. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии науки о механике подвижного состава. Учебная литература по механике ПС.
Тема 2. Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания подвижного состава.	Классификация видов колебаний подвижного состава. Свободные и вынужденные колебания. Кинематические, силовые и параметрические возмущения. Эквивалентная геометрическая неровность пути как основное возмущение, вызывающее вынужденные колебания подвижного состава. Модели периодической и случайной неровностей, используемых при исследовании колебаний подвижного состава
Тема 3. Применение уравнения Лагранжа второго рода к изучению колебаний механических систем.	Некоторые положения классической механики: консервативная и неконсервативная, голономные и неголономные системы; связи, обобщённые координаты, степени свободы системы. Уравнения Лагранжа второго рода. Обобщённые силы, методы определения обобщённых сил и использованием обобщённой работы, потенциальной энергии и функции рассеивания. Примеры определения обобщённых сил. Кинетическая энергия системы при поступательном и вращательном движении системы. Определение сил инерции. Примеры вывода уравнений колебаний с использованием уравнений Лагранжа второго рода.
Тема 4. Вертикальные колебания подвижного состава.	<p>Характеристики упругих элементов (винтовых пружин, листовых рессор, резиновых амортизаторов). Гидравлические и фрикционные гасители колебаний и их характеристики. Вертикальные колебания подвижного состава как система с одной степенью свободы. Колебания надрессорного строения ПС с одноступенчатым рессорным подвешиванием и гидравлическими гасителями колебаний. Математическая модель колебаний на примере одноосной схемы. Собственные колебания надрессорного строения.</p> <p>Вынужденные колебания надрессорного строения. Динамический коэффициент увеличения амплитуд перемещения кузова. Понятие о безразмерном коэффициенте демпфирования гидравлических гасителей. Амплитудно-частотная характеристика перемещений кузова при различной величине демпфирования. Динамический коэффициент увеличения амплитуд ускорений кузова. Амплитудно-частотная характеристика ускорений. Выбор рационального демпфирования гидравлических гасителей в одноступенчатом рессорном подвешивании ПС.</p> <p>Вертикальные колебания ПС с двухступенчатым рессорным подвешиванием и гидравлическими гасителями. Математическая модель вынужденных колебаний надрессорного строения на примере одноосной схемы. Анализ собственных колебаний. Вынужденные колебания. Амплитудно-частотная характеристика ускорений кузова при различном трении в подвешивании. Особенности колебаний ПС с</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	фрикционными гасителями. Уравнение колебаний кузова при одноступенчатом рессорном подвешивании. Амплитудно-частотная характеристика вынужденных колебаний. Применение упругофрикционных гасителей. Вертикальные колебания многоосного экипажа ПС на примере двухтележного экипажа с двухступенчатым рессорным подвешиванием. Расчетная схема, обобщённые координаты. Вывод уравнений колебаний с использованием уравнений Лагранжа второго рода. Анализ уравнений. Использование компьютерного моделирования вертикальных колебаний многоосных экипажей ПС.
Тема 5. Боковые колебания подвижного состава.	Извилистое движение колёсной пары с коническими колёсами. Силы, действующие на колёсную пару при качении. Понятие о силах крипа: псевдоскольжение колёс, гипотеза Картера о касательных силах в точках контакта колёс. Графическое и аналитическое представление сил крипа. Коэффициент крипа. Определение численных значений коэффициентов крипа, предложенных различными учеными. Боковые колебания конической колёсной пары. Расчётные схемы, обобщённые координаты. Определение обобщённых сил (сил крипа), действующих в точках контакта колёс с рельсами. Вывод уравнений боковых колебаний с использованием уравнений Лагранжа второго рода. Анализ уравнений. Длина волны виляния и частота колебаний. Понятие об устойчивом и неустойчивом движении системы. Оценка устойчивости движения колёсной пары. Боковые колебания тележных экипажей. Расчетная схема 4-х осного тележного экипажа. Обобщённые координаты. Уравнение боковых колебаний экипажа. Анализ уравнения боковых колебаний тележного экипажа. Оценка устойчивости движения экипажа. Понятие о критической скорости. Выбор жесткости упругих связей колёсной пары с рамой тележки на основе анализа устойчивости движения. Влияние упругой поперечной связи тележки с кузовом. Учёт поперечной упругости в математической модели боковых колебаний экипажа. Влияние упругой связи на колебания кузова. Конструктивные решения по экипажу, направленные на уменьшение боковых колебаний подвижного состава. Некоторые особенности конструкции экипажной части высокоскоростного подвижного состава (электровозов типа TGV-Франция, Синкансен-Япония, Сапсан – Россия).
Тема 6. Взаимодействие подвижного состава и пути при движении в кривых.	Движение колесной пары в кривой. Проскальзывание колес, применение коничности колес и уширения для уменьшения скольжения колесной пары в кривой. Движение экипажа в кривой. Виды установок экипажа при движении в кривой. Конструктивные мероприятия по экипажу и пути, направленные на улучшение вписывания экипажа в кривую. Силы, действующие на экипаж ПС при движении в кривой. Методы определения сил, действующих на экипаж в кривой. Понятие направляющих, боковых и рамных силах. Отжатие рельсов, оценки безопасности движения ПС в кривых.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Тема 7. Показатели динамических качеств механической части подвижного состава.	Показатели, оценивающие виброзащитные свойства экипажной части подвижного состава: максимальные ускорения кузова и рам тележек, коэффициенты вертикальной и горизонтальной динамики, нормативные значения показателей для локомотивов, пассажирских и грузо-вых вагонов; коэффициент конструктивного запаса прогиба пружин для пружин первой (буксовой) и второй (центральной) ступеней рессорного подвешивания; плавность хода. Показатели безопасности движения: устойчивость колёс против схода колёс с рельсов; устойчивость пути против сдвига в поперечном направлении; устойчивость пути по ширине колеи, поперечная устойчивость от опрокидывания. Показатели плавности хода: непогашенное ускорение, коэффициенты плавности хода, нормативные значения.
Тема 8. Вибрационная динамика и шум подвижного состава.	Вибрационная динамика подвижного состава. Локомотив, вагон как сложная колебательная система. Основные параметры вибрационных процессов. Воздействие вибрации на человека. Интегральная оценка вибрации по частотному диапазону и направлению действия вибрации. (Методика ISO). Воздействие вибрации на элементы конструкции подвижного состава. Методика оценки вибрации на подвижной состав. Нормирование вибрации. Основные возбудители вибрации на подвижном составе. Расчёт показателей вибрации кузова ПС методом конечных элементов. Шум и борьба с шумом на подвижном составе. Понятие о шуме и звуке. Физические характеристики звука и шума. Виды шумов. Воздействие шума на человека. Методика измерения шума на подвижном составе. Источники шума на подвижном составе. Методы борьбы с шумом: глушители аэродинамического шума дизеля, вентиляторов, борьба с вибрацией агрегатов в звуковом диапазоне частот, звукоизоляция и звукопоглощение, применение ограждающих конструкций. Защитные устройства для уменьшения распространения шума в окружающую среду.
Тема 9. Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций единиц подвижного состава.	Метод сил, метод перемещений при расчёте стержневых систем. Вариационные принципы строительной механики, применяемые в механике ПС. Метод конечных элементов (МКЭ). Основные положения МКЭ. Различные виды и формы МКЭ. Элементы и аппроксимирующие функции. Функции формы. Общий алгоритм статического расчёта МКЭ в форме метода перемещений. Оценка точности полученных результатов. Понятие о суперэлементном подходе.
Тема 10. Основы расчёта несущих стержневых систем единиц подвижного состава.	Применение МКЭ к расчёту стержневых систем. Стержневые конечные элементы и их матрицы жёсткости. Теория стеснённого кручения тонкостенных стержней с открытым недеформируемым контуром поперечного сечения. Учёт стеснённого кручения с помощью МКЭ.
Тема 11. Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	Основные гипотезы теории упругости, плоское напряжённое состояние и плоская деформация. Уравнения плоской задачи. Способы решения плоской задачи. Принцип Сен-Венана. Применение МКЭ к расчёту прямоугольных панелей обшивки кузовов вагонов и локомотивов.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>тивов на усилия, действующие в плоскости обшивки. Конечные элементы плоской задачи и их матрицы жёсткости.</p> <p>Техническая теория изгиба тонких плит. Гипотезы теории изгиба тонких плит. Связь между силовыми факторами и функцией прогиба. Основное дифференциальное уравнение изгиба пластинки. Применение МКЭ к расчёту прямоугольных панелей обшивки кузовов вагонов на нагрузку, нормальную к поверхности обшивки. Конечные элементы технической теории изгиба тонких плит и их матрицы жёсткости. Способы представления геометрии срединной поверхности оболочки в расчётных схемах МКЭ. Аппроксимация оболочек по МКЭ плоскими элементами.</p>
Тема 12. Выполнение прочностных расчётов несущих конструкций единиц подвижного состава с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.	Проверка прочности, устойчивости и живучести несущих элементов кузовов вагонов и локомотивов с использованием промышленного программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.
Тема 13. Общие сведения об оптимизации несущих систем единиц подвижного состава.	<p>Характеристика оптимального проектирования. Математическая формулировка задачи оптимального проектирования для несущих систем кузовов вагонов и локомотивов. Методы оптимального проектирования несущих систем вагонов и локомотивов.</p> <p>Градиентный метод оптимизации несущих кузовов вагонов и локомотивов. Математическая формулировка градиентного метода оптимизации. Анализ соответствия варианта конструкции глобальному оптимуму. Анализ напряжённого состояния несущих систем кузовов вагонов и локомотивов в процессе оптимизации. Требования, предъявляемые к расчётной модели и методу расчёта кузовов вагонов и локомотивов. Особенности применения МКЭ для анализа напряжённого состояния несущих систем вагонов и локомотивов.</p> <p>Методика оптимизации несущих систем кузовов вагонов и локомотивов. Влияние специфики конструкций кузовов вагонов на процесс оптимизации. Последовательность оптимизации несущих систем кузовов вагонов и локомотивов. Оптимизация при ограничениях по сопротивлению усталости. Оптимизация с учётом затрат на производство и ремонт.</p>

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 1. Наука о механике подвижного состава. Общие сведения.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 2. Виды колебаний и возмущения, вызывающие колебания подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 3. Применение уравнения Лагранжа второго рода к изучению колебаний механических систем.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 4. Вертикальные колебания подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 5. Боковые колебания подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 6. Взаимодействие подвижного состава и пути при движении в кривых.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 7. Показатели динамических качеств механической части подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 8. Вибрационная динамика и шум подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 9. Методы расчёта напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций единиц подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 10. Основы расчёта несущих стержневых систем единиц подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 11. Основы расчёта несущих плоских листовых и оболочечных элементов единиц подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
Тема 12. Выполнение прочностных расчётов несущих конструкций единиц подвижного состава с использованием программного продукта, реализующего алгоритмы метода конечных элементов.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
Тема 13. Общие сведения об оптимизации несущих систем единиц подвижного состава.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.); - письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев и т.д.)	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной / письменной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Лекции	Проблемная лекция.

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
	Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия	Групповые дискуссии. Решение практических задач. Тестирование.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к дискуссии. Выполнение практического задания Подготовка докладов, рефератов Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	Экзамен (в устной или письменной форме).

7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Основы механики подвижного состава – автор Лагутина А.А. для обучающихся по направлению подготовки 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, профиль «Технология производства и ремонта подвижного состава», форма обучения – заочная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения кон-

трольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Лагутина, А.А. Основы механики подвижного состава: методические указания к изучению дисциплины для студентов очной и заочной форм обучения специальности 23.05.03 – «Подвижной состав железных дорог». – Брянск: БГТУ, 2023. – 18 с.

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Гура Г.С. Механика и трибология движения колесной пары в рельсовой колее [Электронный ресурс] : монография / Г.С. Гура. — Электрон. текстовые данные. — М. : Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. — 528 с. — 978-5-89035-600-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26818.html>
2. Агапов В.П. Строительная механика, курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.П. Агапов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 73 с. — 978-5-7264-1386-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58215.html>
3. Булычев, М.А. Математическое моделирование и оптимизация кузовов полувагонов с несущим полом [Текст] + [Электронный ресурс]: монография/ М.А. Булычев, Д.Г. Бейн; под ред. В.П. Лозбинева. – Брянск: БГТУ, 2014. – 183 с. – 20 экз.

б) дополнительная литература

1. Лозбинева, В.П. Проектировочные расчёты для проверки несущей способности кузовов вагонов [Текст]+[Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.П. Лозбинева, А.А. Лагутина; под ред. В.П. Лозбинева. – Брянск: БГТУ, 2010. – 103 с. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>.
2. Максина Е.Л. Техническая механика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Л. Максина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6344.html>

3. Антипин, Д.Я. Основы и практика синтеза технических решений тягового привода подвижного состава [Текст] + [Электронный ресурс]: монография/ Д.Я. Антипин, В.И. Воробьев, О.В. Измеров, А.С. Космодамианский, А.А. Пугачев. – Брянск: БГТУ, 2015. – 276 с. – 20 экз.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Электронно-библиотечная система ИД «Гребенников» (<https://grebennikon.ru>).
- 5). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
- 6). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 7). Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).
- 8). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем

- 1). Операционная система класса Microsoft Windows.
- 2). Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.
- 3). Система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D».
- 4). Программный комплекс Siemens NX 11 & Siemens Femap 11.3.2. Договор № 01-ID/2017 от 7 марта 2017 г.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения

- консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
 - дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
 - обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

11.1. Методические материалы для педагогических работников

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

Организация теоретического обучения предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

Организация практических занятий по дисциплине направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ОПК-4.1	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-13). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-13).	Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине.

12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 14.

Таблица 14 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий («отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный («хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый («удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.
Низкий («неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
«Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Основы механики подвижного состава», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования (edu.tu-bryansk.ru), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Основы механики подвижного состава».

13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.