

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «07» июня 2021 г. № 78

**Б1.В.ДВ.06.02 Основы механики
деформирования деталей вагонов**

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Грузовые вагоны

Квалификация выпускника – инженер путей сообщения

Форма и срок обучения – очная форма, 5 лет обучения; заочная форма, 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 3 Формы промежуточной аттестации в семестрах

Часов по учебному плану – 108 очная форма обучения:

зачёт 5

заочная форма обучения:

зачёт 4

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	7	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	51	51
– лекции	34	34
– практические (семинарские)		
– лабораторные	17	17
Самостоятельная работа	57	57
Экзамен		
Итого	108	108

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	Итого	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	12	12
– лекции	4	4
– практические (семинарские)		
– лабораторные	8	8
Самостоятельная работа	92	92
Экзамен		
Зачет	4	4
Итого	108	108

УП – учебный план.

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог, утверждённым приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 215.

Программу составил(и):
докт. техн. наук, доцент, профессор

Л.Б. Цвик

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от 04.06.2021 г. № 9.
Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент

А.А. Тармаев

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель преподавания дисциплины	
1	Цель преподавания дисциплины: – формирование у студентов на творческом уровне навыков применения знаний по основным законам механики деформирования деталей и их разрушения применительно к инженерному анализу работоспособности и прочности конструктивных элементов железнодорожных вагонов
1.2 Задачи дисциплины	
1	передача обучающимся знания об известных аналитических решениях модельных задач строительной механики и механики деформирования, используемых при анализе нагруженности простейших несущих элементов (стержней, пластин, цилиндров и т.п.), моделирующих работу несущих элементов и узлов железнодорожных вагонов
2	передача обучающимся знания о методах инженерного анализа элементов подвижного состава на основе аналитического и численного анализа приближённых и уточнённых математических моделей деформирования строительной механики
3	формирование у обучающихся знаний об основных этапах и алгоритмах при выполнении прочностных, жесткостных и деформационных расчетов на стадии проектирования несущих элементов железнодорожных вагонов
4	выработка у обучающихся навыков применения методов численного анализа различных тел базовой геометрической формы (стержней, пластин, цилиндров и т.п. тел, в том числе в трёхмерной постановке) для различных типов внешнего силового воздействия, а также при различных условиях взаимодействия этих тел с опорами и между собой

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Б1.О.11. Физика	
Б1.О.12. Химия	
Б1.О.07. Математика	
Б1.О.08. Информатика	
Б1.О.02. История	
Б1.О.01. Философия	
Б1.О.06. Русский язык и деловые коммуникации	
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.41 Техническая диагностика подвижного состава
2	Б1.О.52 Конструирование и расчёт вагонов
3	Б1.О.55 Производство и ремонт грузовых вагонов
4	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы.

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПКС-3 Способен определять показатели надежности и безопасности при эксплуатации пассажирских вагонов	ПКС-3.1 Имеет навык работы с отраслевыми показателями надежности и безопасности при эксплуатации пассажирских вагонов	Знать: нормативные показатели надежности для оценки динамических характеристик вагонов
		Уметь: оценивать эксплуатационные факторы, влияющие на надежность вагонов и безопасность движения
	ПКС-3.2 Владеет методами расчета показателей надежности и безопасности пассажирских вагонов	Владеть: навыками работы с отраслевыми показателями надежности и безопасности движения вагонов
		Знать: устройство и взаимодействие узлов и деталей подвижного состава, а также их моделирование на основе законов механики деформирования
		Уметь: составлять расчётные схемы строительной механики для оценки работоспособности элементов подвижного состава
		Владеть: компьютерными технологиями, анализа деформации

		ций и напряжений в телах простейшей формы (брусках, пластинах, в сферических телах и цилиндрах), схематизирующих детали вагонов
--	--	---

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма					Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Се- местр	Часы				Курс/ сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Введение. Физические основы строительной механики	5					4/установочная					ПКС-3.1 ПКС-3.2
1.1	Проработка лекционного материала и подготовка к занятиям раздела 1					3					4	
1.2	Объёмное напряжённое состояние, интенсивность напряжений, закон равновесия Ньютона для напряжений /Лек/		2					2			3	
1.3	Изучение тем: "Кравевые условия для напряжений на поверхности упругого тела" и "Главные напряжения" /Ср/					2					3	
1.4	Растяжение стержня и его анализ с помощью информационных компьютерных технологий, реализованных в программной среде NASTRAN /Лаб/				2					2	3	
1.6	Деформации, соотношения Коши для деформаций, интенсивность деформаций /Лек/		4					2				
1.7	Тензоры напряжений и деформаций. Их характеристики, используемые в механике деформирования /Ср/					2					3	
1.8	Деформирование тел самоуравновешенной нагрузкой и принцип Сен-Венана. Анализ его реализации с помощью компьютерных технологий в программной среде NASTRAN. /Лаб/				2					2		
1.9	Виды закрепление тел на опорах и их влияние на дефор-					2					3	

	мирование при растяжении стержня /Ср/											
1.10	Изгиб консольной балки и его анализ с помощью информационных компьютерных технологий в программной среде NASTRAN. /Лаб/				2					2		
1.11	Связь напряжений и деформаций. Закон Гука для одномерного и общего случаев, выражения напряжений через деформации /Лек/		4								2	
1.12	Выражение модуля сдвига материала через модуль продольной упругости и коэффициент Пуассона /Ср/				2						2	
2.0	Раздел 2. Постановка и решение задач строительной механики	5					4/установочная					
2.1	Проработка лекционного материала и подготовка к занятиям раздела 2				3							
2.2	Деформирование полых цилиндров внутренним давлением. Плоско-напряжённое состояние /Ср/										2	
2.3	Упругая работа ферменной конструкции и её анализ с помощью информационных компьютерных технологий, реализованных в программной среде NASTRAN /Лаб/				2					2		ПКС-3.1 ПКС-3.2
2.4	Уравнения теории упругости в перемещениях /Лек/		4								2	
2.5	Соотношения теории упругости в цилиндрических и сферических координатах. Принцип Даламбера при рассмотрении динамических задач теории упругости /Ср/				2						2	
3.0	Раздел 3. Основные модельные задачи строительной механики	5					4/установочная					ПКС-3.1 ПКС-3.2

3.1	Проработка лекционного материала и подготовка к занятиям раздела 3					3							
3.2	Нагружение тонкостенных цилиндров краевой осесимметричной нагрузкой /Ср/												2
3.3	Одноосное растяжение пластины с отверстием эллиптической формы и его моделирование с помощью информационных компьютерных технологий, реализованных в программной среде NASTRAN /Лаб/												2
3.4	Плоская задача строительной механики /Лек/		4										2
3.5	Осесимметричное деформирование полого цилиндра внутренним давлением в условиях плоской деформации /Ср/					2							2
3.6	Нагружение полуплоскости плоским штампом /Ср/					2							2
3.7	Растяжение тонкой пластины с трещиной и его моделирование с помощью информационных компьютерных технологий в программной среде NASTRAN. /Лаб/					2							2
3.8	Осесимметричная задача теории упругости /Лек/		4										2
3.9	Осесимметричное растяжение упругого полупространства со сферической полостью. Осесимметричное растяжение упругого полупространства со сфероидальной полостью /Ср/					2							2
3.10	Прессовое соединение цилиндров с натягом. Теоретический анализ /Ср/												2
3.11	Моделирование с помощью информационных компьютерных технологий					2							2

	контактного взаимодействия упругих сферы и полупространства /Лаб/										
3.12	Постановка задач термоупругости /Лек/		4								2
3.13	Наружный осесимметричный обогрев полого цилиндра. Осесимметричный обогрев полого цилиндра /Ср/					2					2
3.14	Наружный обогрев и термоупругое деформирование полого упругого цилиндра и его моделирование с помощью информационных компьютерных технологий в программной среде NASTRAN /Ср/					2					2
3.15	Растяжение упругого тела со сферoidalной полостью и его моделирование с помощью информационных компьютерных технологий, реализованных в программной среде NASTRAN /Лаб/					2					2
3.16	Внутренний разогрев полого цилиндра осесимметричным температурным полем /Ср/					2					2
3.17	Поперечные свободные колебания бруса с различными условиями закрепления /Ср/					2					2
4.0	Раздел 4. Теоретические основы информационных компьютерных технологий решения задач строительной механики	5					4/установочная				
4.1	Проработка лекционного материала и подготовка к занятиям раздела 4					3					
4.2	Метод конечных элементов (МКЭ). Дискретная формулировка основных законов строительной механики /Лек/		4								4
4.3	Аппроксимация пе-					2					2

ПКС-3.1
ПКС-3.2

	ремещений и напряжений в пределах конечного элемента. Локальные координаты и функции формы конечного элемента/Ср/										
4.4	Линейные и квадратичные конечные элементы – достоинства и недостатки/Ср/					2					2
4.5	Прессовое соединение цилиндров с натягом. и его анализ с помощью информационных компьютерных технологий, реализованных в программной среде NASTRAN /Лаб/				2						2
4.6	Основные этапы и оценка достоверности результатов применения метода конечных элементов. Применение метода в информационных компьютерных технологиях, реализованных в программной среде NASTRAN /Лек/		4								2
4.7	Возбуждение вынужденных затухающих колебаний упругого стержня и его анализ с помощью информационных компьютерных технологий, реализованных в программной среде NASTRAN /Лаб/				1						2
	Подготовка к зачёту					17	4/установочная				17

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине: оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В.	Теория упругости и пластичности: учебник Электронный адрес: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=76683&sr=1	М.: Физматлит, 2002	100% онлайн
Л1.2	Котович А.В., Станкевич И.В.	Решение задач теории упругости методом конечных элементов: учебное пособие Электронный адрес http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=257610	М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012	100% онлайн
6.1.2 Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Васильев В.З.	Основы и некоторые специальные задачи теории упругости. Электронный адрес: https://e.lanbook.com/book/6061#book	Изд-во «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012	100% онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Пимштейн П.Г.	Теория упругости: курс лекций	Иркутск: ИргУПС, 2011	44
Л3.2	Цвик Л.Б.	Вычислительная механика деформирования элементов конструкций и метод конечных элементов: учебное пособие	Иркутск: ИргУПС, 2005	185
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн": http://biblioclub.ru/			
Э2	Электронная библиотечная система «Научно-техническая библиотека МИИТ»: http://library.mii.ru/fulltext.php			
Э32	Электронно-библиотечная система «Лань»: https://e.lanbook.com/			
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы				
6.3.1 Базовое программное обеспечение				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows 7 Professional, лицензия № 49379844, обновление - контракт №0334100010018000027-0000756-02 от 28.05.2018 АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010019000029-0000756-02 от 17.09.2019г. АО СофтЛайн Трейд, контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд Windows Edu Per Device 10 Education, Соглашение № V6760694, обновление - контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, Лицензия № 48288083, обновление - контракт №0334100010018000027-0000756-02 от 28.05.2018 АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010019000029-0000756-02 от 17.09.2019г. АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд; Office Professional 2019 - Соглашение № V0709762, контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд; LibreOffice v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org			

6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
6.3.2.1	КОМПАС-3D V16, количество – 50; язык – русский; лицензионное соглашение КАД-16-1302, КОНТРАКТ №0334100010016000113-0000756-02 от 25.11.2016г.
6.3.2.2	NASTRAN (Patran CAE Solid Modeling Class pack, MD Nastran Exterior Acoustics Team pack, Fatigue Complete Package Team pack) сетевая версия; количество – 150; язык – английский; УЧ. ПРОЦ. Сертификат RE008453ISR
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Информационно-поисковая система Google-Chrome; версия 56.0; свободная версия.
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрено

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521
3	Учебная лаборатория – 1) учебный полигон с фрагментами транспортной техники; учебный полигон с образцами транспортной техники различных типов; 2) лаборатории кафедры с комплексами наглядных пособий по изучению транспортной техники и её деталей; 3) компьютерный класс, оборудованный вычислительной техникой, обеспечивающей доступ обучающемуся к сети ИНТЕРНЕТ, а также доступ к электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС через его личный кабинет
4	Учебная аудитория для проведения учебных работ, использующих компьютерные технологии: аудитория Д-318 – компьютерный класс – «АРМ кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство»» – (15 посадочных мест)
5	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулировки и доказательства теорем, формулы и т.п. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающемуся для консультации с преподавателем. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся в учебнике или конспекте, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на само-</p>

	<p>стоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
<p>Лабораторная работа</p>	<p>Лабораторная работа – вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста или бакалавра. Она состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий. Экспериментальная часть работы может выполняться в процессе исследования виртуального прототипа изучаемого объекта.</p> <p>Лабораторные работы являются неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, относятся к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины; - закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях; - получение новой информации по изучаемой дисциплине; - приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием, приборами или программными комплексами, реализующими создание виртуального прототипа исследуемого объекта. <p>Выполнение лабораторных работ базируется на материале, изложенном в лекциях или основной литературе, рекомендованной для данной дисциплины</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Обучение по дисциплине «Строительная механика вагонов» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится <u>57</u> часов по очной форме обучения и <u>92</u> часа по заочной форме обучения. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а так же указана необходимая учебная литература. Обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения, как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ). При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p> <p>ИДЗ должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017.</p> <p>Обучающемуся заочной формы обучения</p> <p>Обучающийся заочной формы обучения выполняет контрольную работу (КР). Номер варианта контрольной работы соответствует последней цифре учебного номера (шифра) обучающегося. Перед выполнением контрольной работы обучающийся должен изучить теоретический материал и разобрать решения типовых задач, которые приводятся в пособиях. Работу необходимо выполнять аккуратно, любыми чернилами, кроме красных или оформлять в электронном виде.</p> <p>Обучающийся заочной формы обучения выполняет:</p> <p>I семестр КР: «Расчет напряжённо-деформированного состояния ферменной конструкции».</p> <p>Конкретные задания размещены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p> <p>Контрольная работа должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению КР (текстовой и графической частей), сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2017</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине Б1.В.ДВ.06.02. «Основы механики деформирования деталей вагонов»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля
успеваемости промежуточной аттестации по
дисциплине
Б1.В.ДВ.06.02. «Основы механики
деформирования деталей вагонов»**

1. Общие положения

Фонд оценочных средств является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонды оценочных средств предназначены для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а так же сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

В соответствии с требованиями действующего законодательства в сфере образования, оценочные средства представляются в виде ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю), практике. С учетом действующего в Университете Положения о формах, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (высшее образование

– бакалавриат, специалитет, магистратура), в состав ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), практике включаются оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины (модуля) или прохождения практики;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения ОПОП; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Основы строительной механики вагонов» участвует в формировании компетенций:

ОПК-3	способность приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
ОПК-7	способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность
ПК-2	способность понимать устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава, владение техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорией движения поезда, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методами расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути, готовностью проводить испытания подвижного состава и его узлов, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения

Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПСК-2.2 при освоении образовательной программы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-3	способность приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;	Б1.Б.1.10 Математика-1	1	1
		Б1.Б.1.11 Физика-1	1	
		Б1.Б.1.14 Химия	1	
		Б1.Б.1.19 Начертательная геометрия	1	
		Б1.Б.1.11 Физика-2	2	
		Б1.Б.1.10 Математика-2	2	
		Б1.Б.1.13 Информатика	2	2
		Б1.Б.1.10 Математика-3	3	
		Б1.Б.1.16 Термодинамика и теплопередача	3	
		Б1.Б.1.10 Математика-4	4	
Б1.В.ДВ.05.01 Основы строительной механики вагонов	4	3		
Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	А			
ОПК-7	способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, исследовать динамику и прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность	Б1.Б.1.12 Теоретическая механика.1	2	1
		Б1.Б.1.12 Теоретическая механика.1	3	2
		Б1.Б.1.28 Сопротивление материалов	4	
		Б1.В.01 Основы конструирования вагонов	4	
		Б1.В.ДВ.05.01 Основы строительной механики вагонов	4	3
		Б1.Б.1.40.01 Основы механики подвижного состава.1	6	
		Б1.Б.1.40.02 Основы механики подвижного состава.2	6	
		Б1.В.ДВ.03.01 Методы анализа динамики	9	4

		вагонов				
		Б1.В.ДВ.03.02 Экспертиза вагонов	9			
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	A	5		
ПК-2	способность понимать устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава, владение техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорией движения поезда, методами реализации сил тяги и торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методами расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути, готовностью проводить испытания подвижного состава и его узлов, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения	Б1.Б.1.30.01 Подвижной состав железных дорог.1	3	1		
		Б1.Б.1.30.02 Подвижной состав железных дорог.2	4			
		Б1.В.ДВ.05.01 Основы строительной механики вагонов	4			
		Б2.Б.02(У) Учебная - технологическая	4			
		Б1.Б.1.31 Организация обеспечения безопасности движения и автоматические тормоза.1	7	2		
		Б1.В.03 Электрооборудование и системы жизнеобеспечения пассажирских вагонов	7			
		Б1.Б.1.31 Организация обеспечения безопасности движения и автоматические тормоза.2	8			
		Б1.Б.1.38 Теория тяги поездов	8			
		Б1.Б.1.ДС.05 Тормозные системы вагонов (теория, конструкция, расчет)	8			
		Б1.В.ДВ.03.01 Методы анализа динамики вагонов	9	3		
		Б1.В.ДВ.03.02 Экспертиза вагонов	9			
				Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	A	4

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-3, ОПК-7, ПК-2
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)/практики	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-3	способность приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;	<p>Раздел 1. Введение. Физические основы строительной механики</p> <p>Раздел 2. Постановка задач строительной механики</p> <p>Раздел 3. Основные модельные задачи строительной механики</p> <p>Раздел 4. Теоретические основы информационных компьютерных технологий решения задач строительной механики</p>	Минимальный уровень	<p>знать основные законы строительной механики – уравнения связи напряжений и деформаций, уравнения равновесия в напряжениях, а также уравнения связи деформаций и перемещений, лежащих в основе информационных технологий оценки напряжённо-деформированного состояния (НДС) тел произвольной формы, схематизирующих детали вагонов;</p> <p>уметь использовать при реализации информационных компьютерных технологий расчёта вагонов в качестве тестов аналитические решения одномерных задач строительной механики о деформировании тонких стержней и стержневых систем;</p> <p>владеть методикой оценки достоверности результатов применения информационных компьютерных технологий оценки прочности кузовов полувагонов и крытых вагонов, основанной на использовании аналитических решений задач строительной механики о деформировании тонких стержней и стержневых систем.</p>
			Базовый уровень	<p>знать двумерные математические модели деформирования, определяющие НДС несущих стенок вагонов и стенок вагонов-</p>

			<p>цистерн, а также основные методы инженерного анализа указанных элементов вагонов, лежащие в основе информационных компьютерных технологий оценки их динамики и прочности;</p> <p>уметь с помощью известных аналитических решений двумерных задач строительной механики о деформировании пластин и оболочек оценить достоверность результатов применения информационных компьютерных технологий для определения НДС тонкостенных несущих стенок полувагонов, крытых вагонов и вагонов-цистерн;</p> <p>владеть методикой оценки достоверности результатов расчёта элементов вагонов на прочность, полученных с помощью информационных компьютерных технологий, основанной на применении аналитических результатов решений двумерных уравнений строительной механики для тонкостенных пластин и осесимметричных оболочек;</p>	<p>Высокий уровень</p> <p>знать модельные решения трёхмерных пространственных задач строительной механики о напряжённо-деформируемом состоянии (НДС) тел с концентраторами напряжений и использовать их в качестве тестовых задач для оценки достоверности результатов, получаемых с помощью информационных компьютерных технологий анализа НДС элементов и</p>
--	--	--	---	---

				<p>деталей вагонов;</p> <p>уметь с помощью известных аналитических решений пространственных модельных задач строительной механики оценивать достоверность результатов применения информационных компьютерных технологий для оценки прочности деталей вагонов с концентраторами напряжений;</p> <p>владеть навыками оценки достоверности результатов анализа трёхмерного НДС и прочности объёмных тел базовой геометрической формы (плит, цилиндров, упругого пространства и т.п.), схематизирующих несущие элементы вагона, при наличии в них концентраторов напряжений.</p>
ОПК-7	<p>способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний основ статистики и динамики твердых тел, исследовать динамику прочность элементов подвижного состава, оценивать его динамические качества и безопасность</p>	<p>Раздел 1. Введение. Физические основы строительной механики</p> <p>Раздел 2. Постановка задач строительной механики</p> <p>Раздел 3. Основные модельные задачи строительной механики</p> <p>Раздел 4. Теоретические основы информационных компьютерных технологий решения задач строительной механики</p>	<p>Минимальный уровень</p>	<p>знать методику создания одномерных геометрических и деформационных моделей (виртуальных прототипов) деталей и узлов вагонов, необходимых для анализа их динамики и прочности с помощью информационных компьютерных технологий;</p> <p>уметь создавать и исследовать с помощью компьютерных технологий одномерные виртуальные прототипы деформируемых тел, схематизирующих стойки и детали обвязки кузовов крытых вагонов, позволяющих анализировать их прочность с помощью информационных компьютерных технологий;</p> <p>владеть навыками создания одномерных геометрических и</p>

			<p>деформационных моделей (виртуальных прототипов) деталей и узлов вагонов, необходимых для анализа их динамики и прочности с помощью информационных компьютерных технологий;</p>
			<p>методику создания одномерных и двумерных виртуальных прототипов элементов вагона, в том числе подкреплённых пластин и стержневых рам, схематизирующих подкреплённые обшивки вагона и рамы его тележек, необходимых для анализа их динамики и прочности с помощью информационных компьютерных технологий;</p>
		Базовый уровень	<p>анализировать динамику и прочность одномерных и двумерных виртуальных прототипов, в том числе подкреплённых пластин и стержневых рам, схематизирующих подкреплённые обшивки вагонов, рам тележек и т.п.), необходимых для анализа их динамики и прочности с помощью информационных компьютерных технологий;</p>
			<p>навыками создания одномерных и двумерных виртуальных прототипов элементов вагона, в том числе подкреплённых пластин и стержневых рам, схематизирующих подкреплённые обшивки вагона и рамы его тележек, необходимых для анализа их динамики и прочности с помощью информационных компьютерных технологий;</p>
		Высокий уровень	<p>знать методику представления расчётных схем</p>

				<p>устройства и статического и динамического взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики в виде твёрдых упругих тел;</p> <p>уметь разрабатывать и анализировать с помощью компьютерных технологий расчётные схемы устройства и статического и динамического взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики;</p> <p>владеть навыками применения компьютерных технологий прочностного анализа расчётных схем, моделирующих устройство и статическое и динамическое взаимодействие узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики в виде твёрдых упругих тел – брусьев, толстостенных цилиндров, массивных тел с отверстиями и выемками.</p>
ПК-2	<p>способность понимать устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава, владение техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к подвижному составу при выпуске после ремонта, теорией движения поезда, методами реализации</p>	<p>Раздел 1. Введение.</p> <p>Физические основы строительной механики</p> <p>Раздел 2. Постановка задач строительной механики</p> <p>Раздел 3. Основные модельные задачи строительной механики</p> <p>Раздел 4. Теоретические основы информационных</p>	Минимальный уровень	<p>знать методику представления расчётных схем устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования простейших конструктивных элементов строительной механики – стержней, пластин и оболочек, не имеющих</p>

СИЛ ТЯГИ И

КОМПЬЮТЕРНЫХ

КОНСТРУКТИВНЫХ

	<p>торможения, методами нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов, технологиями тяговых расчетов, методами обеспечения безопасности движения поездов при отказе тормозного и другого оборудования подвижного состава, методами расчета потребного количества тормозов, расчетной силы нажатия, длины тормозного пути, готовностью проводить испытания подвижного состава и его узлов, осуществлять разбор и анализ состояния безопасности движения</p>	<p>технологий решения задач строительной механики</p>	<p>концентраторо в механических напряжениях;</p> <p>уметь разрабатывать и анализировать с помощью компьютерных технологий расчётные схемы устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования простейших конструктивных элементов строительной механики;</p> <p>владеть компьютерными технологиями прочностного анализа расчётных схем, моделирующих устройство и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования простейших конструктивных элементов строительной механики – стержней, пластин и оболочек, не имеющих конструктивных концентраторо в напряжениях.</p> <p>Базовый уровень</p> <p>знать методику представления расчётных схем устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования двумерных конструктивных элементов строительной механики – тонкостенных пластин и оболочек, имеющих конструктивные концентраторы напряжений в виде круговых или эллиптических отверстий;</p> <p>уметь разрабатывать и анализировать с помощью компьютерных технологий расчётные схемы устройства и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе</p>
--	--	---	---

			<p>использования конструктивных элементов строительной механики в виде пластины оболочек, имеющих конструктивные концентраторы механических напряжений в виде круговых или эллиптических отверстий;</p> <p>владеть компьютерными технологиями прочностного анализа расчётных схем, моделирующих устройство и взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики в виде пластины оболочек, имеющих конструктивные концентраторы механических напряжений в виде отверстий круговой и эллиптической формы.</p> <p>знать методику представления расчётных схем устройства и статического и динамического взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики в виде твёрдых упругих тел;</p> <p>Высокий уровень уметь разрабатывать и анализировать с помощью компьютерных технологий расчётные схемы устройства и статического и динамического взаимодействия узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики;</p>
--	--	--	--

			владеть навыками применения компьютерных
--	--	--	--

				технологий прочностного анализа расчётных схем, моделирующих устройство и статическое и динамическое взаимодействие узлов и деталей подвижного состава на основе использования конструктивных элементов строительной механики в виде твёрдых упругих тел – брусьев, толстостенных цилиндров, массивных тел с отверстиями и выемками.
--	--	--	--	--

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины**

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства(форма проведения)
4 семестр				
1	1-2	Текущий контроль	Тема: "Растяжение и изгиб балки анализ их напряжённого состояния и прочности с помощью информационных технологий средствами программного комплекса NASTRAN" Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта. /Лаб/	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2 Защита лабораторной работы
2	3-4	Текущий контроль	Тема: "Упругое деформирование ферменной конструкции и анализ её напряжённого состояния и прочности с помощью информационных технологий средствами программного комплекса NASTRAN" Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2 Защита лабораторной работы
3	5-6	Текущий контроль	Тема 1: "Одноосное растяжение пластины с малыми отверстиями круговой и эллиптической формы анализ напряжённого состояния прочности таких пластин с помощью информационных технологий средствами программного комплекса NASTRAN" Тема 2: "Одноосное растяжение пластины с малым отверстием эллиптической формы и анализ	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2 Защита лабораторной работы

			напряжённого состояния и		
--	--	--	--------------------------	--	--

			<p>прочности этой пластины с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.</p>		
4	7-8	Текущий контроль	<p>Тема 1: "Осесимметричное деформирование полого цилиндра внутренним давлением в условиях плоской деформации и анализ его напряжённого состояния с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN "</p> <p>Тема 2: "Растяжение тонкой пластины с малой трещиной (дефектом) и анализ её напряжённого состояния с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN и анализ её напряжённого состояния с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.</p>	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Защита лабораторной работы
5	9-10	Текущий контроль	<p>Тема 1: "Осесимметричное растяжение упругого тела сферической полостью (дефектом). и анализ его напряжённого состояния и прочности с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Тема 2: "Осесимметричное растяжение упругого тела с эллиптической полостью (сфероидным дефектом). и анализ его напряжённого состояния и прочности с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.</p>	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Защита лабораторной работы

6	11-12	Текущий контроль	Тема1: " Нагружение полуплоскости плоским штампом и анализ контактного взаимодействия с помощью информационных компьютерных технологий средствами	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Защита лабораторной работы
---	-------	------------------	---	--------------------------	----------------------------

			<p>программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Тема 2: " Прессовое соединение цилиндров с натягом и анализ его напряжённого состояния с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN. "</p> <p>Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.</p>		
7	13-14	Текущий контроль	<p>Тема 1: " Моделирование контактного взаимодействия упругих сферы и полупространства и анализ напряжённого состояния сопрягаемых тел и их прочности с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.</p>	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Защита лабораторной работы
8	15-16	Текущий контроль	<p>Тема 1: " Наружный осесимметричный обогрев полого цилиндра и анализ его термонапряжённого состояния и прочности с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Тема 2: " Внутренний разогрев полого цилиндра осесимметричным температурным полем и анализ его термонапряжённого состояния и прочности с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта.</p>	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Защита лабораторной работы
9	17-18	Текущий контроль	<p>Тема 1: " Поперечные свободные колебания бруса и анализ его поведения с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Тема 2: " Переходные процессы при вынужденных колебаниях бруса и анализ его поведения с помощью информационных компьютерных технологий средствами программного комплекса NASTRAN"</p> <p>Выполнение индивидуального задания и</p>	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Защита лабораторной работы

			оформление отчёта.		
--	--	--	--------------------	--	--

10	18	Промежуточная аттестация – зачёт	Раздел 1. Введение. Физические основы строительной механики Раздел 2. Постановка задач строительной механики Раздел 3. Основные модельные задачи строительной механики Раздел 4. Теоретические основы информационных компьютерных технологий решения задач строительной механики	ОПК-3, ОПК-7, ПК-2	Устно (вопросы и задания по разделам)
----	----	----------------------------------	---	--------------------------	---------------------------------------

3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
2	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
4	Зачёт	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачёту

Критерии и шкалы оценивания результатов выполнения лабораторной работы при проведении текущего контроля успеваемости

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические

	знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много	Минимальный

		неточностей при ответе на дополнительные вопросы	
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на вопросы и при	Компетенции не

		выполнении заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	сформированы
--	--	--	--------------

4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Перечень теоретических вопросов, расчётных и практических заданий к зачёту

1. Основные задачи, а также роль строительной механики и механики деформирования в обеспечении работоспособности вагонов. Критериальные характеристики напряжённо-деформированного состояния несущих элементов вагонов и экспериментальные данные о критериях прочности их несущих элементов.

2. Характеристики напряжённого состояния деталей вагонов, нормальные и касательные напряжения в них. Примеры напряжённых состояний в несущих элементах вагонов – растяжение, изгиб, кручение, концентрация напряжений, контактное взаимодействие.

3. Касательные напряжения. Симметрия компонент касательных напряжений. Примеры деталей вагонов, подверженных значительным касательным напряжениям.

4. Уравнения равновесия напряжений для случая одномерного деформирования стержней продольными одноосными усилиями, примеры деталей вагонов, находящихся в условиях одноосного растяжения.

5. Перемещения и деформации материала детали, нагруженной внешними силами. Характеристики деформированного состояния в одномерном случае, примеры деталей вагонов, находящихся в условиях одноосного растяжения.

6. Связь перемещений и линейных деформаций (соотношения Коши) для материала детали, нагруженной внешними силами в случае объёмного трёхмерного деформирования, роль деформационных критериев работоспособности для несущих элементов вагонов.

7. Связь перемещений и сдвиговых деформаций (соотношения Коши) в случае объёмного трёхмерного деформирования, Примеры сдвиговых деформаций конструктивных элементов вагонов.

8. Поперечные деформации при одноосном растяжении стержней. Коэффициент Пуассона.

9. Математические модели деформирования, величины, входящие в них, состав их уравнений, математический тип этих уравнений, их роль при оценке работоспособности несущих элементов вагонов и основные современные методы их анализа.

10. Краевые условия деформирования несущих элементов вагонов – основные типы и примеры реализации краевых перемещений, краевых распределённых нагрузок, а также условий контактного взаимодействия в несущих элементах вагонов.

11. Напряжения на наклонной площадке, тензор напряжений, главные напряжения критерии прочности материала несущих элементов вагона.

12. Системы координат при описании напряжённо-деформированного состояния деформируемых деталей. Преобразование поворота и тензор напряжений в двумерном случае.

13. Криволинейные системы координат. Полярная система координат.

14. Напряжения на наклонной площадке и формулировка краевых условий в напряжениях для несущих конструктивных элементов различного назначения.

15. Интенсивность напряжений и её роль при оценке прочности деталей вагонов.

16. Кривые деформирования различных конструкционных сталей. Предел упругости и предел текучести конструкционных сталей. Механические характеристики конструкционных сталей, применяемых при изготовлении деталей вагонов.

17. Интенсивность напряжений и критерий возникновения пластических деформаций в деформируемом теле.

18. Главные напряжения и коэффициент вида напряжённого состояния. Влияние вида напряжённого состояния на ресурс пластичности несущих элементов конструкций.

19. Усталость металла и её связь с ресурсом пластичности материала. Пути повышения трещиностойкости несущих элементов вагона.

20. Пример построения простейшей одномерной математической модели деформирования стержня продольными нагрузками. Основные законы деформирования для этого случая и их приведение к виду, удобному для анализа. Пути обобщения этой модели на случай объёмного деформирования несущих элементов вагонов.

21. Математическая модель объёмного трёхмерного деформирования и её роль при оценке прочностной работоспособности несущих элементов вагонов.

22. Плоская задача теории упругости. Задача об одноосном растяжении тонкой пластины с малым отверстием круговой формы, приведите примеры растягиваемых деталей вагонов с концентраторами напряжений в виде круговых отверстий.

23. Плоская задача теории упругости. Задача об одноосном растяжении тонкой пластины с малым отверстием эллиптической формы, приведите примеры растягиваемых деталей вагонов с концентраторами напряжений в виде отверстий эллиптической формы.

24. Осесимметричные задачи упругого деформирования, задача об осесимметричном растяжении кольцевой пластины с отверстием (задача Ламе для кольцевой пластины), примеры деталей вагонов с концентраторами напряжений в виде круговых отверстий.

25. Осесимметричные задачи упругого деформирования, задача об осесимметричном нагружении внутренней и наружной поверхностей полой сферы (задача Ламе для сферы).

26. Уравнения связи напряжений и деформаций при наличии температурных деформаций. Математическая модель термоупругого деформирования.

27. Задача термоупругости о неравномерном нагреве тонкой пластины, закреплённой по краям.

28. Задача о напряжённом состоянии одноосно деформируемых тел со сферической полостью (дефектом в виде сферической поры), её роль при оценке концентрации напряжений в несущих элементах вагонов вблизи дефектов металла в виде пор сферической формы.

29. Задача об одноосном деформировании тел с полостью сфероидальной формы, её роль при оценке концентрации напряжений в несущих элементах вагонов вблизи дефектов металла в виде пор эллипсоидальной формы.

30. Двумерный анализ плоского изгиба балок, оценка погрешности приближенной одномерной теории науки о сопротивлении материалов.

31. Задача о напряженной посадке с натягом соосных цилиндров, примеры несущих элементов вагонов, соединённых с натягом.

32. Задача об одноосном растяжении тонкой пластины с малой трещиной. Виды трещин.

33. Коэффициент интенсивности напряжений в упругом теле с трещиной. Устойчивость трещин и хрупкое разрушение упругих тел.

34. Задача о контактном взаимодействии жёсткого штампа с плоским основанием и упругой полуплоскости. Пример контактного взаимодействия с угловой точкой на контакте деталей вагона.

35. Задача о контактном взаимодействии выпуклых упругих тел (задача Герца). Контактное взаимодействие колеса и рельса, его особенности и влияние на износ поверхностей катания колёс и рельсов.

36. Оцените с помощью заданных формул концентрацию напряжений вблизи круговых отверстий в одноосно растягиваемой круглой тонкой пластине с круговым отверстием. Приведите примеры растягиваемых деталей вагонов с концентраторами напряжений в виде круговых отверстий.

37. Оцените с помощью заданных формул концентрацию напряжений при одноосном деформировании тел со сферической полостью. Поясните роль этой задачи при оценке концентрации напряжений в несущих элементах вагонов вблизи дефектов металла в виде пор сферической формы.

38. Оцените с помощью заданных формул погрешность одномерной теории плоского изгиба балок для балки с заданными геометрическими размерами.

39. Оцените с помощью заданных формул размер пятна контакта между двумя соприкасающимися упругими телами сферической формы.

40. Вариационный принцип минимума Лагранжа для упруго деформируемых тел. Его роль для приближённого решения задач механики деформирования.

41. Метод рядов при решении задач механики деформирования, его теоретические основы и основные этапы. Примеры выбора базисных функций. Факторы определяющие погрешность метода рядов.

42. МКЭ как метод рядов (одномерный случай) – описание выбора и свойства базисных функций с линейным представлением перемещений.

43. Основные этапы реализации метода в одномерном случае. Матрица жёсткостиконечного элемента. Матрица

44. МКЭ в двумерном случае. Конечные элементы с линейным представлением перемещений. Условия равновесия узлов дискретизации в двумерном случае.

45. Основные достоинства и возможные погрешности МКЭ. Теоретические и практические методы оценки и снижения погрешности метода конечных элементов при проведении конкретного инженерного расчёта.

46. МКЭ в двумерном случае. Теоретическая оценка погрешности МКЭ в зависимости от формы и размера конечных элементов.

47. Погрешность МКЭ. Практические методы её оценки и снижения при оценке напряжённо-деформированного состояния несущих элементов вагона.

48. Компьютерные технологии реализации МКЭ, входная информация, необходимая для подготовки конечноэлементного расчёта напряжений и деформаций в деформируемых деталях.

49. Компьютерные технологии реализации МКЭ при оценке напряжённо-деформированного состояния деталей вагонов.

50. Различные типы конечных элементов, выбор их типа и характера конечноэлементной разбивки при моделировании напряжённо-деформированного состояния деформируемых деталей вагонов с помощью современных компьютерных технологий.

51. Реализация МКЭ в задаче о растяжении стержня. Порядок решения задачи с помощью программных средств, реализующих МКЭ. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

52. Реализация МКЭ в задаче об изгибе стержня. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Методика снижения погрешности получаемого приближения.

53. Реализация МКЭ в задаче об осесимметричном растяжении тонкой круговой пластины с малыми отверстиями круговой формы (расположение зоны максимального уровня напряжений). Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

54. Реализация МКЭ в задаче об одноосном растяжении тонкой круговой пластины с малым отверстием круговой формы (расположение зоны максимального уровня напряжений). Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

55. Реализация МКЭ в задаче об одноосном растяжении тонкой круговой пластины с малым отверстием эллиптической формы. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

56. Реализация МКЭ в задаче о нагружении кругового полого цилиндра внутренним давлением. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

57. Реализация МКЭ в задаче об одноосном растяжении кругового цилиндра с малой сферической полостью. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

58. Реализация МКЭ в задаче о деформировании упругой полуплоскости жёстким штампом. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения. Связь задачи с контактным взаимодействием ступицы колеса и оси колёсной пары тележки вагона.

59. Реализация МКЭ в задаче об одноосном растяжении тонкой пластины с малой трещиной. Порядок и особенности решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Метод снижения погрешности получаемого приближения.

60. Реализация МКЭ в задаче о моделировании посадки с натягом соосных цилиндров. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Связь задачи с моделированием соединения с натягом колеса и оси колёсной пары тележки вагона.

61. Реализация МКЭ в задаче о контакте упругой сферы с упругим полупространством. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений. Связь задачи с контактным взаимодействием колеса и рельса.

62. Реализация МКЭ в осесимметричной задаче о термонапряжённом состоянии упругого цилиндра, обогреваемого заданным температурном поле. Порядок решения. Расположение зоны максимального уровня напряжений.

5 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачёта оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта преподаватель использует для оценивания типовую процедуру зачёта в форме собеседования по билетам, включающим в себя два теоретических вопроса, а также одно практическое задание. Указанные вопросы задания сформулированы таким образом, что позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. Кроме того, преподаватель учитывает результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра, полученные при защите лабораторных работ. Теоретические вопросы и практические задания выбираются из перечня вопросов к зачёту.

С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Распределение теоретических вопросов по билетам для зачёта находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не

выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС.

На зачёте обучающийся берет билет, для подготовки ответа на билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления.

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля(без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Составитель _____ Л.Б. Цвик

