

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «07» июня 2021 г. № 79

Б1.О.50 Динамика ТиТТМО

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Специализация/профиль – Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Форма и срок обучения – очная форма 4 года

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Часов по учебному плану (УП) – 108

В том числе в форме практической подготовки (ПП) –

10

(очная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

зачет 6 семестр

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	б	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51/10	51/10
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	34/10	34/10
– лабораторные		
Самостоятельная работа	57	57
Итого	108/10	108/10

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

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 – бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 916.

Программу составил(и):

Кандидат технических наук, ст. преподаватель, И.Ю. Ермоленко

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», протокол от «4» июня 2021 г. № 9

Зав. кафедрой, кандидат технических наук, доцент

А.А. Тармаев

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование базовых знаний, методов исследования и методик расчета динамики ТиТТМО с учетом всех видов нагрузок, возникающих в эксплуатации
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучить современные подходы и методы моделирования динамики и прочности ТиТТМО;
2	изучить методы контроля и исследования динамики ТиТТМО с учетом всех видов нагрузок, возникающих в эксплуатации
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Б1.О.48 Проектирование, конструирование и испытания нетягового подвижного состава
2	Б1.В.ДВ.02.01 Восстановление деталей ТиТТМО сваркой
3	Б1.В.ДВ.03.01 Нетяговый подвижной состав
4	Б1.В.ДВ.04.01 Тяговый подвижной состав
5	Б1.В.ДВ.05.01 Строительные машины и механизмы
6	Б1.В.ДВ.06.01 Слесарное дело
7	Б1.В.ДВ.07.01 Практикум по слесарному делу
8	Б1.В.ДВ.10.01 Общий курс железных дорог
9	Б2.О.01(У) Учебная - ознакомительная практика
10	Б2.О.02(П) Производственная - технологическая (производственно-технологическая) практика
11	ФТД.01 Введение в профессию
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.37 Трение и изнашивание узлов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)
2	Б1.О.42 Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО)
3	Б1.О.47 Системы жизнеобеспечения ТиТТМО
4	Б1.О.49 Тормозные системы подвижного состава
5	Б1.В.ДВ.08.01 Компьютерный технологии расчета и проектирования подвижного состава
6	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
7	Б3.01(Д) Выполнение, подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
8	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
ПК-1 Готовность к организации эксплуатации транспортно-	ПК-1.2 Владеет навыками исследований, разработки и моделирования транспортно-технологических процессов и их элементов	Знать: силовые характеристики связей в моделях транспортно-технологических процессов; основные виды динамических воздействий на транспортно-технологические процессы, природу их возникновения; способы устранения возникающих отрицательных явлений,

технологических комплексов	воздействующих на транспортно-технологические процессы
	Уметь: применять законы математики и физики для выполнения моделирования транспортно-технологических процессов; оценивать степень опасности источников отрицательных динамических воздействий в эксплуатационной работе; составлять и решать расчетные схемы и дифференциальные уравнения транспортно-технологических процессов
	Владеть: навыками обоснования и выбора метода расчета для определения, действующих на транспортно-технологические процессы и их элементы при помощи математического аппарата; навыками расчета динамических характеристик ТнТМО

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система.						
1.1	Основные узлы и детали вагонов, их назначение. Динамика вагона как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения	6	2	2		4	ПК-1.2
1.2	Основы и методика составления уравнений движения вагона. Динамические характеристики и связи вагона как динамической системы. Классификация связей	6		2		2	ПК-1.2
1.3	Расчетная схема и виды колебаний частей вагона. Связи, обладающие упругими свойствами. Демпфирующие элементы связей (функция Релея). Методы составления уравнений движения	6		2		2	ПК-1.2
2.0	Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики железнодорожного пути.						
2.1	Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути	6	3	2		5	ПК-1.2
2.2	Оценка состояния пути. Взаимосвязь конструкции ходовых частей и рельсового пути. Особенности устройства пути в кривых (переходные кривые)	6		2/2		2	ПК-1.2
3.0	Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава.						
3.1	Характеристики возмущений вызывающих колебания вагонов. Динамика неподрессоренных масс. Классификация основных неровностей рельсового пути. Движение колесных пар по рельсовой неровности.	6	2	2		4	ПК-1.2
3.2	Расчет удара колеса по рельсу. Движение колесной пары с неисправностями колеса и рельса. Извилистое движение колесной пары	6		4/2		4	ПК-1.2
3.3	Динамические силы, вызываемые неуравновешенностью колесных пар. Методика моделирования неровностей пути с помощью рядов Фурье	6		2		2	ПК-1.2
3.4	РГР 1. Определение динамической нагрузки от колеса на рельс	6				4	ПК-1.2
4.0	Раздел 4. Колебания вагона.						
4.1	Собственные колебания вагона. Влияние сил «вязкого» трения в подвешивании. Влияние сил «сухого» трения в подвешивании	6	2	2		4	ПК-1.2
4.2	Вынужденные колебания вагона. Без учета сил трения в подвешивании. С учетом сил «вязкого» трения в подвешивании. С учетом сил «сухого» трения в подвешивании	6	2	2		4	ПК-1.2
4.3	Колебания вагона с учетом упругости пути	6		2		2	ПК-1.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
5.0	Раздел 5. Устойчивость движения динамических систем.						
5.1	Устойчивость движения динамических систем. Устойчивость движения одиночной колесной пары	6	4	2		3	ПК-1.2
5.2	Оценка безопасности движения вагонов	6		4/4		3	ПК-1.2
5.3	РГР 2. Расчет показателей динамических качеств вагона и устойчивости к выжиманию и опрокидыванию при движении	6				4	ПК-1.2
6.0	Раздел 6. Продольная динамика поезда.						
6.1	Продольная динамика поезда. Соударение вагонов. Движение по ломаному профилю пути	6	2	2		4	ПК-1.2
6.2	Оценка качества хода вагона. Динамические испытания вагонов	6		2/2		4	ПК-1.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	6					ПК-1.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34/10		57	

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

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Азовский, А. П. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / А. П. Азовский, Е. В. Александров, В. В. Кобищанов [и др.] ; под редакцией В. Н. Котуранова ; рецензенты : А. В. Смольянинов, Г. А. Симонова. Москва : Маршрут, 2005. - 490с. - Текст: электронный. - URL: https://umcزدt.ru/books/38/18637/	Онлайн
6.1.1.2	Вершинский, С. В. Динамика вагона : учеб. для вузов по специальностям ж.-д. трансп. - 3-е изд., перераб. и доп. / С. В. Вершинский, В. Н. Данилов, В. Д. Хусидов ; ред. С. В. Вершинский. М. : Транспорт, 1991. - 360с.	41
6.1.1.3	Лукин, В. В. Конструирование и расчет вагонов : учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта - 2-е изд., перераб. и доп. / В. В. Лукин, П. С. Анисимов, В. Н. Котуранов [и др.] ; под редакцией П. С. Анисимова ; рецензенты : В. А. Пронин, А. В. Смольянинов. Москва : ГОУ "УМЦ ЖДТ", 2011. - 688с. - Текст: электронный. - URL: http://umcزدt.ru/books/38/155712/	Онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Анисимов, П.С. Испытания вагонов : Монография / рец.: А. В. Смольянинов, С. И. Порядин. Москва : Издательство "Маршрут", 2004. - 197с. - Текст: электронный. - URL: https://umcزدt.ru/books/1206/155718/	Онлайн
6.1.2.2	Галиев, И. И. Основы механики подвижного состава: учебное пособие / И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев, В. Н. Ушак. Омск : ОмГУПС, 2013. - 165с. - Текст: электронный. - URL: https://e.lanbook.com/book/129149 (дата обращения: 19.04.2023)	Онлайн
6.1.2.3	Галиев, И. И. Основы механики подвижного состава: учебное пособие / И. И. Галиев, В. А. Нехаев, В. А. Николаев, В. Н. Ушак. Омск : ОмГУПС, 2013. -	Онлайн

	202с. - Текст: электронный. - URL: https://e.lanbook.com/book/129148 (дата обращения: 19.04.2023)	
6.1.2.4	Коган, А. Я. Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом :/ А. Я. Коган. М. : Транспорт, 1997. - 326с.	47
6.1.2.5	Кошелев, В. А. Изучение колебаний вагонов с помощью ЭВМ : Учеб. пособие / В. А. Кошелев [и др.]. Л. : , 1983. - 82с.	28
6.1.2.6	Николаев, В.А. Методы и средства виброзащиты железнодорожных экипажей : монография / В. А. Николаев, И. И. Галиев, В. А. Нехаев. Москва : ФГБУ ДПО «Учебно методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2010. - 340с. - Текст: электронный. - URL: https://umczdt.ru/books/1206/240237/	Онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Ермоленко, И.Ю. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.50 Динамика ТИТМО по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов / И.Ю. Ермоленко ; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2023. – 13 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_209_1490_2021_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.2.1	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/	
6.2.2	Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте «ЭБ УМЦ ЖДТ» — https://umczdt.ru/books/	
6.2.3	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань», https://e.lanbook.com/	
6.2.4	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» — https://cyberleninka.ru/	
6.2.5	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU — https://elibrary.ru/	
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

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 ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80	
2	Учебная аудитория Д-217 для проведения практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, ноутбук (переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты)	
3	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:	

<p>– читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521</p>
--

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – 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. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное 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>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Динамика ТиТМО» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также 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 других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. 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>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</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

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

1. Общие положения

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

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- 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 образовательной программы; 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, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Динамика ТиТТМО» участвует в формировании компетенций:

ПК-1. Готовность к организации эксплуатации транспортно-технологических комплексов

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
6 семестр				
1.0	Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система			
1.1	Текущий контроль	Основные узлы и детали вагонов, их назначение. Динамика вагона как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Основы и методика составления уравнений движения вагона. Динамические характеристики и связи вагона как динамической системы. Классификация связей	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
1.3	Текущий контроль	Расчетная схема и виды колебаний частей вагона. Связи, обладающие упругими свойствами. Демпфирующие элементы связей (функция Релея). Методы составления уравнений движения	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
2.0	Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики железнодорожного пути			
2.1	Текущий контроль	Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Оценка состояния пути. Взаимосвязь конструкции ходовых частей и рельсового пути. Особенности устройства пути в кривых (переходные кривые)	ПК-1.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.0	Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава			
3.1	Текущий контроль	Характеристики возмущений вызывающих колебания вагонов. Динамика неподрессоренных масс. Классификация основных неровностей рельсового пути. Движение колесных пар по рельсовой неровности.	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Расчет удара колеса по рельсу. Движение колесной пары с неисправностями колеса и рельса. Извилистое движение колесной пары	ПК-1.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
3.3	Текущий контроль	Динамические силы, вызываемые неуравновешенностью колесных пар. Методика моделирования	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)

		неровностей пути с помощью рядов Фурье		
3.4	Текущий контроль	РГР 1. Определение динамической нагрузки от колеса на рельс	ПК-1.2	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
4.0	Раздел 4. Колебания вагона			
4.1	Текущий контроль	Собственные колебания вагона. Влияние сил «вязкого» трения в подвешивании. Влияние сил «сухого» трения в подвешивании	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
4.2	Текущий контроль	Вынужденные колебания вагона. Без учета сил трения в подвешивании. С учетом сил «вязкого» трения в подвешивании. С учетом сил «сухого» трения в подвешивании	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
4.3	Текущий контроль	Колебания вагона с учетом упругости пути	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.0	Раздел 5. Устойчивость движения динамических систем			
5.1	Текущий контроль	Устойчивость движения динамических систем. Устойчивость движения одиночной колесной пары	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
5.2	Текущий контроль	Оценка безопасности движения вагонов	ПК-1.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
5.3	Текущий контроль	РГР 2. Расчет показателей динамических качеств вагона и устойчивости к выжиманию и опрокидыванию при движении	ПК-1.2	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)
6.0	Раздел 6. Продольная динамика поезда			
6.1	Текущий контроль	Продольная динамика поезда. Соударение вагонов. Движение по ломаному профилю пути	ПК-1.2	Разноуровневые задачи (задания/письменно) Собеседование (устно)
6.2	Текущий контроль	Оценка качества хода вагона. Динамические испытания вагонов	ПК-1.2	В рамках ПП**: Разноуровневые задачи (задания/письменно)
	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система. Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики железнодорожного пути. Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава. Раздел 4. Колебания вагона. Раздел 5. Устойчивость движения динамических систем. Раздел 6. Продольная динамика поезда.	ПК-1.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

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

**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

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» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР) (письменно)	Средство для проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по разделу дисциплины. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Типовое задание для выполнения расчетно-графической работы по разделам/темам дисциплины
2	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 для собеседования по темам/разделам дисциплины
3	Разноуровневые задачи (задания)	Различают задачи: – 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, 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	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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 к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«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
	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
	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
«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	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Расчетно-графическая работа (РГР)

Шкалы оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

«отлично»	«зачтено»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание РГР. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»		Обучающийся выполнил задание РГР с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении РГР
«удовлетворительно»		Обучающийся выполнил задание РГР с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления РГР имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	При выполнении РГР обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

Разноуровневые задачи (задания)

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	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»	«не зачтено»	Демонстрирует очень низкий уровень знаний, умений, навыков в соответствии с критериями оценивания. Не ответа.

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения расчетно-графических работ

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения расчетно-графических работ.

Образец типового варианта расчетно-графической работы «РГР 1. Определение динамической нагрузки от колеса на рельс»

Целью работы является освоение студентами теоретических основ метода расчета динамической нагрузки от колеса вагона на рельс при движении.

Требования к показателям динамической нагрузки принимают в соответствии с ЦПТ-52/14 «Методика оценки воздействия подвижного состава на путь по условиям обеспечения его надежности», ГОСТ 33211-2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам» и ГОСТ 33788-2016 «Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества».

Порядок расчета

Максимальная динамическая нагрузка колеса на рельс определяется по формуле:

$$P_{\text{дин}}^{\text{max}} = P_{\text{ср}} + \lambda \cdot S, \text{ кг} \quad (1)$$

где $P_{\text{ср}}$ – среднее значение вертикальной нагрузки колеса на рельс, кг; λ – нормируемый множитель, определяющий вероятность события, т.е. появления максимальной динамической вертикальной нагрузки, $\lambda = 2,5$; S – среднее квадратическое отклонение динамической вертикальной нагрузки колеса на рельс, кг.

Среднее значение вертикальной нагрузки колеса на рельс определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{ст}} + P_{\text{р}}^{\text{ср}}, \text{ кг} \quad (2)$$

где $P_{\text{ст}}$ – статическая нагрузка колеса на рельс, $P_{\text{ст}} = P + T$; $P_{\text{р}}^{\text{ср}}$ – среднее значение динамической нагрузки колеса на рельс от вертикальных колебаний надрессорного строения вагона, определяется по формуле (3).

$$P_{\text{р}}^{\text{ср}} = 0,75P_{\text{р}}^{\text{max}}, \text{ кг} \quad (3)$$

где $P_{\text{р}}^{\text{max}}$ – максимальная динамическая нагрузка колеса на рельс от вертикальных колебаний надрессорного строения вагона, определяется по формуле (4).

$$P_{\text{р}}^{\text{max}} = K_{\text{дв}}(P_{\text{ст}} - q), \text{ кг} \quad (4)$$

где $K_{\text{дв}}$ – коэффициент вертикальной динамики вагона, определяется по формуле (5); q – отнесенный к колесу вес необрессоренных частей, определяется по формуле (8).

Коэффициент вертикальной динамики вагона определяется по формуле:

$$K_{\text{дв}} = 0,75K_{\text{д}} \quad (5)$$

где $K_{\text{д}}$ – коэффициент динамической добавки.

Коэффициент динамической добавки определяется по формуле:

$$K_{\text{д}} = \begin{cases} AV/V_0 & \text{если } V \leq V_0 \\ A + B \frac{(V - V_0) \cdot b}{f_{\text{см}}} & \text{если } V \geq V_0 \end{cases} \quad (6)$$

где A , B , V_0 – коэффициенты, принимаемые по ГОСТ 33211-2014, $A = 0,05$, $B = 3,6 \cdot 10^{-4}$ м/(м/с), $V_0 = 15$ м/с; b – коэффициент, учитывающий влияние числа осей под одним концом вагона, $b = 1$; $f_{\text{см}}$ – статический прогиб рессорного подвешивания под действием силы тяжести груза, определяется по формуле (7).

Статический прогиб рессорного подвешивания определяется по формуле:

$$f_{\text{ст}} = \frac{(P + T)g}{4C_z}, \text{ м} \quad (7)$$

где C_z – вертикальная жесткость рессорного комплекта, $C_z = 4 \cdot 10^6 \text{ Н/м}$; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Отнесенный к колесу вес необрессоренных частей определяется по формуле:

$$q = \frac{P_{ст} - m_o}{2n_{тел}}, \text{ кг} \quad (8)$$

где m_o – масса обрессоренных частей вагона, определяется по формуле (9); $n_{тел}$ – количество тележек под одним вагоном, $n_{тел} = 2$.

$$m_o = P_{ст} - n_{тел}(m_{тел} - m_{нб}), \text{ кг} \quad (9)$$

где $m_{тел}$ – масса тележки грузового вагона, $m_{тел} = 4800 \text{ кг}$; $m_{нб}$ – масса надрессорной балки тележки грузового вагона, $m_{нб} = 520 \text{ кг}$.

Среднее квадратическое отклонение динамической вертикальной нагрузки колеса на рельс определяется по формуле:

$$S = \sqrt{S_p^2 + S_{ин}^2 + 0,95S_{инк}^2 + 0,05S_{инк}^2}, \text{ кг} \quad (10)$$

Среднее квадратическое отклонение динамической нагрузки колеса на рельс S_p от вертикальных колебаний надрессорного строения P_p^{max} определяется по формуле:

$$S_p = 0,08P_p^{max}, \text{ кг} \quad (11)$$

Среднее квадратическое отклонение динамической нагрузки колеса на рельс $S_{ин}$ от сил инерции необрессоренных масс, возникающих при проходе изолированной неровности пути, определяется по формуле:

$$S_{ин} = 0,565 \cdot 10^{-8} \alpha_1 \beta \varepsilon \gamma l_{ш} \sqrt{\frac{U}{k}} \sqrt{q} \cdot P_{ср} V, \text{ кг} \quad (12)$$

где α_1 – коэффициент, учитывающий тип пути; β – коэффициент, учитывающий влияние типа рельсов на возникновение динамической неровности (просадки), $\beta = 0,87$ (для рельса типа Р65); ε – коэффициент, учитывающий влияние материала шпалы на образование динамической неровности пути; γ – коэффициент, учитывающий влияние рода балласта на образование динамической неровности пути, $\gamma = 1$; $l_{ш}$ – расстояние между осями шпал, $l_{ш} = 55 \text{ см}$; U – модуль упругости рельсового основания, кг/см^2 ; k – коэффициент относительной жесткости рельсового основания и рельса, определяется по формуле (13).

Таблица 1 – Исходные данные к формулам (12) и (14)

Тип пути	α_0	α_1	ε	U	
				лето	зима
Дерево	0,433	1	1	230	400
ЖБ	0,403	0,931	0,322	680	1200

$$k = \sqrt[4]{\frac{U}{4EJ}}, \text{ см}^{-1} \quad (13)$$

где E – модуль упругости рельсовой стали, $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$; J – момент инерции рельса типа Р65, $J = 3547 \text{ см}^4$.

Среднее квадратическое отклонение динамической нагрузки колеса на рельс $S_{инк}$ от сил инерции необрессоренной массы при движении колеса с плавной изолированной неровностью на поверхности катания определяется по формуле:

$$S_{инк} = \frac{0,052 \alpha_0 U V^2 \sqrt{q}}{d^2 \sqrt{kU - 3,26k^2q}}, \text{ кг} \quad (14)$$

где α_0 – коэффициент, характеризующий отношение необрессоренной массы колеса и участвующей во взаимодействии массы пути (по табл. 1); d – диаметр колеса, $d = 95,7 \text{ см}$.

Среднее квадратическое отклонение динамической нагрузки колеса на рельс $S_{инк}$ от сил инерции необрессоренной массы возникающих из-за наличия на поверхности катания плавных изолированных неровностей определяется по формуле:

$$S_{инк} = 0,735\alpha_0 \frac{U}{k} e, кг \quad (15)$$

где e – наибольшая расчетная глубина неровности на колесе, $e = 0,067$ см.

Образец типового варианта расчетно-графической работы
«РГР 2. Расчет показателей динамических качеств вагона и устойчивости к выжиманию и опрокидыванию при движении»

Целью работы является освоение студентами теоретических основ метода расчета динамических качеств вагона.

Требования к показателям динамических качеств вагона принимают в соответствии с ГОСТ 33211-2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам» и ГОСТ 33788-2016 «Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества».

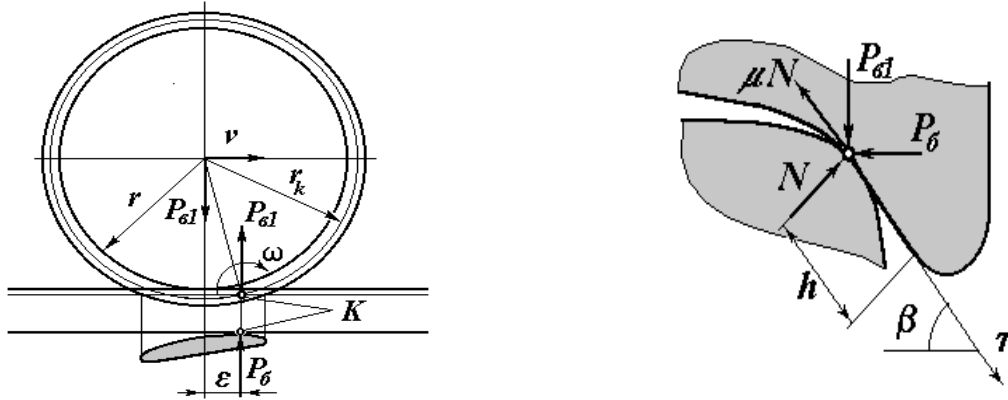
Динамические качества вагона оценивают по следующим показателям (табл.1):

- максимальное отношение рамной силы к статической осевой нагрузке;
- максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей;
- минимальный коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса;
- максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей;
- максимальное боковое ускорение обрессоренных частей.

Таблица 1 – Уровни оценки и допустимые значения показателей динамических качеств вагона

Показатель	Уровень оценки	Допустимые значения	
		для порожнего вагона	для груженого вагона
1 Максимальное отношение рамной силы к максимальной статической осевой нагрузке, H_p/p_o	Отлично	0,25	0,20
	Хорошо	0,30	0,25
	Удовлетворительно	0,38	0,30
	Допустимый	0,40	0,38
2 Максимальный коэффициент динамической добавки обрессоренных частей, K_d	Отлично	0,50	0,20
	Хорошо	0,60	0,35
	Удовлетворительно	0,70	0,40
	Допустимый	0,75	0,65
3 Минимальный коэффициент запаса устойчивости от схода с рельса, $K_{уст}$	Допустимый	1,3	
4 Максимальное вертикальное ускорение обрессоренных частей (коэффициент вертикальной динамики вагона), $K_{де}$	Отлично	0,50	0,20
	Хорошо	0,60	0,35
	Удовлетворительно	0,70	0,45
	Допустимый	0,75	0,65
5 Максимальное боковое ускорение обрессоренных частей (коэффициент горизонтальной динамики вагона), $K_{де}$	Отлично	0,20	0,10
	Хорошо	0,25	0,15
	Удовлетворительно	0,40	0,30
	Допустимый	0,55	0,45

Передние колеса тележек вагонов при движении по кривым, а часто и на прямых участках пути набегают гребнями на боковые грани головок рельсов. Угол набегания α может достигать до 0.01 рад и даже несколько больше (в крутых кривых). Место контакта гребня с головкой рельса находится впереди от вертикального радиуса колеса на величину $\varepsilon = r_k tg\alpha \cdot tg\beta$.



а) сумма сил, действующих на колесо и рельс б) сумма сил, действующих в точке контакта
 Рисунок 1 – Схема сил, действующих в точке контакта рабочих граней колеса и рельса

Если горизонтальная составляющая динамического давления колеса на головку рельса P_{δ} велика, а вертикальная составляющая $P_{\delta 1}$ мала (например, вследствие разгрузки при колебаниях кузова вагона), то гребень колеса не будет скользить по головке рельса. Мгновенный центр вращения переместится в точку K , при дальнейшем движении гребень накатится на головку рельса и произойдет сход колеса. Этому способствует и увеличение коэффициента трения μ .

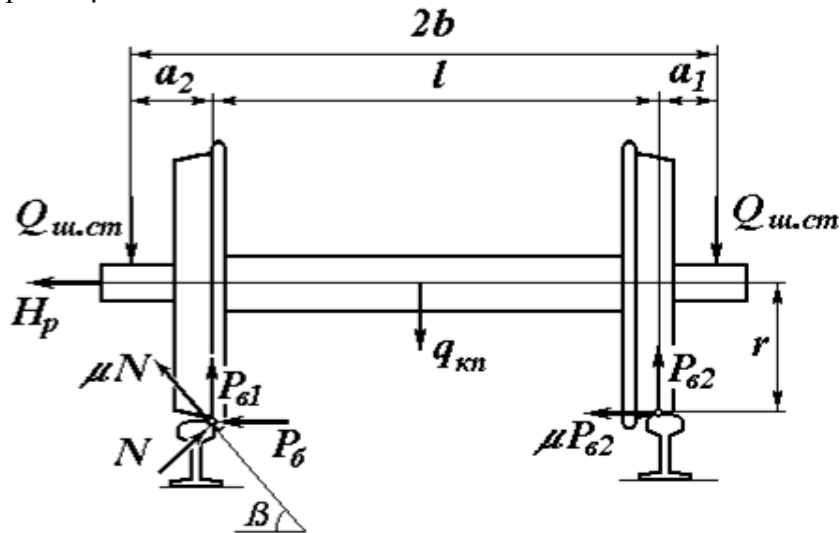


Рисунок 2 – Расчетная схема нагрузок действующих на колесную пару

Вкатывание колеса на головку рельса (сход колеса с рельса) зависит от уровня силового взаимодействия колеса с рельсом и геометрии колеса, точнее – его гребня.

Порядок расчета

Определяем величину реальной осевой нагрузки:

$$p_o = \frac{(P + T) \cdot g}{n_o} \quad (1)$$

где P – грузоподъемность вагона; T – тара вагона; n_o – количество осей под одним вагоном, $n_o = 4$.

Определяем величину статического прогиба рессорного подвешивания:

$$f_{ст} = \frac{(P + T) \cdot g}{4 \cdot C_z} \quad (2)$$

где C_z – вертикальная жесткость рессорного комплекта.

Рассчитываем массу обрессоренных частей вагона:

$$m_o = ((P + T) - n_{тел} \cdot (m_{тел} - m_{нб})) \cdot g \quad (3)$$

где $n_{тел}$ – количество тележек под одним вагоном, $n_{тел} = 2$; $m_{тел}$ – масса тележки грузового вагона, $m_{тел} = 4800$ кг; $m_{нб}$ – масса надрессорной балки тележки грузового вагона, $m_{нб} = 520$ кг.

Рассчитываем силу тяжести обрессоренных частей вагона, приходящихся на шейку оси:

$$Q_{ш} = \frac{m_o}{4 \cdot n_{мел}} \quad (4)$$

Рассчитываем силу тяжести необрессоренных частей вагона, приходящихся на колесную пару:

$$q_{кп} = \frac{g \cdot (P + T) - m_o}{2 \cdot n_{мел}} \quad (5)$$

Расчет коэффициента динамической добавки:

$$K_D = \begin{cases} AV/V_0 & \text{если } V \leq V_0 \\ A + B \frac{(V - V_0) \cdot b}{f_{см} - 0,5f_{см.маx}} & \text{если } V \geq V_0 \end{cases} \quad (6)$$

где A , B , V_0 – коэффициенты, принимаемые по ГОСТ 33211-2014, $A = 0,05$, $B = 3,6 \cdot 10^{-4}$ м/(м/с), $V_0 = 15$ м/с; b – коэффициент, учитывающий влияние числа осей под одним концом вагона, $b = 1$; $f_{см.маx}$ – наибольший статический прогиб рессорного подвешивания под действием силы тяжести груза, $f_{см.маx} = 0,049$ м.

Определяем частоту изменения коэффициента динамической добавки:

$$f_3 = \frac{a}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{f_{см} - 0,5f_{см.маx}}} \quad (7)$$

где a – коэффициент, принимаемый по ГОСТ 33211-2014, $a = 1,4$.

Расчетное значение коэффициента вертикальной динамики вагона:

$$K_{\delta в} = K_D \cdot 0,75 \quad (8)$$

Расчетное значение коэффициента динамики боковой качки:

$$K_{\delta бк} = K_D \cdot 0,25 \quad (9)$$

Расчет коэффициента горизонтальной динамики вагона:

$$K_{\delta з} = \delta \cdot b \cdot (V + 5) \quad (10)$$

где δ – коэффициент, принимаемый по ГОСТ 33211-2014, $\delta = 0,003$ с/м.

Рассчитываем рамную силу:

$$H_p = p_o \cdot K_{\delta з} \quad (11)$$

Определение вертикальной составляющей силы реакции между набегающим колесом и рельсом:

$$P_{в1} = 2 \cdot Q_{ш} \left(\frac{b_0 - a_2}{l} \cdot (1 - K_{\delta в}) - \frac{b_0}{l} \cdot K_{\delta бк} \right) + H_p \cdot \frac{r_k}{l} + q_{кп} \cdot \frac{b_0 - a_2}{l} \quad (12)$$

Определение вертикальной составляющей силы реакции между ненабегающим колесом и рельсом:

$$P_{в2} = 2 \cdot Q_{ш} \left(\frac{b_0 - a_1}{l} \cdot (1 - K_{\delta в}) - \frac{b_0}{l} \cdot K_{\delta бк} \right) + H_p \cdot \frac{r_k}{l} + q_{кп} \cdot \frac{b_0 - a_1}{l} \quad (13)$$

где b_0 – половина расстояния между шейками оси колесной пары, $b_0 = 1,018$ м; l – среднее расстояние между точками контакта колес с рельсами, $l = 1,58$ м; a_1 – расстояние от точки контакта ненабегающего колеса до середины шейки, $a_1 = 0,25$ м; a_2 – набегающего колеса, $a_2 = 0,22$ м; r_k – радиус колеса по поверхности катания.

Определение горизонтальной составляющей силы реакции между набегающим колесом и рельсом:

$$P_{г} = H_p + \mu \cdot P_{в2} \quad (14)$$

где μ – коэффициент трения между поверхностью катания колеса и рельса, $\mu = 0,25$.

Рассчитываем коэффициент устойчивости колеса против схода с рельса:

$$K_{уст} = \frac{\tan(\beta) - \mu}{1 + \mu \cdot \tan(\beta)} \cdot \frac{P_{в1}}{P_{г}} \quad (15)$$

где β – угол наклона образующей гребня колеса к горизонтали, $\beta = 60^\circ$ для колес без износа по ГОСТ 10791-2011.

Вкатывание происходит в течение конечного промежутка времени $t_{сх}$, за которое колесо пройдет вполне определенный путь $l_{сх}$. Если в это время коэффициент запаса устойчивости $K_{уст}$ за счет колебаний кузова или неподрессоренных масс станет больше $[K_{уст}]$ по ГОСТ

33211-2014, тогда колесо соскользнет вниз, процесс вкатывания его на головку рельса прервется и безопасность движения не нарушится. Если нет, то сход неизбежен.

Время и путь схода определяются следующими выражениями:

$$t_{cx} = \frac{\square \cdot r \cdot \cos(\beta)}{V \cdot r_k \cdot \tan(\alpha)} \quad (16)$$

$$l_{cx} = t_{cx} \cdot V \quad (17)$$

где \square – расстояние точки контакта колеса с рельсом относительно вершины гребня колеса, $\square = 0,013$ м; r – радиус колеса по ободу, $r = r_k - 0,010$, α – угол набегания, $\tan(\alpha) = 0,01$.

По итогам расчетов внести полученные данные в таблицу 1.

3.2 Типовые контрольные задания для проведения собеседования

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для проведения собеседований.

Раздел 1 «Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система»

- 1.1 Понятие динамической системы
- 1.2 Вагон как дискретная и континуальная системы
- 1.3 Упругие связи
- 1.4 Демпфирующие связи
- 1.5 Свободные колебания динамических систем
- 1.6 Вынужденные колебания динамических систем
- 1.7 Автоколебания динамических систем
- 1.8 Стационарные колебания
- 1.9 Нестационарные колебания
- 1.10 Обобщенная сила
- 1.11 Принцип Даламбера
- 1.12 Метод Рунге-Кутты
- 1.13 Уравнения движения как уравнения равновесия

Раздел 2 «Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути»

- 2.1 Конструкция верхнего строения пути
- 2.2 Вертикальная жесткость рельсовых нитей
- 2.3 Горизонтальная жесткость рельсовых нитей
- 2.4 Приведенная масса пути
- 2.5 Подуклонка рельсов
- 2.6 Кривые учатски пути
- 2.7 Возвышение наружного рельса в кривых участках
- 2.8 Переходные кривые
- 2.9 Непогашенное ускорение

Раздел 3 «Динамика неподрессоренных масс вагона»

- 3.1 Система «колесо-рельс»
- 3.2 Теория Герца
- 3.3 Крип
- 3.4 Теория Картера
- 3.5 Линейная теория Калкера
- 3.5 Рельсовые неровности
- 3.6 Движение колесной пары по рельсовому стыку
- 3.7 Движение колесной пары с ползуном
- 3.8 Извилистое движение колесной пары
- 3.9 Неуравновешенность колесных пар

Раздел 4 «Колебания вагонов»

- 4.1 Системы рессорного подвешивания вагонов
- 4.2 Гасители колебаний
- 4.3 Возвращающие устройства

- 4.4 Колебания типа подергивание
- 4.5 Колебания типа боковой относ
- 4.6 Колебания типа подпрыгивание
- 4.7 Колебания типа галопирование
- 4.8 Колебания типа боковая качка
- 4.9 Колебания типа виляние
- 4.10 Динамические качества вагона
- 4.11 Вибрация упругих элементов
- 4.12 Плавность хода

Раздел 5 «Устойчивость движения динамических систем»

- 5.1 Возмущенное движение
- 5.2 Невозмущенное движение
- 5.3 Теорема Лагранжа-Дирихле
- 5.4 Устойчивость равновесия по Ляпунову
- 5.5 Теоремы Ляпунова
- 5.6 Теоремы Кельвина
- 5.7 Критерий Лъенара-Шипара
- 5.8 Устойчивость движения колесной пары
- 5.9 Коэффициент запаса устойчивости колеса против схода с рельсов

Раздел 6 «Продольная динамика поезда»

- 6.1 Сила тяги локомотива
- 6.2 Силы сопротивления движению поезда
- 6.3 Тормозная сила поезда
- 6.4 Уравнение движения поезда
- 6.5 Установившееся движение поезда
- 6.6 Неустановившееся движение поезда
- 6.7 Соударение вагонов
- 6.8 Силовые характеристики поглощающих аппаратов
- 6.9 Лабораторные (стендовые) испытания вагонов
- 6.10 Поездные испытания вагонов
- 6.11 Виды и цели испытаний вагонов
- 6.12 Ходовые динамические испытания
- 6.13 Ходовые прочностные испытания

3.4 Типовые контрольные задания для решения разноуровневых задач

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для решения разноуровневых задач.

Образец типового варианта заданий реконструктивного уровня,
выполняемых в рамках практической подготовки,
по теме «Исследование динамического воздействия колеса вагона на рельс при движении
по неровности пути»

При движении колеса по рельсу, имеющему плавную волнообразную неровность, произойдет просадка колеса (перемещение вниз по оси Y) на величину y за счет самой неровности и упругой деформации рельсовой нити, возникающей от действия вертикальных сил веса тележки.

На рисунке приведена расчетная схема движения колеса по упругому рельсу, имеющему волнообразную неровность.

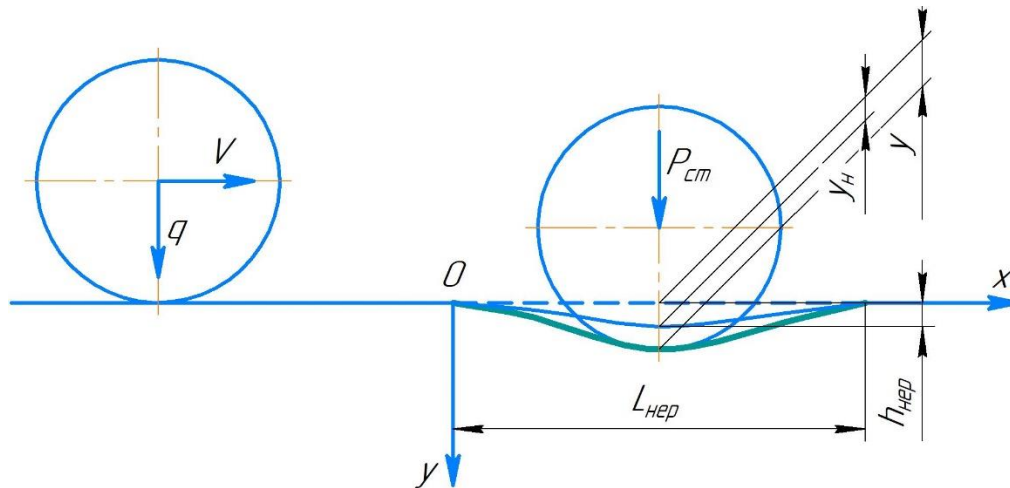


Рисунок – Схема движения колес по упругому рельсу, имеющему волнообразную неровность

Приняты основные допущения:

- 1) неровности имеют место одновременно на обеих рельсовых нитях;
- 2) поглощение энергии за счет внутреннего трения отсутствует;
- 3) форма и амплитуда колебаний рельса на всем протяжении неровности не изменяется;
- 4) колесо является идеально круглым.

Задача. Определить характер и величину динамического воздействия колеса на рельс при движении вагона со скоростью V по железнодорожному пути с вертикальной волнообразной неровностью, имеющей следующие параметры: длина l , глубина h . Число шпал на 1 км пути – 1440 штук, шпалы железобетонные, балласт-щебенка, рельс Р65, время года зима. Жесткость рельсового основания пути равна $ж_p$. Вес части пути, участвующей в колебаниях – q_p . Вес неподрессоренной части тележки, приходящийся на колесо – q .

При выполнении задачи необходимо:

1. Рассчитать и построить графические зависимости динамического коэффициента $K_{дин}$ от времени движения по неровности пути;
2. Проанализировать характер изменения динамического коэффициента $K_{дин}$ и инерционного динамического давления колеса $P_{ин}$ от времени движения по неровности пути;
3. Определить факторы, способствующие снижению инерционного динамического давления колеса на рельс $P_{ин}$.

Образец типового варианта заданий реконструктивного уровня по теме «Расчет удара колеса по рельсу и способы его снижения»

Удар колеса о рельс в вертикальной плоскости

Силы удара по рельсам во время движения подвижного состава при определенных условиях достигают значительных величин и являются важной причиной разрушения неподрессоренных частей вагонов, а также элементов верхнего строения пути и прежде всего рельсов. Для уменьшения силы удара колеса по рельсу целесообразно уменьшать массу колеса и контактную жесткость. Уменьшить массу колеса можно использованием более прочных сталей.

Сила удара колеса по рельсу при наличии на колесе ползуна рассчитывается по формуле:

$$P_{kmax} = V_n \frac{Z_n}{r} \sqrt{\frac{c \times Q_n \times Q_p}{g(Q_n + Q_p)}} \quad (1)$$

где V_n – скорость поезда, м/с; Z_n – длина ползуна, м; r – радиус колеса, м; c – жесткость в контакте колеса и рельса, Н/м; g – ускорение свободного падения, м/с²; Q_n – вес неподрессоренных частей, Н; Q_p – приведенный вес рельса, Н.

Задача 1. Определить силу удара колеса по рельсу при наличии на колесе ползуна. Построить график зависимости P_{kmax} от V_n .

Удар колеса о рельс в горизонтальной плоскости

При движении вагона по крестовине может иметь место горизонтальный удар гребня колеса в усювик. Величину силы горизонтального удара следует определять по формуле:

$$P_{kmax} = \varphi V_n \sqrt{\frac{c_r \times Q_k}{2g}} \quad (2)$$

где φ – угол набегания колеса на рельс, рад; c_r – жесткость системы «колесо-рельс» в горизонтальном направлении, поперечном к оси пути, Н/м; Q_k – вес крестовины, Н.

В расчетах обычно принимают, что вес колесной пары приблизительно равен весу крестовины, т.е. $Q_{kn} \approx Q_k$

Задача 2. Рассчитать силу удара гребня колеса в усювик. Построить график зависимости P_{kmax} от V_n .

3.5 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД/РПП	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-1.2	Основные узлы и детали вагонов, их назначение. Динамика вагона как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Характеристики возмущений вызывающих колебания вагонов. Динамика неподрессоренных масс. Классификация основных неровностей рельсового пути. Движение колесных пар по рельсовой неровности.	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Собственные колебания вагона. Влияние сил «вязкого» трения в подвешивании. Влияние сил «сухого» трения в подвешивании	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Вынужденные колебания вагона. Без учета сил трения в подвешивании. С учетом сил «вязкого» трения в подвешивании. С учетом сил «сухого» трения в подвешивании	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Устойчивость движения динамических систем. Устойчивость движения одиночной колесной пары	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ПК-1.2	Продольная динамика поезда. Соударение вагонов. Движение по ломаному профилю пути	Знание	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		Умение	2 – ОТЗ

		2 – ЗТЗ
	Действие	2 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
	Итого	42 – ОТЗ 42 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта итогового теста,
предусмотренного рабочей программой дисциплины

1. Элемент конструкции вагона, предназначенный для снижения колебаний грузового вагона в продольной плоскости:

- а) пружины;
- б) автосцепка;
- в) скользуны;
- г) **поглощающий аппарат.**

2. Сколько степеней свободы имеет кузов вагона <б>

3. Передача нагрузок в горизонтальной плоскости происходит в следующей последовательности <б, г, в, а>

- а) колесная пара;
- б) автосцепное оборудование;
- в) ходовые части;
- г) рама.

4. Уравнения движения в динамике вагона составляются в соответствии с <принцип Даламбера>

5. При каких условиях на вагон действует горизонтальная центробежная сила:

- а) при движении вагона на прямом участке пути;
- б) **при движении вагона в круговой кривой;**
- в) при движении вагона по неровностям пути;
- г) при проходе стыков рельс.

6. Напишите три основных элемента конструкции автосцепного оборудования <автосцепка, тяговый хомут, поглощающий аппарат>

7. Из чего состоит упруго-вязкая связь:

- а) **из упругих элементов, которые дополнены гидравлическими демпферами, обладающими (вязкостным или гидродинамическим) неупругим сопротивлением;**
- б) системы, в которых упругость обеспечивается винтовыми пружинами, а неупругое сопротивление создается за счет трения в специальной клиновой системе;
- в) пружин;
- г) фрикционных гасителей колебаний.

8. Тип колебания вагона, возникающих относительно плоскости ОУ называется <боковой относ>

9. Для чего предназначены рельсы:

- а) создают непосредственную опору для колес и направляют их движение;
- б) сохраняют первоначальное расположение шпал в процессе эксплуатации;
- в) снижают напряжения на основной площадке земляного полотна;
- г) предохраняют площадку земляного полотна от появления остаточных деформаций.

10. Величина допустимого значения непогашенного ускорения для пассажирского вагона равна, м/с^2 <0,7>

11. Установите правильное соответствие обозначений

- | | |
|--------------------------|------|
| а) потенциальная энергия | 1) Q |
| б) функция Рэлея | 2) T |
| в) кинетическая энергия | 3) П |
| г) обобщенная сила | 4) Ф |

12. Что является неподрессоренной частью вагона? <колесная пара>

13. На какой части оси располагаются задние уплотняющие детали букс?

- а) на шейке оси;
- б) на средней части оси;
- в) на предподступичной части оси;
- г) на подступичной части оси.

14. Максимально допустимое возвышение наружного рельса на кривом участке составляет, мм <150>

15. Из чего состоит рессорное подвешивание?

- а) из цилиндрических пружин;
- б) из листовых рессор;
- в) из листовых рессор и цилиндрических пружин;
- г) из упругих элементов, возвращающих устройств и гасителей колебаний.

16. Сила инерции вагона, как механической системы, вычисляется с помощью <второй закон Ньютона>

17. Какие силы возникают в процессе извилистого движения в вагонах:

- а) силы трения;
- б) статические силы;
- в) силы инерции;
- г) динамические силы.

18. Минимальный радиус кривой равен, м <250>

3.6 Перечень теоретических вопросов к зачету (для оценки знаний)

Раздел 1 «Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система»

- 1.1 Понятие динамической системы
- 1.2 Динамические характеристики
- 1.3 Характеристики упругих элементов
- 1.4 Гасители колебаний. Виды. Конструкция
- 1.5 Виды колебаний динамической системы
- 1.6 Моделирование силовых характеристик связей в конструкции вагона
- 1.7 Как выбирают расчетные схемы и соответствующие расчетные параметры
- 1.8 Расчетные схемы вагона, основанные на различных допущениях

1.9 Какие виды движения и связи рассматривают при оценке числа степеней свободы вагона.

1.10 Какие перемещения совершают кузов на тележках, рамы тележек, колесные пары в рамках единой механической системы

1.11 Какие общие факторы способствуют возникновению колебаний вагонов

1.12 Расчетные схемы вагона, основанные на различных допущениях

1.13 Вертикальная динамика вагона

1.14 Горизонтальная динамика вагона

1.15 Продольная динамика вагона

1.16 Принцип Даламбера

1.17 Уравнения Даламбера-Лагранжа. Способы вывода уравнений Даламбера-Лагранжа

1.18 Что называют обобщенной координатой, обобщенной скоростью, обобщенной массой, обобщенной силой, обобщенным импульсом

1.19 Вывод уравнений кинетической и потенциальной энергии

1.20 Вывод уравнений обобщенной силы

Раздел 2 «Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути»

2.1 Основные элементы железнодорожного пути

2.2 Динамические характеристики железнодорожного пути

2.3 Взаимосвязь конструкции ходовых частей и железнодорожного пути

2.4 Особенности устройства пути в кривых

2.5 Непогашенное ускорение

2.6 Оценка состояния пути

2.7 Неровности пути

2.8 Расчет удара колеса по рельсу и способы его снижения

2.9 Способы аналитического представления неровности пути

2.10 Моделирование неровности пути с помощью дискретных рядов Фурье

Раздел 3 «Динамика неподрессоренных масс вагона»

3.1 Теория взаимодействия колеса и рельса

3.2 Движение колесных пар по рельсовой неровности

3.3 Движение колесной пары по рельсовому стыку

3.4 Какие три основные схемы положения стыка относительно шпал используют для регулировки и контроля стыковых температурных зазоров

3.5 Как влияет стыковой рельсовый зазор на ударно-динамическое вертикальное воздействие на путь и колесо с учетом мгновенного ударного импульса

3.6 Покажите схематически, как возникают импульсные силы от соударения в стыках колес с рельсами, запишите формулу мгновенного ударного импульса

3.7 Движение колесной пары с ползуном

3.8 Движение колесной пары с эксцентриситетом

3.9 Динамические силы, вызываемые неуравновешенностью колесной пары при ее движении

3.10 Извилистое движение колесной пары

3.11 Расчет силы удара колеса по рельсу

3.12 Силы безударного взаимодействия колеса с рельсом при движении по коротким неровностям

3.13 Какие скрытые неочевидные причины могут привести к повышению воздействия неровностей пути или воздействия ходовой части на рельс с нормативной и сверхнормативной нагруженностью вагона

Раздел 4 «Колебания вагонов»

4.1 Общая характеристика систем одинарного рессорного подвешивания

4.2 Выбор расчетных схем для исследования колебаний

4.3 Собственные колебания кузова на рессорах

4.4 Вынужденные колебания кузова на рессорах

4.5 Влияние сил «вязкого» трения в подвешивании

- 4.6 Влияние сил «сухого» трения в подвешивании
- 4.7 Вынужденные колебания вагона без учета сил трения
- 4.8 Собственные колебания вагона с учетом упругости пути
- 4.9 Вынужденные колебания вагона с учетом упругости пути
- 4.10 Приведите схему вагона с одинарным рессорным подвешиванием, движущегося по неровности пути и совершающего только вертикальные перемещения
- 4.11 Явление резонанса в колебательных системах. Процесс биения
- 4.12 Особенности системы двойного рессорного подвешивания
- 4.13 Оценка динамических качеств вагона
- 4.14 Вибрация упругих элементов
- 4.15 Плавность хода

Раздел 5 «Устойчивость движения динамических систем»

- 5.1 Устойчивость движения вагона на прямых и кривых участках пути
- 5.2 Устойчивость движения одиночной колесной пары
- 5.3 Возмущенное и невозмущенное движение
- 5.4 Теорема Лагранжа-Дирихле
- 5.5 Устойчивость равновесия по Ляпунову
- 5.6 Теоремы Ляпунова
- 5.7 Теоремы Кельвина
- 5.8 Взаимосвязь факторов, влияющих на сход через схему оценки событий при авариях и крушениях
- 5.9 Какие скрытые неочевидные причины могут привести к вкатыванию колеса на рельс
- 5.10 Запишите условие запаса устойчивости против схода колесной пары с рельсов, вытекающего из формулы Марье
- 5.11 Устойчивость вагона против опрокидывания при движении по кривым
- 5.12 Устойчивость вагона в поезде при действии продольных сил
- 5.13 Поперечная устойчивость вагона на рессорах
- 5.14 Критерии безопасности от схода колеса с рельса
- 5.15 Показатели устойчивости колеса против схода с рельсов
- 5.16 Критерий Надаля

Раздел 6 «Продольная динамика поезда»

- 6.1 Силы тяги локомотива, действующие на вагоны. Уравнение движения поезда и методы его решения
- 6.2 Силы сопротивления движению поезда. Тормозная сила поезда
- 6.3 Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой
- 6.4 Силы при соударениях единичных вагонов, оборудованных пружинно-фрикционными поглощающими аппаратами
- 6.5 Колебания вагонов при установившемся режиме движения поезда на пути однородного профиля
- 6.6 Колебания вагонов при неустановившемся режиме движения поезда на пути однородного профиля
- 6.7 Продольные силы в поезде при установившихся и переходных режимах движения
- 6.8 Движение поезда по ломанному профилю пути
- 6.9 Оценка показателей динамических качеств и безопасности движения вагона
- 6.10 Виды и цели испытаний вагонов
- 6.11 Лабораторные (стендовые) испытания вагонов
- 6.12 Поездные испытания вагонов
- 6.13 Ходовые динамические испытания
- 6.14 Ходовые прочностные испытания

3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету

(для оценки навыков и (или) опыта деятельности)

Задача 1. Моделирование упруго-вязкой связи.

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

$$\xi(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t) \qquad \xi'(t) = \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Запишите уравнение реакции упруго-вязкой связи в виде

$$R = C_z \cdot \beta + \beta_z \cdot \xi'(t)$$

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

Задача 2. Моделирование упруго-фрикционной связи с постоянной силой трения.

Задайте закон изменения деформации и скорости деформации связи во времени

$$\xi(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t) \qquad \xi'(t) = \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Запишите уравнение реакции упруго-фрикционной связи с постоянной силой трения в виде

$$R = if(\xi'(t) \geq 0, down(\xi), up(\xi))$$

где

$$down(\xi) = C_z(\xi) + F_{тр} \qquad up(\xi) = C_z(\xi) - F_{тр}$$

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

Задача 3. Моделирование упруго-фрикционной связи с силой трения пропорциональной деформации связей.

Задайте закон изменения деформации и скорости деформации связи во времени

$$\xi(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t) \qquad \xi'(t) = \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Запишите уравнение реакции упруго-фрикционной связи с постоянной силой трения в виде

$$R = if(\xi'(t) \geq 0, down(\xi), up(\xi))$$

где

$$down(\xi) = C_z(\xi) \cdot (1 + \varphi) + C_z \cdot f_{ст} \qquad up(\xi) = C_z(\xi) \cdot (1 - \varphi) + C_z \cdot f_{ст} \cdot (1 - \varphi)$$

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

Задача 4. Моделирование упруго-фрикционной связи с силой трения пропорциональной деформации связей, но с различными коэффициентами пропорциональности при ходе вверх и ходе вниз.

Задайте закон изменения деформации и скорости деформации связи во времени

$$\xi(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t) \qquad \xi'(t) = \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Запишите уравнение реакции упруго-фрикционной связи с постоянной силой трения в виде

$$R = if(\xi'(t) \geq 0, down(\xi), up(\xi))$$

где

$$down(\xi) = C_z(\xi) \cdot (1 + \varphi_d) + C_z \cdot f_{ст} \qquad up(\xi) = C_z(\xi) \cdot (1 - \varphi_u) + C_z \cdot f_{ст} \cdot (1 - \varphi_u)$$

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

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

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
Расчетно-графическая работа (РГР)	Преподаватель не менее, чем за две недели до срока защиты РГР должен сообщить каждому обучающемуся номер варианта РГР. Задания РГР выложены в электронной информационно-образовательной среде ИРГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет. РГР должна быть выполнена в установленный преподавателем срок и в соответствии с требованиями к оформлению РГР (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» (в последней редакции). РГР в назначенный срок сдаются на проверку. Если предусмотрена устная защита РГР, то обучающийся объясняет решение задач, указанных преподавателем, и отвечает на его вопросы
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования
Разноуровневая задача (задание)	Выполнение разноуровневых задач (заданий), предусмотренных рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Во время выполнения задач (заданий) разрешается пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий

Для организации и проведения промежуточной аттестации 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 и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации 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. 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	Шкала оценивания
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 проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.