

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА

приказ ректора

от «31» мая 2019 г. № 377-1

Б1.О.47 Динамика вагона

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Пассажирские 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. – 7

Часов по учебному плану – 252

Формы промежуточной аттестации в семестрах/на курсах

очная форма обучения:

зачет 5, экзамен 6, курсовая работа 6

заочная форма обучения:

зачет 4, экзамен 5, курсовая работа 5

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	6	Итого
Число недель в семестре	17	17	
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	51	51	102
– лекции	17	34	51
– практические (семинарские)	17	17	34
– лабораторные	17		17
Самостоятельная работа	57	57	114
Зачет			
Экзамен		36	36
Итого	108	144	252

Заочная форма обучения

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4	5	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП	
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	12	14	26
– лекции	4	8	12
– практические (семинарские)	4	6	10
– лабораторные	4		4
Самостоятельная работа	92	112	204
Зачет	4		4
Экзамен		18	18
Итого	108	144	252

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



1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели преподавания дисциплины	
1	формирование у студентов теоретической базы по современным методам исследования показателей качества хода, прочности и жесткости несущих узлов подвижного состава и методам их определения с учетом всех видов нагрузок, возникающих в эксплуатации
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучить и овладеть современными средствами и методами моделирования динамики и прочности подвижного состава
2	изучить методы контроля за динамикой узлов и деталей подвижного состава в эксплуатации

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Б1.О.46 Нетяговый подвижной состав Б1.О.49 Основы конструирования вагонов Б1.О.51 Прикладное программирование в транспортной отрасли Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика Б2.О.02(У) Учебная - технологическая практика	
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.43 Тормозные системы вагонов (теория, конструкция, расчет)
2	Б1.О.44 Ресурсосберегающие технологии восстановления деталей вагонов
3	Б1.О.48 Конструирование нестандартного технологического оборудования вагоноремонтных предприятий
4	Б1.О.53 Работоспособность нетягового подвижного состава
5	Б1.О.54 Эксплуатация и техническое обслуживание грузовых вагонов
6	Б1.О.55 Производство и ремонт грузовых вагонов
7	Б1.О.56 Сохранность вагонного парка
8	Б1.В.ДВ.02.01 Трение и изнашивание узлов подвижного состава
9	Б1.В.ДВ.02.02 Триботехника
10	Б1.В.ДВ.03.01 Автоматизированные рабочие места вагонного комплекса и вагоноремонтных предприятий
11	Б1.В.ДВ.03.02 Автоматизированные системы управления вагонным комплексом
12	Б1.В.ДВ.04.01 Экспертиза вагонов
13	Б1.В.ДВ.04.02 Механика сходов вагонов
14	Б1.В.ДВ.05.01 Системы автоматизации производства и ремонта вагонов
15	Б1.В.ДВ.05.02 Машины и гибкие технологии вагоноремонтных предприятий
16	Б2.О.05(Пд) Производственная - преддипломная практика
17	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
18	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-1. Способен руководить работами на участке производства по техническому обслуживанию, ремонту и контролю технического состояния железнодорожного подвижного состава и	ПКС-1.1. Умеет применять знания устройства и конструкции вагонов, особенностей работы их деталей и узлов	Знать: конструкцию узлов и деталей вагонов; методы исследования и взаимодействия системы «вагон-путь»; оценку динамических параметров системы «вагон-путь»
		Уметь: применять полученные знания для исследования динамических характеристик вагона; рассчитывать и анализировать динамику колебаний вагона
		Владеть: методикой расчетно-экспериментального исследования амплитудно-частотных характеристик вагона

механизмов		
ПКО-3. Способен участвовать в подготовке проектов объектов подвижного состава и технологических процессов	ПКО-3.3. Владеет навыками расчета объектов подвижного состава и (или) технологических процессов	Знать: методы расчета узлов и деталей вагонов; их взаимодействие с локомотивом и элементами инфраструктуры железнодорожного пути
		Уметь: составлять и считать расчетные схемы взаимодействия узлов и деталей вагонов; анализировать их динамику
		Владеть: владеть навыками расчета узлов и деталей вагонов при их взаимодействии между собой, а также элементами железнодорожной инфраструктуры
ПКС-3. Способен определять показатели надежности и безопасности при эксплуатации грузовых вагонов/пассажирских вагонов	ПКС-3.2. Владеет методами расчета показателей надежности и безопасности грузовых вагонов /пассажирских вагонов	Знать: показатели надежности вагонов и методы их оценки, показатели безопасности колебательных систем при расчетах характеристик устойчивости вагона
		Уметь: анализировать показатели надежности вагонов и безопасности колебательных систем в соответствии с требованиями нормативно-технической документации
	ПКС-3.3. Владеет навыками применения типовых расчетных методов обоснования безопасности и работоспособности конструкции грузовых вагонов/пассажирских вагонов	Владеть: навыками расчета вагонов на устойчивость против схода с рельсов и оценки работоспособности, надежности автосцепных устройств при движении в кривых участках пути

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Очная форма					Заочная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				Курс/сессия	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Вагон и железнодорожный путь как единая механическая система	5	4	2	4	10	4/зимняя	2			10	ПКС-1.1
1.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 1	5				10	4/зимняя					
1.2	Общие сведения. Основные узлы и их назначение. Динамика подвижного состава как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения	5	4				4/зимняя	2			6	
1.3	Силовые характеристики связей в моделях вагонов	5			2		4/зимняя			2		
1.4	Составление уравнения вынужденных колебаний подвижного состава и боковой качки подвижного состава	5		2			4/зимняя				4	

1.5	Силовые характеристики связей при боковых горизонтальных колебаниях вагонов	5			2		4/зи мняя						
2.0	Раздел 2. Общие методы изучения динамики вагона	5	2	3	3	8	4/зи мняя				14	ПКО-3.3	
2.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 2	5				8	4/зи мняя						
2.2	Аналитические методы интегрирования дифференциальных уравнений	5	2				4/зи мняя				6		
2.3	Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений	5		3			4/зи мняя				8		
2.4	Простейшие модели вагонов	5			3		4/зи мняя						
3.0	Раздел 3. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути	5	3	4	2	12	4/зи мняя				22	ПКС-3.2 ПКС-3.3	
3.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 3	5				12	4/зи мняя						
3.2	Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути	5	3				4/зи мняя				8		
3.3	Исследование динамического воздействия колеса вагона на рельс при движении по неровности пути	5		2			4/зи мняя				6		
3.4	Моделирование реальной неровности пути по результатам измерений				2		4/зи мняя						
3.5	Стрелочные переводы	5		2			4/зи мняя				8		
4.0	Раздел 4. Динамика неподрессоренных масс вагона	5	8	8	8	27	4/зи мняя	2	4	2	46	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	
4.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 4	5				23	4/зи мняя						
4.2	Теория взаимодействия колеса и рельса при качении	5	2				4/зи мняя	2			8		
4.3	Динамика неподрессоренных масс подвижного состава	5		2			4/зи мняя				6		
4.4	Моделирование движения тележки в крутой круговой кривой	5			2		4/зи мняя			2			

4.5	Конструкции вагонных тележек и систем рессорного подвешивания	5	2			4/зимняя				8	
4.6	Расчет удара колеса по рельсу	5		2		4/зимняя				6	
4.7	Амплитудно-частотные характеристики колебательных процессов в моделях вагонов				2	4/зимняя					
4.8	Влияние сборки тележек на процесс движения	5		2		4/зимняя				6	
4.9	Движение экипажей по кривым участкам пути	5	4	2		4/зимняя		2		4	
4.10	Оценка устойчивости колесной пары от вползания гребня на головку рельса	5			2	4/зимняя		2		4	
4.11	Вертикальные колебания вагонов при движении по реальной неровности пути	5			2	4/зимняя					
4.12	Подготовка к зачету	5				4/зимняя				4	
4.13	Зачет	5				4/летняя					ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3
5.0	Раздел 5. Колебания вагонов с одинарным рессорным подвешиванием	6	14	4		4	5/установ	2	2	22	ПКС-1.1 ПКО-3.3
5.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 5	6				4	5/установ				
5.2	Системы одинарного рессорного подвешивания. Выбор расчетных схем для исследования колебаний	6	4				5/установ	2		4	
5.3	Собственные и вынужденные колебания кузова на рессорах	6	2				5/установ			2	
5.4	Динамические гасители	6		2			5/установ			4	
5.5	Горизонтальные боковые колебания вагона при движении	6	2				5/установ			2	
5.6	Оценка динамических качеств грузового вагона	6		2			5/установ		2	4	
5.7	Характеристики возмущений, вызывающих колебания вагонов	6	2				5/установ			2	
5.8	Влияние сил трения в подвешивании на динамические свойства грузового вагона	6	4				5/установ			4	
6.0	Раздел 6. Колебания вагонов с двойным рессорным подвешиванием	6	4	2		4	5/установ			10	ПКС-1.1 ПКО-3.3
6.1	Проработка лекционного материала и подготовка к	6				4	5/установ				

	практическим занятиям раздела 6											
6.2	Собственные и вынужденные колебания кузова на рессорах	6	2				5/уст анов				2	
6.3	Оценка динамических качеств пассажирского вагона	6		2			5/уст анов				4	
6.4	Влияние сил трения в подвешивании на динамические свойства пассажирского вагона	6	2				5/уст анов				4	
7.0	Раздел 7. Устойчивость движения вагонов на прямых и кривых участках пути	6	8	5		4	5/уст анов	2	2		16	ПКО-3.3 ПКС-3.2
7.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 7	6				4	5/уст анов					
7.2	Устойчивость колес против сходов с рельсов	6	2	3			5/уст анов	2			6	
7.3	Поперечная устойчивость вагона	6	2				5/уст анов				4	
7.4	Устойчивость вагона против опрокидывания. Устойчивость вагонов в поезде при воздействии продольных сил	6	4	2			5/уст анов		2		6	
8.0	Раздел 8. Продольные силы в поезде	6	6	6		5	5/уст анов	2	2		20	ПКС-1.1 ПКС-3.3
8.1	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям раздела 8	6				5	5/уст анов					
8.2	Силы тяги локомотива, действующие на вагоны. Уравнение движения поезда и методы его движения	6	2	2			5/уст анов	2			4	
8.3	Продольные силы в ударно-тяговых приборах при маневровых соударениях вагонов	6	2				5/уст анов				4	
8.4	Особенности ударно-тяговых приборов. Силовая характеристика поглощающих аппаратов	6		2			5/уст анов		2		4	
8.5	Продольные силы в поезде при установившихся и переходных режимах движения	6	2				5/уст анов				4	
8.6	Опытные и расчетные данные о величинах и повторяемости продольных сил	6		2			5/уст анов				4	
9.0	Раздел 9. Экспериментальные исследования динамики вагона	6	2			40	5/уст анов	2			44	ПКО-3.3 ПКС-3.3
9.1	Проработка лекционного материала и подготовка к	6				2	5/уст анов					

	практическим занятиям раздела											
9.2	Лабораторные и стендовые испытания. Поездные испытания. Принципы построения моделей колебательного процесса	6	2				5/установ	2			4	
9.3	Курсовая работа. Расчет динамических характеристик вагона	6				36	5/установ				36	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3
9.4	Подготовка к экзамену	6				2	5/зимняя				4	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3
6.5	Экзамен	6					5/зимняя					ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3

* Код индикатора достижения компетенции проставляется или для всего раздела, или для каждой темы или для каждого вида работы.

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
6.1.1.1	Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д.	Динамика вагона: учеб. для вузов по специальностям ж.-д. трансп.	М.: Транспорт, 1991	66
6.1.1.2	Лукин В.В. и др.	Конструирование и расчет вагонов: учеб. для вузов ж.-д. трансп.	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2011	188
6.1.1.3	Азовский А.П. и др.	Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	М.: Маршрут, 2005	282

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/100% онлайн
6.1.2.1	Вериги М.Ф.	Динамика вагонов: Конспект лекций по спец. "Вагоностроение и вагонное хоз-во"	М.: [б. и.] (ВЗИИТ)	24
6.1.2.2	Кошелев В.А. и др.	Изучение колебаний вагонов с помощью ЭВМ: учеб. пособие	Л.: [б. и.], 1983	28
6.1.2.3	Коган А.Я.	Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом	М.: Транспорт, 1997	50

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
6.1.3.1		не предусмотрено		
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
6.2.1		Сайт для студентов-железнодорожников http://www.pomogala.ru		
6.2.2		Форум работников железнодорожного транспорта http://railway.kanaries.ru		
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы				
6.3.1 Базовое программное обеспечение				
6.3.1.1		ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844		
6.3.1.2		Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org		
6.3.2 Специализированное программное обеспечение				
6.3.2.1		MathCAD_student 15.0, количество – 50, лицензия № 434692		
6.3.3 Информационные справочные системы				
6.3.3.1		не используется		
6.4 Правовые и нормативные документы				
6.4.1		не используется		

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, 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. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Метода конечных элементов (CAD/CAE)» (Д-318). Оснащение лаборатории: учебная мебель, компьютеры, учебные стенды. Учебная лаборатория «Мини депо» (Е-00). Оснащение лаборатории: тележка грузового и пассажирского вагона; стенд для изучения конструкции и технического обслуживания буксовых узлов и подшипников; стенд для изучения конструкции, технического обслуживания и принципа работы автосцепного устройства; коллекция поглощающих аппаратов и их деталей; комплект шаблонов для проверки осей, колес, автосцепок; тормозоиспытательный стенд; разрезной стенд автосцепок; детали рессорного подвешивания.
4	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	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; помечать 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, то

	<p>необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.</p>
Практическое занятие	<p>Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.</p> <p>Обучающийся должен готовиться к семинарским занятиям: прорабатывать лекционный материал, готовить доклады и выступления по темам семинарских занятий в соответствии с тематическим планом. При изучении дисциплины нельзя ограничиваться лекционным материалом и только одним учебником. Ряд тем курса может быть вынесен преподавателем на самостоятельное изучение, с обсуждением соответствующих вопросов на семинарских занятиях.</p> <p>Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия</p>
Лабораторное занятие	<p>На лабораторных занятиях важно понимание обучающимися таких фундаментальных понятий как «цель работы», «выводы» из полученных результатов, рекомендации по их использованию.</p> <p>Порядок проведения лабораторного занятия: текущий контроль подготовленности студентов к выполнению конкретной лабораторной работы, выполнения ее задач, подготовка индивидуального отчета о проделанной работе и защита его перед преподавателем. Выполнение лабораторной работы оценивается преподавателем.</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Динамика вагона» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. На самостоятельную работу отводится 114 часов по очной форме обучения и 204 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) и расчетно-графических работ (РГР). 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>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>	

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине**

Б1.О.47 Динамика вагона

Приложение 1 к рабочей программе

Специальность – 23.05.05 Подвижной состав железных дорог

Специализация – Грузовые вагоны

ИРКУТСК

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 также 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.

Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Динамика вагона» участвует в формировании компетенций:

ПКС-1. Способен руководить работами на участке производства по техническому обслуживанию, ремонту и контролю технического состояния железнодорожного подвижного состава и механизмов

ПКО-3. Способен участвовать в подготовке проектов объектов подвижного состава и технологических процессов

ПКС-3. Способен определять показатели надежности и безопасности при эксплуатации грузовых вагонов/пассажирских вагонов

Программа контрольно-оценочных мероприятий

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятие/тем/раздел и т.д. дисциплины)	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
5 семестр					
1	1-2	Текущий контроль	Общие сведения. Основные узлы и их назначение. Динамика подвижного состава как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения	ПКС-1.1	Собеседование (устно)
2	1	Текущий контроль	Силовые характеристики связей в моделях вагонов	ПКС-1.1	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
3	2	Текущий контроль	Составление уравнения вынужденных колебаний подвижного состава и боковой качки подвижного состава	ПКС-1.1	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
4	2	Текущий контроль	Силовые характеристики связей при боковых горизонтальных колебаниях вагонов	ПКС-1.1	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
5	2	Текущий контроль	Раздел 1. Вагон и железнодорожный путь как единая механическая система	ПКС-1.1	Тест (компьютерные технологии)
6	3	Текущий контроль	Аналитические методы интегрирования дифференциальных уравнений	ПКО-3.3	Собеседование (устно)
7	3	Текущий контроль	Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений	ПКО-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
8	4	Текущий контроль	Простейшие модели вагонов	ПКО-3.3	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
9	4	Текущий контроль	Раздел 2. Общие методы изучения динамики вагона	ПКО-3.3	Тест (компьютерные технологии)
10	5	Текущий контроль	Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути	ПКС-3.2 ПКС-3.3	Собеседование (устно)
11	6	Текущий контроль	Исследование динамического воздействия колеса вагона на рельс при движении по неровности пути	ПКС-3.2 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
12	6	Текущий контроль	Моделирование реальной неровности пути по результатам измерений	ПКС-3.2 ПКС-3.3	Защита лабораторной работы (устно, письменно)

13	7	Текущий контроль	Стрелочные переводы	ПКС-3.2 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
14	7	Текущий контроль	Раздел 3. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути	ПКС-3.2 ПКС-3.3	Тест (компьютерные технологии)
15	8	Текущий контроль	Теория взаимодействия колеса и рельса при качении	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Собеседование (устно)
16	9	Текущий контроль	Динамика неподрессоренных масс подвижного состава	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
17	10	Текущий контроль	Моделирование движения тележки в крутой круговой кривой	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
18	11	Текущий контроль	Конструкции вагонных тележек и систем рессорного подвешивания	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Собеседование (устно)
19	12	Текущий контроль	Расчет удара колеса по рельсу	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
20	12	Текущий контроль	Амплитудно-частотные характеристики колебательных процессов в моделях вагонов	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
21	13	Текущий контроль	Влияние сборки тележек на процесс движения	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
22	14	Текущий контроль	Движение экипажей по кривым участкам пути	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Собеседование, разноуровневые задачи и задания (устно, письменно)
23	15	Текущий контроль	Оценка устойчивости колесной пары от вползания гребня на головку рельса	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
24	16	Текущий контроль	Вертикальные колебания вагонов при движении по реальной неровности пути	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Защита лабораторной работы (устно, письменно)
25	16	Текущий контроль	Раздел 4. Динамика неподрессоренных масс вагона	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Тест (компьютерные технологии)
26	17	Промежуточная аттестация	Подготовка к зачету, зачет	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Зачет (устно, письменно)
6 семестр					
27	1	Текущий контроль	Системы одинарного рессорного подвешивания. Выбор расчетных схем для исследования колебаний	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
28	1	Текущий контроль	Собственные и вынужденные колебания кузова на рессорах	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
29	2	Текущий контроль	Динамические гасители	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Разноуровневые задачи и задания

					(письменно)
30	2	Текущий контроль	Горизонтальные боковые колебания вагона при движении	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
31	3	Текущий контроль	Оценка динамических качеств грузового вагона	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
32	3	Текущий контроль	Характеристики возмущений, вызывающих колебания вагонов	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
33	4	Текущий контроль	Влияние сил трения в подвешивании на динамические свойства грузового вагона	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
34	4	Текущий контроль	Раздел 5. Колебания вагонов с одинарным рессорным подвешиванием	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Тест (компьютерные технологии)
35	5	Текущий контроль	Собственные и вынужденные колебания кузова на рессорах	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
36	6	Текущий контроль	Оценка динамических качеств пассажирского вагона	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
37	7	Текущий контроль	Влияние сил трения в подвешивании на динамические свойства пассажирского вагона	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Собеседование (устно)
38	7	Текущий контроль	Раздел 6. Колебания вагонов с двойным рессорным подвешиванием	ПКС-1.1 ПКО-3.3	Тест (компьютерные технологии)
39	8-9	Текущий контроль	Устойчивость колес против сходов с рельсов	ПКО-3.3 ПКС-3.2	Собеседование, разноуровневые задачи и задания (устно, письменно)
40	9	Текущий контроль	Поперечная устойчивость вагона	ПКО-3.3 ПКС-3.2	Собеседование (устно)
41	10	Текущий контроль	Устойчивость вагона против опрокидывания. Устойчивость вагонов в поезде при воздействии продольных сил	ПКО-3.3 ПКС-3.2	Собеседование, разноуровневые задачи и задания (устно, письменно)
42	10	Текущий контроль	Раздел 7. Устойчивость движения вагонов на прямых и кривых участках пути	ПКО-3.3 ПКС-3.2	Тест (компьютерные технологии)
43	11	Текущий контроль	Силы тяги локомотива, действующие на вагоны. Уравнение движения поезда и методы его движения	ПКС-1.1 ПКС-3.3	Собеседование, разноуровневые задачи и задания (устно, письменно)
44	12	Текущий контроль	Продольные силы в ударно-тяговых приборах при маневровых соударениях вагонов	ПКС-1.1 ПКС-3.3	Собеседование (устно)
45	13	Текущий контроль	Особенности ударно-тяговых приборов. Силовая характеристика поглощающих аппаратов	ПКС-1.1 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
46	14	Текущий контроль	Продольные силы в поезде при установившихся и переходных режимах движения	ПКС-1.1 ПКС-3.3	Собеседование (устно)
47	15	Текущий контроль	Опытные и расчетные данные о величинах и повторяемости продольных сил	ПКС-1.1 ПКС-3.3	Разноуровневые задачи и задания (письменно)
48	15	Текущий контроль	Раздел 8. Продольные силы в поезде	ПКС-1.1 ПКС-3.3	Тест (компьютерные технологии)
49	16	Текущий контроль	Лабораторные и стендовые испытания. Поездные испытания. Принципы построения моделей колебательного процесса	ПКО-3.3 ПКС-3.3	Собеседование (устно)
50	16	Текущий контроль	Раздел 9. Экспериментальные	ПКО-3.3	Тест

			исследования динамики вагона	ПКС-3.3	(компьютерные технологии)
51	17	Текущий контроль	Расчет динамических характеристик вагона	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Курсовая работа (устно, письменно)
52	17	Промежуточная аттестация	Подготовка к экзамену, экзамен	ПКС-1.1 ПКО-3.3 ПКС-3.2 ПКС-3.3	Экзамен (устно, письменно)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования. Описание шкал 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» или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

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

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор реферата раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Темы рефератов
3	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать,	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

		обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	
4	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
5	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
6	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы типовых групповых и / или индивидуальных проектов и типовое задание на курсовую работу
7	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков 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 зачету
8	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков 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 экзамену

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета.

Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных 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	Базовый

		знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	
«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 неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Реферат

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы
«хорошо»	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы
«удовлетворительно»	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод
«неудовлетворительно»	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. Реферат обучающимся не представлен

Разноуровневые задачи и задания

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Демонстрирует очень высокий/высокий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«хорошо»	Демонстрирует достаточно высокий/выше среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Все требования, предъявляемые к заданию, выполнены
«удовлетворительно»	Демонстрирует средний уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены. Демонстрирует низкий/ниже среднего уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены
«неудовлетворительно»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа. Не было попытки решить задачу

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. Программа демонстрирует устойчивую работу на тестовых наборах исходных данных, подготовленных обучающимся, но обрабатывает не все исключительные ситуации. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. Программа работает неустойчиво, не обрабатывает исключительные ситуации, тестовые наборы исходных данных не подготовлены. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Программа не разработана и/или находится в нерабочем состоянии. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы.

Критерии и шкала оценивания компьютерного тестирования

Проверяемый уровень освоения компетенции/индикатора достижения компетенции	Рекомендуемое минимальное количество тестовых заданий	Рекомендуемые формы тестовых заданий
Минимальный	30	Тестовые задания с выбором одного правильного ответа из нескольких
		Тестовые задания с выбором нескольких правильных ответов из множества ответов
		Тестовые задания на установление соответствия
		Тестовые задания на установление правильной последовательности
Базовый	7	Тестовые задания с закрытым конструируемым ответом (ввод

		одного или нескольких слов, цифры)
Высокий	3	Тестовые задания со свободно конструируемым ответом (интервью, эссе) Структурированный тест Кейсы

3. 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

3.1 Типовые темы рефератов

1. Динамические характеристики вагона
2. Динамические характеристики железнодорожного пути
3. Общие методы изучения динамики вагона
4. Железнодорожный путь в целом. Рельсы. Шпалы и промежуточные скрепления. Балластный слой. Основная площадка земляного полотна.
5. Особенности устройства пути на кривых участках. Оценка фактического состояния пути.
6. Неровности рельсового пути.
7. Динамические характеристики верхнего строения пути.
8. Стрелочные переводы.
9. Силы безударного взаимодействия колеса с рельсом при движении по коротким неровностям и стрелочным переводам.
10. Влияние неправильной сборки тележек на процесс движения.
11. Совместное действие колесных пар тележки на элементы верхнего строения пути.
12. Общая характеристика систем одинарного рессорного подвешивания.
13. Выбор расчетных схем для исследования колебаний вагона.
14. Дифференциальные уравнения колебаний кузова на рессорах.
15. Особенности системы двойного рессорного подвешивания.
16. Оценка динамических качеств грузового и пассажирского вагона.
17. Поперечная устойчивость вагона на рессорах.
18. Расчет допускаемых скоростей движения вагона по стрелочным кривым.
19. Кинематические особенности ударно-тяговых приборов
20. Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой.
21. Силы при соударениях одиночных вагонов, оборудованных упруго-фрикционными поглощающими аппаратами.
22. Сопротивление удару гидравлического поглощающего аппарата.
23. Соударение вагонов, имеющих подвижную хребтовую балку.
24. Соударение группы вагонов при маневровых работах.

3.2 Пример типовых разноуровневых задач и заданий

Определите параметр демпфирования гидравлического гасителя колебаний, установленного наклонно по формуле

$$\beta_z := \beta \cdot \sin(\alpha)^2$$

Задайте закон изменения деформации и скорости деформации связи во времени

$$\zeta(t) := A \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \zeta'(t) := A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Запишите уравнение реакции упруго-вязкой связи в виде

$$R(t) := C_z \cdot \zeta(t)$$

$$R_{z1}(t) := Cz \cdot \zeta(t) + \beta z \cdot \zeta'(t)$$

Постройте график зависимости реакции связи от времени и график силовой характеристики связи.

3.3 Перечень тем лабораторных работ

1. Силовые характеристики связей в моделях вагонов
2. Силовые характеристики связей при боковых горизонтальных колебаниях вагонов
3. Простейшие модели вагонов
4. Моделирование реальной неровности пути по результатам измерений
5. Моделирование движения тележки в крутой круговой кривой
6. Амплитудно-частотные характеристики колебательных процессов в моделях вагонов
7. Оценка устойчивости колесной пары от вползания гребня на головку рельса
8. Вертикальные колебания вагонов при движении по реальной неровности пути

3.4 Структура курсовой работы

Курсовая работа «Расчет динамических характеристик вагона» состоит из следующих разделов:

1. Составление дифференциальных уравнений движения вагона
2. Расчеты параметров гасителей колебаний
3. Проверка отсутствия валкости кузова
4. Составление дифференциального уравнения вынужденных колебаний подпрыгивания вагона при движении по регулярным неровностям пути
5. Вписывание тележки в кривую
6. Оценка устойчивости колесной пары против схода с рельсов
7. Оценка устойчивости вагона под воздействием продольных сжимающих сил
8. Проверка прохода сцепа вагонов в кривой

3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Динамические характеристики вагона.
2. Моделирование силовых характеристик связей в конструкции вагона.
3. Оценка показателей динамических качеств и безопасности движения вагона.
4. Динамические характеристики железнодорожного пути.
5. Способы аналитического представления неровности пути.
6. Моделирование неровности пути с помощью дискретных рядов Фурье.
7. Основы построения физических и математических моделей.
8. Уравнения Даламбера-Лагранжа. Способы вывода уравнений Даламбера-Лагранжа.
9. Аналитические методы интегрирования дифференциальных уравнений движения (свободные и вынужденные колебания).
10. Интегрирование дифференциальных уравнений при помощи аналоговых и цифровых компьютеров.
11. Расчет силы удара колеса по рельсу.
12. Силы безударного взаимодействия колеса с рельсом при движении по коротким неровностям.
13. Извилистое движение одиночной колесной пары и тележки.
14. Крип.
15. Пологие и крутые круговые кривые.
16. Движение тележки вагона в крутой круговой кривой со скольжением колес по рельсам.
17. Общая характеристика систем одинарного рессорного подвешивания.
18. Виды колебаний вагона в заданной системе координат.

19. Расчетные схемы вагона, основанные на различных допущениях.
20. Дифференциальные колебания кузова вагона на рессорах.
21. Свободные и вынужденные колебания кузова на рессорах с линейными упругими элементами и демпферами (гидравлическими и фрикционными гасителями колебаний).
22. Устойчивость колес против схода с рельсов.
23. Поперечная устойчивость вагона на рессорах.
24. Устойчивость вагона против опрокидывания при движении по кривым.
25. Устойчивость вагона в поезде при действии продольных сил.
26. Продольная динамика поезда.
27. Сила тяги локомотива.
28. Тяговые характеристики локомотивов.
29. Силы сопротивления движению поезда.
30. Тормозная сила поезда.
31. Уравнение движения поезда, как материальной точки и расчет тормозного пути.
32. Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой.
33. Учет влияния упруго-вязкой податливости кузова и груза.
34. Силы при соударениях единичных вагонов, оборудованных пружинно-фрикционными поглощающими аппаратами.
35. Трогание с места поезда с разрезной упряжью.
36. Колебания вагонов при установившемся режиме движения поезда на пути однородного профиля.

3.5 Перечень теоретических вопросов к экзамену

1. Какие задачи решают в динамике вагонов и методы их решения.
2. Дайте определение динамики вагона и её влияние на безопасность движения.
3. Как выбирают расчетные схемы и соответствующие расчетные параметры.
4. Какие переменные динамические силы возникают при движении вагонов.
5. Какие общие факторы способствуют возникновению колебаний вагонов.
6. Покажите в связанной системе координат направление линейных и угловых перемещений центра тяжести каждой единицы подвижного состава.
7. Какие виды движения и связи рассматривают при оценке числа степеней свободы вагона.
8. Какие перемещения совершают кузов на тележках, рамы тележек, колесные пары в рамках единой механической системы.
9. Путь и его характеристики, влияющие на динамические процессы вагонов.
10. Какие три основные схемы положения стыка относительно шпал используют для регулировки и контроля стыковых температурных зазоров.
11. Как влияет стыковой рельсовый зазор на ударно-динамическое вертикальное воздействие на путь и колесо с учетом мгновенного ударного импульса.
12. Покажите схематически, как возникают импульсные силы от соударения в стыках колес с рельсами, запишите формулу мгновенного ударного импульса.
13. Покажите в прямоугольной системе координат линейные и угловые перемещения колебательной системы на примере центра масс вагона.
14. В прямоугольной системе координат поясните три возвратно-поступательных колебания (подпрыгивание, поперечный относ, подергивание).
15. В прямоугольной системе координат поясните три возвратно-угловые колебания (галопирование, перевалка, виляние).
16. Покажите взаимосвязь факторов, влияющих на сход через схему оценки событий при авариях и крушениях.
17. Какие скрытые неочевидные причины могут привести к вкатыванию колеса на рельс или выжиманию и опрокидыванию вагона.

18. Какие скрытые неочевидные причины могут привести к саморасцепу автосцепки или излому и опрокидыванию рельса.
19. Какие скрытые неочевидные причины могут привести к выбросу бесстыкового пути или сдвига рельсошпальной решетки.
20. Какие скрытые неочевидные причины могут привести к повышению воздействия неровностей пути или воздействия ходовой части на рельс с нормативной и сверхнормативной нагруженностью вагона.
21. Какие скрытые неочевидные причины могут привести к воздействию ходовой части на рельс или распору колеи с нормативной загруженностью вагона.
22. Сформулируйте условие недопущения поднятия гребня колеса относительно головки рельса с учетом расчета по формуле Марье.
23. Запишите условие запаса устойчивости против схода колесной пары с рельсов, вытекающего из формулы Марье.
24. В методах изучения динамики вагона используют принципы аналитической механики с использованием уравнений второго закона Ньютона и принципа Даламбера, запишите и раскройте физическую сущность их составляющих.
25. Через какие параметры связаны скорость, ускорение и перемещение тела в заданной системе обобщенных координат в дифференциальных уравнениях Даламбера-Лагранжа;
26. Какие независимые друг от друга параметры называются обобщенными координатами, которые входят в форме уравнения сил и форме уравнения моментов.
27. Что называют обобщенной координатой, обобщенной скоростью, обобщенной массой, обобщенной силой, обобщенным импульсом.
28. Используя динамические показатели обобщенной координаты, обобщенной скорости, обобщенной массы, обобщенной силы, обобщенного импульса, запишите дифференциальное уравнение Лагранжа 2 рода.
29. Выделите из дифференциального уравнения Лагранжа 2 рода обобщенную силу Q и представьте её через потенциальную энергию по обобщенной координате и диссипативную функцию рассеивания.
30. Покажите расчетную схему линейной динамической системы, описанную шестью обобщенными координатами на примере трёхмассовой модели подвижного состава плюс трёхмассовая модель пути.
31. Покажите простейшую модель диссипативной и консервативной колебательной системы. Дайте определение собственных и вынужденных колебаний.
32. Запишите дифференциальные уравнения собственных колебаний для материальной точки, её скорости и ускорения, циклическую и линейную частоту, период колебания.
33. Дайте определение затухающих собственных колебаний, покажите графическое изображение изменения функции амплитуды до полного затухания в соответствии с записанным уравнением $A(t) = A_0 \cdot e^{-\delta t}$ экспоненциальных кривых, о которые график поочередно касается.
34. Запишите дифференциальные уравнения вынужденных колебаний для материальной точки, выделив в нём проекцию восстанавливающей силы и проекцию возмущающей силы.
35. Покажите графическое представление восстанавливающей силы (собственных колебаний) и возмущающей силы (вынужденных колебаний), наложенных друг на друга, запишите их суммарное дифференциальное уравнение гармонического колебания.
36. Запишите формулу амплитуды установившихся вынужденных колебаний и нарисуйте график зависимости от проекции возмущающей внешней силы при различных коэффициентах затухания - δ (например $\delta_1 = 0$; $\delta_1 < \delta_2 < \delta_3 < \delta_4$).
37. Запишите формулу амплитуды установившихся вынужденных колебаний и сделайте анализ, как влияют её параметры, например m – масса колеблющейся системы; ω_0 – циклическая частота свободных колебаний; ω – циклическая частота внешней силы; δ – коэффициент затухания на вынужденные колебания.

38. Дайте определение резонанса (резонансной циклической частоты) и постройте резонансные кривые в зависимости амплитуды от ω -циклической частоты, выделите зону резонанса, от какого параметра зависит форма резонансных кривых, приведите примеры.
39. Запишите динамическое уравнение (вынужденных колебаний) на примере простейшей модели (кузов-рессора-колесо-рельс) и покажите вертикальные перемещения z (кузова, колеса) с амплитудой $h = \text{const}$ рельса, из полученных соотношений выделите коэффициент нарастания колебаний.
40. Запишите динамическое уравнение (вынужденных колебаний) общего решения на примере простейшей модели (кузов-рессора-колесо-рельс) и покажите вертикальные перемещения z (кузова, колеса) с амплитудой $h = \text{const}$ рельса, в полученное соотношение введите равенство (условие резонанса $\nu = \omega$) и проанализируйте полученное выражение.
41. Проведите анализ приведённого уравнения, покажите его графическое представление (вынужденных колебаний $z = \frac{h \omega}{2 \varepsilon} = \sin \omega t \cdot \sin \varepsilon t$) для перемещения z подвижного состава и объясните, при каких условиях наступают колебания, называемые биением с последующим переходом их в резонанс.
42. Проведите анализ приведённого уравнения, покажите его графическое представление (вынужденных колебаний $z = \frac{h \omega}{2 \varepsilon} = \sin \omega t \cdot \sin \varepsilon t$) для перемещения z подвижного состава и объясните, как изменится уравнение при $\nu = \omega$ (условие резонанса). Покажите график развития колебаний при резонансе.
43. Проведите анализ приведённого уравнения, покажите его графическое представление (вынужденных колебаний $z = \frac{h \omega}{2 \varepsilon} = \sin \omega t \cdot \sin \varepsilon t$) для перемещения z подвижного состава и объясните, как повлияет значение периода колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega}$ на прирост величины амплитуды $\Delta z = \frac{h \omega}{2} T = \frac{h \omega}{2} \frac{2\pi}{\omega} = \pi h$ при $\nu = \omega$ (условие резонанса). Покажите график развития колебаний при резонансе.
44. Приведите схему вагона с одинарным рессорным подвешиванием с жесткостью «С», движущегося по неровности пути и совершающего только вертикальные перемещения «Z» без гасителя колебаний. Запишите уравнения движения для этой системы в общем виде, покажите суммарную жесткость рессор «С» и её связь с массой вагона «m», со статическим прогибом рессор « $f_{ст}$ ». Дайте полный анализ по формуле угловой частоты колебания $\omega = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{mg}{f_{ст} m}} = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{g}{f_{ст}}}$ [Гц] и влияния указанных параметров на ходовые качества вагона.
45. Приведите схему вагона с одинарным рессорным подвешиванием с жесткостью «С», движущегося по неровности пути и совершающего только вертикальные перемещения «Z» с гасителем колебаний заданного коэффициента демпфирования $\beta_{кр} = 2 \cdot \sqrt{cm}$. Запишите уравнения движения для этой системы в общем виде, покажите суммарную жесткость рессор «С» и её связь с массой вагона «m», со статическим прогибом рессор « $f_{ст} = \frac{mg}{c}$ ». Дайте полный анализ по формуле угловой частоты колебания $\omega = \sqrt{\frac{c}{m} - \left(\frac{\beta}{2m}\right)^2}$ [Гц] и объясните влияния указанных параметров на ходовые качества вагона.

46. Анализ членов в формуле $\omega = \sqrt{\frac{c}{m} - \left(\frac{\beta}{2m}\right)^2}$ [Гц], показывает, как влияет рост

сопротивления в гасителе колебаний $\left(\frac{\beta}{2m}\right)^2$, например до величины $\frac{c}{m}$, на возникший апериодический вид движения. Приведите схему и графическую АЧХ переходного процесса колебаний этой системы.

47. Проведите сравнительный анализ, используя принцип Даламбера ($\sum Z = 0$) и уравнений движения системы без гасителей колебаний $m \ddot{z} + cz = 0$ с включённым гасителем

колебаний $m \ddot{z} + \beta \dot{z} + cz = 0$. Раскройте физический смысл слагаемых членов записанных уравнений. Как будут видоизменяться графики АЧХ затухающих колебаний для различных коэффициентов демпфирования: а) $\beta = \beta_{кр}$; б) $\beta = 0,4 \beta_{кр}$; в) $\beta = 0,25 \beta_{кр}$.

48. Сформулируйте общую характеристику систем одинарного рессорного подвешивания (буксового и центрального) на примере грузовых тележек. Какими механическими, геометрическими свойствами и силовыми характеристиками (линейные, билинейные) обладают железнодорожные цилиндрические пружины. Раскройте физический смысл понятия порога чувствительности рессорного комплекта.

49. Как главные формы колебания вагона (подпрыгивание, галопирование, подергивание, боковая качка, боковой отход, виляние) формируют вертикальную, поперечную и продольную динамику подвижного состава.

50. Покажите обобщённые графики, наложенные друг на друга (коэффициента нарастания

амплитуды- коэффициента динамичности $\Delta = f\left(\frac{\omega}{v}\right) = \frac{h_{кузова}}{\eta_0} = \frac{D_{кузова}}{\eta_0 \text{ рельса}}$ и

коэффициента нарастания ускорений $\Delta_y = \Delta \left(\frac{\omega}{v}\right)^2$ от отношения частот собственных и

вынужденных колебаний $\left(\frac{\omega}{v}\right)$ при различных показателях демпфирования

$\gamma = \frac{\beta}{\sqrt{c \cdot m_{кузова}}}$ рессорного подвешивания.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к экзамену

1. Рассчитать силу удара гребня колеса в усовик.

Скорость поезда м,с	Vn	30
Угол набегания колеса на рельс, рад	ψ	0,03
Жесткость системы «колесо-рельс», Н/м	cr	100
Вес колесной пары, Н	14000	

2. Определить силу удара колеса по рельсу при наличии на колесе ползуна.

Длина ползуна, м	Zn	0.02
Скорость поезда, м/с	Vn	30
Жесткость в контакте колеса и рельса, Н/м	c	10^5
Масса колеса, кг	Mn	600
Масса рельса, кг	Mp	150

Диаметр колеса, м	D	0.95
-------------------	---	------

3. Новое изношенное колесо имеет следующие данные: коничность $n_1=1/20$, средний диаметр колеса $d_1=0,95\text{м}$. В результате износа профиль колеса изменился: $n_2=1/30$, $d_2=0,94\text{м}$. Определить, как по отношению к неизношенному колесу изменяется длина и частота извилистого движения колесной пары?

4. Как изменится коэффициент запаса устойчивости от вползания колеса на рельс в случае износа колеса, если неизношенное колесо имеет угол наклона гребня к горизонтали $\beta_1 = 60$ град, изношенное $\beta_2 = 67$ град. Вертикальная сила, действующая на колесо $P_1=9$ Н, горизонтальная $P_2=5\text{Н}$. Коэффициент трения $\mu=0,25$.

5. Определить время и путь схода колеса с рельса, если величина образующей рабочей части гребня $h=0,013\text{м}$, $r=0,475$ м, $\beta = 60^\circ$.

Скорость, м/с	V_n	30
Угол набегания колеса на рельс, град	ψ	0,57

6. Определить период, частоту и декремент колебаний подпрыгивания кузова грузового вагона на рессорах, если масса кузова $m=80\text{т}$, жесткость рессор одной тележки $c=800\text{т/м}$, коэффициент сопротивления гасителей колебаний одной тележки $\beta = 0.2\beta_k$.

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

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Реферат	Реферат является самостоятельной работой студента. Тема выдается индивидуально.
Разноуровневые задачи и задания	Задачи и задания выдаются на практических занятиях, предшествующих изучению предлагаемой темы. Выполняются в группах.
Тест	Тестирование проводится в конце каждого раздела для оценки усвоенного материала.
Защита лабораторной работы	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий.
Курсовая работа	Курсовая работа выполняется в течение семестра самостоятельно и на практических занятиях.

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета) составляются 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:

- перечень теоретических вопросов к зачету для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

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»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам. Билеты составлены таким образом, что в каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.


Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; три практических задания: два из них для оценки умений (выбираются из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); третье практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам 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 по дисциплине.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный 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.

Образец экзаменационного билета

 <p>ИрГУПС 2019-2020 учебный год</p>	<p align="center">Экзаменационный билет № 1 по дисциплине «Динамика вагона» 6 семестр</p>	<p align="center">Утверждаю: Заведующий кафедрой «ВиВХ» ИрГУПС Железняк В.Н.</p>
<p>1. Какие задачи решают в динамике вагонов и методы их решения.</p> <p>2. Покажите обобщённые графики, наложенные друг на друга (коэффициента нарастания амплитуды-коэффициента динамичности $\Delta = f\left(\frac{\omega}{v}\right) = \frac{h_{кузова}}{\eta_0} = \frac{D_{кузова}}{\eta_0 \text{ рельса}}$ и коэффициента нарастания ускорений $\Delta y = \Delta \left(\frac{\omega}{v}\right)^2$ от отношения частот собственных и вынужденных колебаний $\left(\frac{\omega}{v}\right)$ при различных показателях демпфирования $\gamma = \frac{\beta}{\sqrt{C \cdot m_{кузова}}}$ рессорного подвешивания.</p> <p>3. Определить горизонтальную жесткость одной витой пружины, зная Высоту свободной пружины, м $H=0,25$ Средний диаметр пружины, м $D=0,17$ Диаметр прутка пружины, м $d=0,03$ Количество рабочих витков пружины $n=4$ Модуль упругости $E = 2.1 \cdot 10^{11}$ Модуль жесткости $G = 0.8 \cdot 10^{11}$ Вертикальная деформация, м $\xi=0,06$ Статический прогиб рессорного комплекта, м $f=0,082$</p>		

