

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА  
приказом ректора  
от «08» мая 2020 г. № 266-1

## Б1.В.17 Основы механики подвижного состава рабочая программа дисциплины

Направление подготовки – 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических и комплексов

Профиль подготовки – Сервисное обслуживание транспортно-технологических систем и комплексов

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Нормативный срок обучения – 4 года

Кафедра-разработчик программы – Вагоны и вагонное хозяйство

Общая трудоемкость в з.е. – 3

Формы промежуточной аттестации в семестрах:

Часов по учебному плану – 108

зачет – 5

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5	Итого
Число недель в семестре	18	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
<b>Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
– лекции	18	<b>18</b>
– практические (семинарские)	18	<b>18</b>
– лабораторные	18	<b>18</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>108</b>

ИРКУТСК

<b>1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
<b>1.1 Цели освоения дисциплины</b>	
1	Целью освоения учебной дисциплины Б1.В.17 Основы механики подвижного состава является 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
<b>1.2 Задачи освоения дисциплины</b>	
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
<b>1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины</b>	
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 психологи профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли.	

<b>2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП</b>	
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Необходимыми условиями для освоения дисциплины «Основы механики подвижного состава» являются знания по дисциплинам:	
1	Б1.Б.17 Теория механизмов и машин
2	Б1.В.06 Основы научных исследований
3	Б1.В.13 Проектирование, конструирование и испытания нетягового подвижного состава
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее</b>	
Дисциплина «Основы механики подвижного состава» является базовой для успешного освоения дисциплины:	
1	Б1.В.ДВ.09.01 Компьютерные технологии расчета и проектирования подвижного состава
2	Б1.В.ДВ.09.02 Компьютерные технологии инженерного анализа
3	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

<b>3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
<b>ПК-9: способностью к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов</b>	
<b>Минимальный уровень освоения компетенции</b>	
Знать	нормативную документацию
Уметь	применять на практике знание в проведении испытаний
Владеть	знаниями основных методик проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов
<b>Базовый уровень освоения компетенции</b>	
Знать	основные методики проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов
Уметь	участвовать в составе коллектива исполнителей к решению поставленных задач

Владеть	способностью интерпретировать полученную при испытании информацию
<b>Высокий уровень освоения компетенции</b>	
Знать	как участвовать в составе коллектива исполнителей к решению поставленных задач
Уметь	предлагать наиболее эффективный метод проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов
Владеть	умением совместной деятельности при проведении испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>Знать</b>	
1	методы оценки нагруженности элементов подвижного состава, основные динамические характеристики системы "подвижной состав-путь"
2	методы исследования колебаний и устойчивости движения подвижного состава
3	основные принципы расчета прочности элементов подвижного состава, расчетные схемы основных деталей и узлов подвижного состава, методы их математического моделирования
<b>Уметь</b>	
1	исследовать динамику элементов подвижного состава и оценивать динамические качества и безопасность подвижного состава
<b>Владеть</b>	
1	методами оценки динамических сил в элементах подвижного состава, методами оценки напряженного и деформированного состояния элементов подвижного состава, методами моделирования динамики и прочности

**4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Часы	Код компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
<b>Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система</b>					
1.1	Тема 1. Общие сведения. Основные узлы и их назначение. Динамика подвижного состава как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения /Лек/	5	4	ПК-9	Л1.1, Л1.3, Л2.1
1.2	Силовые характеристики связей в моделях вагонов /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
1.3	Расчеты динамических характеристик подвижного состава. Составление уравнений вынужденных колебаний подвижного состава /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
1.4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	8	ПК-9	Л1.1, Л2.1, Л4.1, Л4.2, Э1, Э2
<b>Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути</b>					
2.1	Тема 2. Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути /Лек/	5	2	ПК-9	Л1.1, Л1.3, Л2.1
2.2	Силовые характеристики связей при боковых горизонтальных колебаниях вагонов /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
2.3	Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути в кривых участках /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
2.4	Моделирование реальной неровности пути по результатам измерений /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
2.5	Исследование динамического воздействия колеса подвижного состава на рельс при движении по волнообразной неровности пути /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1

2.6	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	8	ПК-9	Л1.1, Л2.1, Л4.1, Л4.2, Э1, Э2
<b>Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава. Методы моделирования</b>					
3.1	Тема 3. Расчет удара колеса по рельсу. Движение колесной пары и тележки вагона со скольжением. Движение экипажей по кривым участкам пути. Устойчивость колес против схода с рельсов /Лек/	5	4	ПК-9	Л1.1, Л1.3, Л2.1
3.2	Простейшие модели вагонов /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
3.3	Динамика неподрессоренных масс подвижного состава /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
3.4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	8	ПК-9	Л1.1, Л2.1, Л4.1, Л4.2, Э1, Э2
<b>Раздел 4. Колебания подвижного состава. Методы моделирования</b>					
4.1	Тема 4. Колебания подвижного состава с одинарным рессорным подвешиванием. Вынужденные колебания кузова на рессорах. Колебания подвижного состава с двойным рессорным подвешиванием /Лек/	5	4	ПК-9	Л1.1, Л1.3, Л2.1
4.2	Моделирование движения тележки в крутой круговой кривой /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
4.3	Исследование вынужденных вертикальных колебаний наддрессорного строения подвижного состава /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
4.4	Амплитудно-частотные характеристики колебательных процессов в моделях вагонов /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
4.5	Колебания подвижного состава с одинарным рессорным подвешиванием /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
4.6	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	8	ПК-9	Л1.1, Л2.1, Л4.1, Л4.2, Э1, Э2
<b>Раздел 5. Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути</b>					
5.1	Тема 5. Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути. Устойчивость вагонов в поезде при действии продольных сил /Лек/	5	2	ПК-9	Л1.1, Л1.3, Л2.1
5.2	Оценка устойчивости колесной пары от вползания гребня на головку рельса /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
5.3	Оценка безопасности движения по прямым и кривым участкам пути /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
5.4	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	8	ПК-9	Л1.1, Л2.1, Л4.1, Л4.2, Э1, Э2
<b>Раздел 6. Продольные силы в ударно-тяговых приборах</b>					
6.1	Тема 6. Кинематические особенности ударно-тяговых приборов. Продольные силы в ударно-тяговых приборах Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой. Требования к ударно-тяговым приборам /Лек/	5	2	ПК-9	Л1.1, Л1.3, Л2.1
6.2	Вертикальные колебания вагонов при движении по реальной неровности пути /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
6.3	Оценка безопасности движения под действием продольных сил /Пр/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3, Л2.1
6.4	Оценка устойчивости вагона под воздействием продольных сжимающих сил и проверка вагона на устойчивость от опрокидывания /Лаб/	5	2	ПК-9	Л1.2, Л2.1
6.4	Поперечная устойчивость кузова на	5	2	ПК-9	Л1.2, Л1.3,

	рессорах /Пр/				Л2.1
6.6	Проработка лекционного материала и подготовка к практическим занятиям /Ср/	5	8	ПК-9	Л1.1, Л2.1, Л4.1, Л4.2, Э1, Э2
	Подготовка к зачету /Ср/	5	6	ПК-9	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Э.1, Э.2

**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 разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.

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

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

**6.1 Учебная литература**

**6.1.1 Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Вершинский С.В., Данилов В.Н., Хусидов В.Д.	Динамика вагона: учеб. для вузов по специальностям ж.-д. трансп.	М.: Транспорт, 1991	66
Л1.2	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
Л1.3	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
Л2.1	Вериго М.Ф.	Динамика вагонов: Конспект лекций по спец. "Вагоностроение и вагонное хоз-во"	М. : [б. и.] (ВЗИИТ)	24

**6.1.3 Методические разработки**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1		не предусмотрено		

**6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Кошелев В.А. и	Изучение колебаний вагонов с помощью	Л.: [б.и.], 1983	28

	др.	ЭВМ: учеб. пособие		
Л4.2	Коган А.Я.	Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом	М.: Транспорт, 1997	50
<b>6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</b>				
Э.1	Сайт для студентов-железнодорожников <a href="http://www.pomogala.ru">http://www.pomogala.ru</a>			
Э.2	Форум работников железнодорожного транспорта <a href="http://railway.kanaries.ru">http://railway.kanaries.ru</a>			
<b>6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)</b>				
<b>6.3.1 Перечень базового программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; 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, <a href="http://ru.libreoffice.org">http://ru.libreoffice.org</a>			
<b>6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения</b>				
6.3.2.1	MathCAD_student 15.0, количество – 50, лицензия № 434692			

<b>7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Учебная лаборатория «Метода конечных элементов (CAD/CAE)» (Д-318). Оснащение лаборатории: учебная мебель, компьютеры, учебные стенды. Мини депо (Е-00). Оснащение: тележка грузового и пассажирского вагона, стенд для изучения конструкции, 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 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.

<b>8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятий) и др.
Лабораторные	На лабораторных занятиях важно понимание обучающимися таких

занятия	<p>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>
Практическое (семинарское) 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>Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает в конце практического занятия, выставляя в рабочий журнал текущие оценки. Студент имеет право ознакомиться с ними. Оценка работы студента на практических занятиях осуществляется по следующим признакам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зачтено – активное участие в обсуждении проблем каждого практического занятия, самостоятельность ответов, свободное владение материалом, полные и аргументированные ответы на вопросы, участие в дискуссиях, твёрдое знание лекционного материала,</li> <li>2. Не зачтено – пассивность на практических занятиях, частая неготовность при ответах на вопросы, отсутствие качеств, указанных выше, для получения более высоких оценок.</li> </ol>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа обучающихся предполагает изучение лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную их подготовку к каждому лабораторному и практическому занятию в тематической последовательности, подготовку, выполнение и защиту курсовой работы, подготовку к текущему контролю и промежуточной аттестации по дисциплине.</p> <p>Методический материал обеспечивает рациональную организацию самостоятельной работы обучающихся на основе систематизированной информации по курсовой работе, темам лабораторных и практических занятий по дисциплине «Основы механики подвижного состава».</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине  
Б1.В.17 «Основы механики подвижного состава»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации по дисциплине  
Б1.В.17 «Основы механики подвижного состава»**



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

Дисциплина «Основы механики подвижного состава» участвует в формировании компетенций:

**ПК-9:** способностью к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПК-9  
при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ПК-9	способностью к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	8	3
		Б1.В.06 Основы научных исследований	3	1
		Б1.В.08 Прикладное программирование	3	1
		Б1.В.13 Проектирование, конструирование и испытания нетягового подвижного состава	4	2
		Б1.Б.17 Теория механизмов и машин	4	2
		Б1.В.17 Основы механики подвижного состава	5	2
		Б1.В.ДВ.09.01 Компьютерные технологии расчета и проектирования подвижного состава	7	3
		Б1.В.ДВ.09.02 Компьютерные технологии инженерного анализа	7	3

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПК-9  
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПК-9	способностью к участию в составе коллектива исполнителей в проведении исследования и моделирования транспортных и транспортно-технологических процессов и их элементов	Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава. Методы моделирования Раздел 4. Колебания	Минимальный уровень освоения	Знать нормативную документацию
				Уметь применять на практике знание в проведении испытаний
				Владеть знаниями основных методик проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов
			Базовый уровень освоения	Знать основные методики проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов
Уметь участвовать в составе коллектива исполнителей к решению поставленных задач				
				Владеть способностью интерпретировать полученную

		подвижного состава. Методы моделирования Раздел 5. Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути Раздел 6. Продольные силы в ударно-тяговых приборах		при испытании информацию Знать, как участвовать в составе коллектива исполнителей к решению поставленных задач Уметь предлагать наиболее эффективный метод проведения испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов Владеть умением совместной деятельности при проведении испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов
			Высокий уровень освоения	

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

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
<b>5 семестр</b>				
1	1-4	Текущий контроль	Тема 1. Общие сведения. Основные узлы и их назначение. Динамика подвижного состава как научная основа. Задачи динамики вагонов и методы их решения	ПК-9  Реферат, индивидуальное творческое задание (устно, письменно)
2	4	Текущий контроль	Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система	ПК-9  Тестирование (компьютерные технологии)
3	5-6	Текущий контроль	Тема 2. Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках. Динамические характеристики железнодорожного пути	ПК-9  Реферат, индивидуальное творческое задание (устно, письменно)
4	6	Текущий контроль	Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути	ПК-9  Тестирование (компьютерные технологии)
5	7-10	Текущий контроль	Тема 3. Расчет удара колеса по рельсу. Движение колесной пары и тележки вагона со скольжением. Движение экипажей по кривым участкам пути. Устойчивость колес против схода с рельсов	ПК-9  Реферат, индивидуальное творческое задание (устно, письменно)
6	10	Текущий контроль	Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава. Методы моделирования	ПК-9  Тестирование (компьютерные технологии)
7	11-14	Текущий контроль	Тема 4. Колебания подвижного состава с одинарным рессорным подвешиванием. Вынужденные колебания кузова на рессорах. Колебания подвижного состава с двойным рессорным подвешиванием	ПК-9  Реферат, индивидуальное творческое задание (устно, письменно)
8	14	Текущий контроль	Раздел 4. Колебания подвижного состава. Методы моделирования	ПК-9  Тестирование (компьютерные технологии)

					технологии)
9	15-16	Текущий контроль	Тема 5. Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути. Устойчивость вагонов в поезде при действии продольных сил	ПК-9	Реферат, индивидуальное творческое задание (устно, письменно)
10	16	Текущий контроль	Раздел 5. Устойчивость движения подвижного на прямых и кривых участках пути	ПК-9	Тестирование (компьютерные технологии)
11	17-18	Текущий контроль	Тема 6. Кинематические особенности ударно-тяговых приборов. Продольные силы в ударно-тяговых приборах Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой. Требования к ударно-тяговым приборам	ПК-9	Реферат, индивидуальное творческое задание (устно, письменно)
12	18	Текущий контроль	Раздел 6. Продольные силы в ударно-тяговых приборах	ПК-9	Тестирование (компьютерные технологии)
13	18	Промежуточная аттестация	Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава. Методы моделирования Раздел 4. Колебания подвижного состава. Методы моделирования Раздел 5. Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути Раздел 6. Продольные силы в ударно-тяговых приборах	ПК-9	Зачет (устно)

## **2 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 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
<b>Текущий контроль успеваемости</b>			
1	Творческое задание	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки знаний, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы групповых и/или индивидуальных творческих заданий
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	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
<b>Промежуточная аттестация</b>			
4	Зачет (дифференцированный 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

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

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«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	Минимальный

	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	
«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

#### Творческое задание

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Представленная работа демонстрирует точное понимание задания и полное ему соответствие. В работе приводятся конкретные факты и примеры. Материал изложен логично. Работа и форма её представления является авторской, выполнена самостоятельно и содержит большое число оригинальных, изобретательных примеров. Эффективное использование изображений, видео, аудио и других мультимедийных возможностей, чтобы представить свою тему и вызвать интерес. Презентация имеет все необходимые разделы, данные об авторе, ссылки на источники, оформлена в одном стиле. Текст не избыточен на слайде, не имеет орфографических и речевых ошибок
«хорошо»	Представленная работа демонстрирует понимание задания. В работу включаются как материалы, имеющие как непосредственное отношение к теме, так и материалы, не имеющие отношения к ней. Содержание работы соответствует заданию, но не все аспекты задания раскрыты. В работе есть элементы творчества. Используются однотипные мультимедийные возможности, или некоторые из них отвлекают внимание от темы презентации. Основные требования к презентации соблюдены, но отсутствует выполнение требований либо к оформлению, либо к содержанию. Текст на слайде не избыточен, но плохо читается, несколько неудачных речевых выражений.
«удовлетворительно»	В работу включена собранная обучающимся информация, но она не анализируется и не оценивается. Нарушение логики в изложении материала. Обычная, стандартная работа, элементы творчества отсутствуют. Не используются изображения, видео, аудио и другие мультимедийные

	возможности, или их использование отвлекает внимание. Не соблюдены требования к оформлению презентации. Слишком много текста, или две и более орфографических ошибок, или речевые и орфографические ошибки
«неудовлетворительно»	Включены материалы, не имеющие непосредственного отношения к теме работы, содержание работы не относится в рассматриваемой проблеме. Отсутствует логики в изложении материала. Не используются изображения, видео, аудио и другие мультимедийные возможности, или их использование отвлекает внимание. Не соблюдены требования к оформлению презентации

### **Критерии и шкала оценивания компьютерного тестирования**

Оценка	Критерий оценки
«зачтено»	Выполнение более 60% тестовых заданий
«не зачтено»	Выполнение менее 60% тестовых заданий

## **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 Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Основы механики подвижного состава»**

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 нагруженностью 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.

#### **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.
Творческое задание	Индивидуальные творческие задания выдаются на практических занятиях, предшествующих изучению предлагаемой темы.
Тест	Тестирование проводится в конце семестра для оценки усвоенного материала.
Защита лабораторной работы	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий

#### **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.



## 5 ФОРМЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1 Тематика рефератов

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-9

Раздел 1. Подвижной состав и железнодорожный путь как единая механическая система  
Тема 1 «Общие сведения. Основные узлы и их назначение. Динамика подвижного состава как научная основа. Динамические характеристики железнодорожного пути»

1. Динамические характеристики вагона
2. Динамические характеристики железнодорожного пути
3. Общие методы изучения динамики вагона

Раздел 2. Основные элементы и динамические характеристики верхнего строения пути  
Тема 2 «Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках»

1. Железнодорожный путь в целом. Рельсы. Шпалы и промежуточные скрепления. Балластный слой. Основная площадка земляного полотна.
2. Особенности устройства пути на кривых участках. Оценка фактического состояния пути.
3. Неровности рельсового пути.
4. Динамические характеристики верхнего строения пути.
5. Стрелочные переводы.

Раздел 3. Динамика неподрессоренных масс подвижного состава. Методы моделирования.  
Тема 3 «Расчет удара колеса по рельсу. Движение колесной пары и тележки вагона со скольжением. Движение экипажей по кривым участкам пути. Устойчивость колес против схода с рельсов»

1. Силы безударного взаимодействия колеса с рельсом при движении по коротким неровностям и стрелочным переводам.
2. Влияние неправильной сборки тележек на процесс движения.
3. Совместное действие колесных пар тележки на элементы верхнего строения пути..

Раздел 4. Колебания подвижного состава. Методы моделирования

Тема 4 «Колебания подвижного состава с одинарным рессорным подвешиванием. Вынужденные колебания кузова на рессорах. Колебания подвижного состава с двойным рессорным подвешиванием»

1. Общая характеристика систем одинарного рессорного подвешивания.
2. Выбор расчетных схем для исследования колебаний вагона.
3. Дифференциальные уравнения колебаний кузова на рессорах.
4. Особенности системы двойного рессорного подвешивания.
5. Оценка динамических качеств грузового и пассажирского вагона.

Раздел 5. Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути  
Тема 5 «Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути. Устойчивость вагонов в поезде при действии продольных сил»

1. Поперечная устойчивость вагона на рессорах.

2. Расчет допускаемых скоростей движения вагона по стрелочным кривым.

#### Раздел 6. Продольные силы в ударно-тяговых приборах

Тема 6 «Кинематические особенности ударно-тяговых приборов. Продольные силы в ударно-тяговых приборах. Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой. Требования к ударно-тяговому приборам»

1. Кинематические особенности ударно-тяговых приборов
2. Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой.
3. Силы при соударениях одиночных вагонов, оборудованных упруго-фрикционными поглощающими аппаратами.
4. Сопротивление удару гидравлического поглощающего аппарата.
5. Соударение вагонов имеющих подвижную хребтовую балку.
6. Соударение группы вагонов при маневровых работах.

#### Критерии оценки:

- оценка «**отлично**» выставляется студенту, если доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация Power Point, Flash-презентация, видео-презентация и др.) Используются дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры). Оформление работы, соответствует предъявляемым требованиям. Оригинальность выполнения (работа сделана самостоятельно, представлена впервые);

- оценка «**хорошо**» доклад создан с использованием компьютерных технологий (презентация Power Point, Flash-презентация, видео-презентация и др.) Содержание доклада включает в себя информацию из основных источников, дополнительные источники информации не использовались. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Структура доклада сохранена (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры);

- оценка «**удовлетворительно**» доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Используются дополнительные источники информации. Содержание заданной темы раскрыто не в полном объеме. Отражена структура доклада (вступление, основная часть, заключение, присутствуют выводы и примеры);

- оценка «**неудовлетворительно**» доклад сделан устно, без использования компьютерных технологий. Содержание доклада ограничено информацией. Заданная тема доклада не раскрыта, основная мысль сообщения не передана.

## 5.2 Темы индивидуальных творческих заданий

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-9

**Тема 1 «Общие сведения. Основные узлы и их назначение. Динамика подвижного состава как научная основа. Динамические характеристики железнодорожного пути»**

### Задача 1

Выберите из исходных данных значения, необходимые для моделирования 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

$$\zeta(t) := A \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \dot{\zeta}(t) := A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Запишите уравнение реакции упруго-вязкой связи в виде

$$R(t) := Cz \cdot \zeta(t) \\ R_{z1}(t) := Cz \cdot \zeta(t) + \beta z \cdot \dot{\zeta}(t)$$

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

### Задача 2

Выберите из исходных данных значения, необходимые для моделирования упруго-фрикционной связи.

Запишите уравнения реакции связи в виде функций:

$$R_{\text{down}}(t) := Cz \cdot \zeta(t) + F_0 \delta \\ R_{\text{up}}(t) := Cz \cdot \zeta(t) - F_0 \delta$$

$$Rz2(t) := \text{if}(\zeta(t) \geq 0, R_{\text{down}}(t), R_{\text{up}}(t))$$

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

Одна из них описывает фазу движения вниз, другая – вверх, а третья, логическая функция, описывает силовую характеристику связи в целом.

Постройте графики изменения реакции связи во времени и силовую характеристику, как в предыдущем случае.

### Задача 3

Выберите необходимые для моделирования связи исходные данные.

Запишите уравнения реакции связей в виде:

$$R_{\text{down}}(t) := Cz \cdot \zeta(t) \cdot (1 + \phi) + Cz \cdot \dot{\zeta}(t) \cdot \delta \phi$$

$$R_{\text{up}}(t) := Cz \cdot \zeta(t) \cdot (1 - \phi) - Cz \cdot \dot{\zeta}(t) \cdot \delta \phi$$

$$Rz3(t) := \text{if}(\zeta(t) \geq 0, R_{\text{down}}(t), R_{\text{up}}(t))$$

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

где одна функция описывает движение вниз, другая – вверх, а третья - силовую характеристику связи в целом.

Постройте графики изменения реакции связи от времени и силовую характеристику.

### Задача 4

Выберите необходимые для моделирования связи исходные данные.

Запишите уравнения связи, как показано ниже.

$$R_{\text{down}}(t) := Cz \cdot \zeta(t) \cdot (1 + \phi_d) + Cz \cdot \dot{\zeta}(t) \cdot \delta \phi_d$$

$$R_{\text{up}}(t) := Cz \cdot \zeta(t) \cdot (1 - \phi_a) - Cz \cdot \dot{\zeta}(t) \cdot \delta \phi_a$$

$$Rz4(t) := \text{if}(\zeta(t) \geq 0, R_{\text{down}}(t), R_{\text{up}}(t))$$

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

Здесь, как и в предыдущем случае, представлены функции, описывающие реакцию связи при движении вверх, вниз и силовую характеристику в целом.

Постройте графики изменения реакции связи от времени и силовую характеристику.

## Тема 2 «Основные элементы железнодорожного пути. Особенности устройства пути на кривых участках»

### Задача 1

1. Рассчитать значение собственной частоты недемпфированной системы для своих исходных данных:  
Жесткость рессорного подвешивания,  $K=4500\text{кН/м}$   
Высота неровности рельса  $h=0.012\text{м}$   
Масса вагона,  $m=90\text{т}$   
Начальное отклонение массы,  $Z_0=0.015\text{м}$
2. Приять значение частоты вынужденных колебаний примерно равной частоте собственных колебаний  $\omega_{\text{в}} = \omega$  и  $\omega_{\text{в}} = 2\omega$ ,  $\omega_{\text{в}} = 0.5\omega$ .
3. Выполнить расчет колебаний подпрыгивания массы.
4. Построить график зависимости  $z(t)$ .
5. По графику сделать вывод о приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных.

Собственная частота недемпфированной системы:

$$\omega := \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Колебания подпрыгивания массы:

$$Z(t) := \frac{\omega^2 \cdot h}{\omega^2 - \omega_{\text{в}}^2} \cdot (\cos(\omega_{\text{в}} \cdot t) - \cos(\omega \cdot t))$$

$t := 0, 0.05 \dots 1$

### Задача 2

1. Рассчитать значение собственной частоты недемпфированной системы для своих исходных данных:  
Жесткость рессорного подвешивания,  $K=1500\text{кН/м}$   
Высота неровности рельса  $h=0.005\text{м}$   
Масса вагона,  $m=46\text{т}$   
Начальное отклонение массы,  $Z_0=0.007\text{м}$
2. Приять значение частоты вынужденных колебаний примерно равной частоте собственных колебаний  $\omega_{\text{в}} = \omega$  и  $\omega_{\text{в}} = 1.5\omega$ ,  $\omega_{\text{в}} = 0.2\omega$ .
3. Выполнить расчет колебаний подпрыгивания массы.
4. Построить график зависимости  $z(t)$ .
5. По графику сделать вывод о приближении частоты вынужденных колебаний к частоте собственных.

Собственная частота недемпфированной системы:

$$\omega := \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Колебания подпрыгивания массы:

$$Z(t) := \frac{\omega^2 \cdot h}{\omega^2 - \omega_{\text{в}}^2} \cdot (\cos(\omega_{\text{в}} \cdot t) - \cos(\omega \cdot t))$$

$t := 0, 0.05 \dots 1$

**Тема 3 «Расчет удара колеса по рельсу. Движение колесной пары и тележки вагона со скольжением. Движение экипажей по кривым участкам пути. Устойчивость колес против схода с рельсов»**

Ознакомьтесь с теорией и выполните следующие задания:

1. Расчетная схема движения тележки в кривой малого радиуса. Силы, действующие на неё.
2. Виды положений полюса поворота, Оп.
3. Силы, действующие на колесную пару в обычных условиях движения.
4. Силы, действующие на колесную пару в момент начала схода.
5. Какое условие должно соблюдаться, чтобы колесо не вкатилось на головку рельса?

**Тема 4 «Колебания подвижного состава с одинарным рессорным подвешиванием. Вынужденные колебания кузова на рессорах. Колебания подвижного состава с двойным рессорным подвешиванием»**

**Задача 1**

1. Рассчитать значение собственной частоты недемпфированной системы для своих исходных данных:  
Жесткость рессорного подвешивания,  $\mathcal{K}=7800\text{кН/м}$   
Высота неровности рельса  $h=0.005\text{м}$   
Масса вагона,  $m=23\text{т}$   
Начальное отклонение массы,  $Z_0=0.007\text{м}$
2. Рассчитать коэффициент критического затухания.
3. Рассчитать коэффициент относительного затухания при  $\beta_1 = 0$  и  $\beta_2 = 0.2 \cdot \beta_{кр}$   $\beta_3 = 0.8 \cdot \beta_{кр}$
4. Выполнить расчет колебаний подпрыгивания массы для различных коэффициентов демпфирования.
5. Построить график зависимости  $z(t)$ .
6. По графику сделать вывод о влиянии величины демпфирования на свободные колебания модели вагона.

Собственная частота недемпфированной системы:

$$\omega := \sqrt{\frac{\mathcal{E}}{m}}$$

Коэффициент критического затухания:

$$\beta_{\text{крит}} := 2 \cdot \sqrt{m \cdot \mathcal{E}}$$

Коэффициент относительного затухания:

$$n := \frac{\beta}{\beta_{\text{крит}}}$$

Колебания подпрыгивания массы для различных коэффициентов демпфирования:

$$z(t) := Z_0 \cdot e^{-n \cdot \omega \cdot t} \cdot \cos\left(\omega \cdot \sqrt{1 - n^2} \cdot t\right)$$
$$t := 0, 0.05 \dots 1$$

**Задача 2**

1. Рассчитать значение собственной частоты недемпфированной системы для своих исходных данных:

Жесткость рессорного подвешивания,  $\mathcal{K}=5600\text{кН/м}$

Высота неровности рельса  $h=0.006\text{м}$

Масса вагона,  $m=25\text{т}$

Начальное отклонение массы,  $Z_0=0.009\text{м}$

2. Рассчитать коэффициент критического затухания.
3. Рассчитать коэффициент относительного затухания при  $\beta_1 = \beta_{кр}$  и  $\beta_2 = 1.2 \cdot \beta_{кр}, \beta_3 = 1.5 \cdot \beta_{кр}$
4. Выполнить расчет колебаний подпрыгивания массы для различных коэффициентов демпфирования.
5. Построить график зависимости  $z(t)$ .
6. По графику сделать вывод о влиянии величины демпфирования на свободные колебания модели вагона.

Собственная частота недемпфированной системы:

$$\omega := \sqrt{\frac{\mathcal{K}}{m}}$$

Коэффициент критического затухания:

$$\beta_{êð} := 2 \cdot \sqrt{m \cdot \mathcal{K}}$$

Коэффициент относительного затухания:

$$n := \frac{\beta}{\beta_{êð}}$$

Колебания подпрыгивания массы для различных коэффициентов демпфирования:

$$z(t) := Z_0 \cdot e^{-n \cdot \omega \cdot t} \cdot \cos(\omega \cdot \sqrt{1 - n^2} \cdot t)$$
$$t := 0, 0.05 \dots 1$$

## **Тема 5 «Устойчивость движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути. Устойчивость вагонов в поезде при действии продольных сил»**

Ознакомьтесь с теорией и выполните следующие задания:

1. Что такое переходной процесс?
2. Какой процесс называется установившемся или стационарным?
3. Описание графиков коэффициента нарастания амплитуд и коэффициента нарастания ускорений в зависимости от отношения частот.
4. Виды колебаний кузова в переходном процессе.

## **Тема 6 «Кинематические особенности ударно-тяговых приборов. Продольные силы в ударно-тяговых приборах. Силовые характеристики поглощающих аппаратов на вагонах с автосцепкой. Требования к ударно-тяговым приборам»**

### **Задача 1**

1. Рассчитать значение собственной частоты недемпфированной системы для своих исходных данных:

Жесткость рессорного подвешивания,  $\mathcal{K}=1100\text{кН/м}$

Высота неровности рельса  $h=0.006\text{м}$

Масса вагона,  $m=48\text{т}$

Начальное отклонение массы,  $Z_0=0.008м$

2. Выполнить расчет АЧХ для различных коэффициентов относительного затухания:  $n=0.05$ ,  $n=0.2$  и  $n=0.4$ .
3. Построить график зависимости  $A(\psi)$  при  $\psi := 0, 1.. 2 \cdot \omega$
4. По графику сделать вывод о влиянии величины степени демпфирования на АЧХ колебания подпрыгивания модели вагона.

Собственная частота недемпфированной системы:

$$\omega := \sqrt{\frac{E}{m}}$$

АЧХ определяется:

$$A(\psi) := \frac{\sqrt{a(\psi)^2 + b(\psi)^2}}{\sqrt{c(\psi)^2 + d(\psi)^2}}$$

$$a(\psi) := 0$$

$$c(\psi) := 1 - \left(\frac{\psi}{\omega}\right)^2$$

$$b(\psi) := 2 \cdot n \cdot \frac{\psi}{\omega}$$

$$d(\psi) := 2 \cdot n \cdot \frac{\psi}{\omega}$$

### Задача 2

1. Рассчитать значение собственной частоты недемпфированной системы для своих исходных данных:  
Жесткость рессорного подвешивания,  $J=8200кН/м$   
Высота неровности рельса  $h=0.008м$   
Масса вагона,  $m=30т$   
Начальное отклонение массы,  $Z_0=0.01м$
2. Выполнить анализ влияния на АЧХ величины жесткости рессорного подвешивания модели. Для этого рассчитать:  $J_1=0,2J$ ;  $J_2=0,8J$  и  $J_3=J$ .
3. Рассчитать три значения собственной частоты для жесткостей определенных в предыдущем шаге.
4. Выполнить расчет АЧХ для различных жесткостей при  $n=0.1$ .
5. Построить график зависимости  $A(\psi)$  при  $\psi := 0, 1.. 2 \cdot \omega$
6. По графику сделать вывод о влиянии величины жесткости рессорного подвешивания на АЧХ колебания подпрыгивания модели вагона.

Собственная частота недемпфированной системы:

$$\omega := \sqrt{\frac{E}{m}}$$

АЧХ определяется:

$$A(\psi) := \frac{\sqrt{a(\psi)^2 + b(\psi)^2}}{\sqrt{c(\psi)^2 + d(\psi)^2}}$$

$$a(\psi) := 0$$

$$c(\psi) := 1 - \left(\frac{\psi}{\omega}\right)^2$$

$$b(\psi) := 2 \cdot n \cdot \frac{\psi}{\omega}$$

$$d(\psi) := 2 \cdot n \cdot \frac{\psi}{\omega}$$

### **Критерии оценки:**

При оценке ответа надо учитывать:

- 1) полноту и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) оформление ответа.

Оценка **«отлично»** ставится, если студент:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Ответ оценивается на оценку **«хорошо»**, если студент даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**«Удовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке теорий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Можно считать пороговый уровень недостигнутым, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке материала.