

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет
имени Владимира Даля»

Институт транспорта и логистики
Кафедра железнодорожного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института транспорта
и логистики
В.В. Быкадоров
(подпись)
«18» ЛО 04 2023 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ДИНАМИКА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА»

По специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог
Специализация: «Локомотивы»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Динамика подвижного состава» по специальности 23.05.03 – Подвижной состав железных дорог. – 24 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Динамика подвижного состава» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог (утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.03.2018 г. № 215).

СОСТАВИТЕЛЬ:

старший преподаватель Тасанг Э.Х.,

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры железнодорожного транспорта «12» 04 20 23 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой
железнодорожного транспорта  Быкадоров В.В.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Переутверждена: « » 20 года, протокол №

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики «14» 04 20 23 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической
комиссии института транспорта и логистики  Иванова Е.И.

© Тасанг Э.Х., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цели изучения дисциплины:

- выяснение сути и физической природы, а также изучение закономерностей возникновения и существования динамических процессов в подвижном составе железных дорог при работе его агрегатов и при движении его в рельсовой колее;
- изучение способов математического моделирования динамических явлений, возникающих в подвижном составе железных дорог, методов их исследования и методик практических расчетов;
- изучение методов оценки динамических качеств подвижного состава железных дорог и безопасности его движения в рельсовой колее.

Задачи изучения дисциплины:

- овладение комплексом знаний и проблем, касающихся динамики подвижного состава железных дорог;
- овладение способами математического моделирования задач динамики подвижного состава железных дорог;
- овладение методами исследования проблем и навыками практических расчетов в сфере динамики подвижного состава железных дорог.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Дисциплина «Динамика подвижного состава» входит в модуль дисциплин, формируемый участниками образовательных отношений обязательной части учебного плана.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Локомотивы», «Вагоны», «Электроподвижной состав» и «Безопасность движения на железнодорожном транспорте» и служит основой для освоения дисциплин «Теория и конструкция локомотивов», «Вибро- и шумозащита на подвижном составе», «Надежность подвижного состава», «Техническая диагностика подвижного состава» и «Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-3. Способен организовывать проектирование и последующие эксплуатацию и обслуживание подвижного состава, обосновывать структуру управ-	ПК-3.5. Способен организовывать проектирование перспективного подвижного состава, разрабатывать кинематические схемы машин и механизмов, определять параметры приводов и передаточных механизмов, разрабатывать конструк-	Знать: - текущие и перспективные задачи в области динамики подвижного состава железных дорог; - причины возникновения и физическую суть динамических явлений в механической части подвижного состава, способы их математического описания и аналитического исследования; - выбор схем и параметров, расчет дина-

ления эксплуатации подвижного состава	торскую документацию с использованием компьютерных технологий	мических характеристик рессорного подвешивания, систем виброизоляции, приводов колесных пар, силовых и вспомогательных агрегатов, продольных и поперечных связей колесных пар с рамой тележки и ее с кузовом; - методы расчета движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути, сил взаимодействия колес с рельсами, собственных и вынужденных колебаний средств рельсового транспорта и их элементов; - критерии и нормы безопасности движения подвижного состава в рельсовой колее; - методы оценки и обеспечения необходимых динамических качеств и безопасности движения проектируемого подвижного состава железных дорог; - основные характеристики и показатели динамики современных единиц подвижного состава; - динамические показатели зарубежного подвижного состава железных дорог; - перспективы совершенствования динамических характеристик подвижного состава железных дорог; - техническую и эксплуатационную стабильность динамических характеристик средств рельсового транспорта; - современные методы динамических испытаний средств рельсового транспорта и используемой при этом аппаратуры; уметь: - выполнять с применением ЭВМ расчеты параметров и динамических характеристик механической части подвижного состава железных дорог (рессорного подвешивания, систем виброизоляции, приводов колесных пар, силовых и вспомогательных агрегатов, продольных и поперечных связей колесных пар с рамой тележки и последней с кузовом т. д.), а также сил взаимодействия колес с рельсами, частот и амплитуд собственных и вынужденных колебаний подвижного состава и его элементов; - производить оценку ходовых качеств, безопасности движения, уровня шума и вибрации, а также других динамических показателей подвижного состава по результатам испытаний; владеть навыками: - обосновывать предложения по совер-
---------------------------------------	---	--

		шенствованию динамических характеристик подвижного состава железных дорог; - оценивать воздействие подвижного состава на обслуживающий персонал и окружающую среду и выбрать наиболее эффективные пути снижения этого воздействия; - выбора рациональных характеристик упругих связей и гасителей колебаний в узлах единиц подвижного состава; - определения параметров динамических систем по результатам экспериментальных испытаний и замеров.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	216 (6 зач. ед)	-	216 (6 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	96	-	24
Лекции	64		16
Семинарские занятия	-		-
Практические занятия	32		8
Лабораторные работы	-		-
Курсовая работа (курсовой проект)	-		-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (индивидуальная расчетно-графическая работа)	-		-
Самостоятельная работа студента (всего)	84	-	192
Итоговая аттестация	экзамен	-	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общее устройство железнодорожного пути

Вводная часть. Исторические сведения о проблемах динамики локомотивов и вагонов. Устройство и характеристики верхнего строения пути. Устройство рельсовой колеи на прямых и кривых.

Тема 2. Элементы экипажной части локомотивов и вагонов

Схемы экипажных частей и положение колесной пары в рельсовой колее. Рессорное подвешивание локомотивов и вагонов. Гасители колебаний надрессорного строения. Соединения упругих элементов в группы и системы рессорного подвешивания. Возвращающие устройства тележек.

Тема 3. Краткие сведения из теории колебаний

Гармонические колебания. Параметры механических колебаний. Собственные и вынужденные колебания тела.

Тема 4. Вертикальная динамика

Прохождение колесом неровностей рельсового пути. Колебания наддрессорного строения; причины, виды. Собственные колебания подпрыгивания. Вынужденные колебания наддрессорного строения. Резонанс.

Тема 5. Горизонтальная динамика

Движение на прямых участках пути. Боковые силы при движении экипажа на прямых участках. Движение на кривых участках пути: геометрическое и динамическое вписывание.

Тема 6. Продольная динамика

Классификация ударно-тяговых приборов. Силовые характеристики поглощающих аппаратов. Продольные силы в поезде при соударении вагонов.

Тема 7. Плавность хода и комфортабельность перевозок

Физиологическое воздействие колебаний на организм человека; нормирование вибрации. Оценка ходовых качеств локомотивов и вагонов.

Тема 8. Динамика привода колесных пар

Классификация тяговых приводов колесных пар. Динамика опорно-осевого привода.

Тема 9. Безопасность движения подвижного состава

Виды опасностей движения. Критерии безопасности.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Вводная часть. Исторические сведения о проблемах динамики локомотивов и вагонов.	2	-	-
2	Устройство и характеристики верхнего строения пути	2	-	-
3	Устройство рельсовой колеи на прямых и кривых участках пути	2	-	-
4	Схемы экипажных частей и положение колесной пары в рельсовой колее	2	-	2
5	Рессорное подвешивание локомотивов и вагонов: металлические упругие элементы	3	-	2
6	Рессорное подвешивание локомотивов и вагонов: неметаллические упругие элементы	3	-	-
7	Гасители колебаний наддрессорного строения	3	-	2
8	Соединения упругих элементов в группы. Системы рессорного подвешивания	3	-	-
9	Возвращающие устройства тележек	3	-	-
10	Прохождение колесом плавной единичной неровности жесткого пути	3	-	2
11	Прохождение колесом плавной единичной неровности упругого пути и рельсового стыка	3	-	-
12	Колебания наддрессорного строения. Классификация. Собственные колебания подпрыгивания	3	-	2
13	Собственные колебания галопирования и боковой качки	3	-	-
14	Определение моментов инерции массы элементов экипажной части	3	-	-

15	Колебания наддрессорного строения при двухступенчатом рессорном подвешивании	3	-	-
16	Собственные колебания наддрессорного строения при наличии гасителей колебаний	3	-	2
17	Вынужденные колебания наддрессорного строения. Явление резонанса. Резонанс колебаний наддрессорного строения при движении экипажа по стыковому рельсовому пути	2	-	-
18	Движение экипажа на прямых участках пути. Причины и закономерности извилистого движения	2	-	-
19	Боковые силы при движении экипажа на прямых участках пути	2	-	2
20	Движение на кривых участках пути. Геометрическое вписывание	2	-	-
21	Движение на кривых участках пути. Динамическое вписывание	2	-	-
22	Классификация ударно-тяговых приборов и продольные силы в поезде при соударении вагонов	2	-	-
23	Физиологическое воздействие колебаний на организм человека. Нормирование вибрации	2	-	-
24	Оценка ходовых качеств локомотивов и вагонов	2	-	-
25	Динамика привода колесных пар	2	-	2
26	Безопасность движения локомотивов и вагонов в рельсовой колее	2	-	-
Итого:		64	-	16

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Расчет возвышения наружного рельса в кривой и параметров примыкающей к ней переходной кривой	2	-	-
2	Расчет жесткости винтовой пружины и листовой рессоры	2	-	-
3	Расчет жесткости комплектов резиновых рессор	2	-	-
4	Расчет жесткости пневматических рессор	2	-	-
5	Расчет жесткости сбалансированного рессорного подвешивания	2	-	-
6	Расчет энергоемкости гидравлического и фрикционного гасителя колебаний	2	-	-
7	Расчет динамических сил при прохождении колесом плавной неровности жесткого и упругого пути	2	-	2
8	Расчет динамических сил при прохождении колесом стыка рельсов	2	-	-
9	Расчет собственных колебаний подпрыгивания и галопирования наддрессорного строения	2	-	2
10	Расчет собственных колебаний наддрессорного строения при двухступенчатом подвешивании	2	-	2
11	Расчет показателей затухания собственных колебаний наддрессорного строения при наличии гидравлических гасителей	2	-	-
12	Расчет показателей затухания собственных колебаний наддрессорного строения при наличии	2	-	-

	фрикционных гасителей			
13	Расчет показателей влияния одиночной колесной пары и тележки при движении на прямой	2	-	2
14	Расчет поперечной силы взаимодействия колеса с рельсами при движении на прямой	2	-	-
15	Расчет силы соударения вагонов при формировании состава	2	-	-
16	Оценка движения локомотива (вагона) по показателям плавности хода	1	-	-
17	Расчет показателей безопасности движения локомотива (вагона) в рельсовой колее	1	-	-
Итого:		32	-	8

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине «Динамика подвижного состава» учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Расчет напряжений в рельсах, шпалах и балласте при движении локомотива (вагона)	Индивидуальное внеаудиторное расчетно-графическое задание	4	-	-
2	Тема 1: Извилистое движение колесных пар и тележек при движении в рельсовой колее	Проработка дополнительного учебного материала	5	-	-
3	Тема 2: Оценка безопасности движения колесной пары в рельсовой колее	Проработка дополнительного учебного материала	10	-	4
4	Тема 3: Извилистое движение колесных пар и тележек при движении в рельсовой колее	Проработка дополнительного учебного материала	10	-	-
5	Тема 4: Оценка безопасности движения колесной пары в рельсовой колее	Проработка дополнительного учебного материала	5	-	-
6	Тема 5: Оценка безопасности движения колесной пары в рельсовой колее	Проработка дополнительного учебного материала	10	-	-
7	Тема 6: Устройство и характеристики верхнего строения пути. Устройство рельсовой колеи на прямых и кривых участках пути	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	14
8	Тема 7: Соединения упругих элементов в группы. Системы рессорного подвешивания	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	14
9	Тема 8: Прохождение колесом плавной единичной неровности жесткого и упругого пути и рельсового стыка	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	14
10	Тема 9: Возвращающие устройства тележек	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	15
11	Тема 10: Колебания надрес-	Самостоятельное освоение	-	-	14

	сорного строения. Классификация. Собственные колебания подпрыгивания, галопирования и боковой качки	ние разделов программы учебной дисциплины			
12	Тема 11: Вынужденные колебания наддрессорного строения. Явление резонанса.	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	13
13	Тема 12: Движение экипажа на прямых участках пути. Причины и закономерности извилистого движения	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	13
14	Тема 13: Движение на кривых участках пути. Геометрическое и динамическое вписывание	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	15
15	Тема 14: Классификация ударно-тяговых приборов и продольные силы в поезде при соударении вагонов	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	13
16	Тема 15: Физиологическое воздействие колебаний на организм человека. Нормирование вибрации	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	13
17	Тема 16: Оценка ходовых качеств локомотивов и вагонов	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	13
18	Тема 17: Методы оценки безопасности движения локомотивов и вагонов в рельсовой колес	Самостоятельное освоение разделов программы учебной дисциплины	-	-	13
19	Подготовка к практическим и лабораторным занятиям (изучение теоретического материала и соответствующих методических указаний)	Самостоятельная внеаудиторная работа	20	-	8
20	Подготовка к лекционным занятиям (обработка материала лекций с привлечением рекомендован. литературы)	Самостоятельная внеаудиторная работа	20	-	8
21	Подготовка и защита контрольной работы	Самостоятельная внеаудиторная работа	-	-	8
Итого:			84	-	192

4.7. Курсовые работы/проекты.

Рабочим учебным планом дисциплины выполнение курсовых проектов/работ не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории, оборудованной комплектом плакатов по устройству локомотивов, а также переносным комплектом презентационной техники. В процессе проведения лекций используются средства наглядности (в частности плакаты, модели, видеодемонстрации на мониторе компьютера), а также различные методы

активизации восприятия материала студентами (проблемные вопросы, обращение к примерам из других сфер техники и т. п.).

- Практические занятия главным образом направлены на овладение методами решения типовых конкретных задач из области динамики подвижного состава рельсового транспорта, которые чаще всего встречаются в практической работе специалиста по подвижному составу железных дорог. При решении задач студенты используют микроэлектронную технику (инженерные микрокалькуляторы, планшеты и т. п.).

- Лабораторные работы ориентированы на углубление понимания физических процессов в исследуемом явлении, на приобретение навыков экспериментальных исследований, анализа и обработки результатов замеров.

- Расчеты по расчетно-графическому индивидуальному заданию выполняются на ЭВМ по специальной программе, разработанной на кафедре железнодорожного транспорта.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

вопросы для обсуждения (в виде докладов и сообщений);

контрольные работы;

творческие задания;

рефераты;

тесты.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проходит в форме устного/письменного экзамена с оценкой (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает

	неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Вершинский С. В. Динамика вагона / С. В. Вершинский, В. Н. Данилов, И. И. Челноков. – М.: Транспорт, 1991. – 352 с.
2. Конструкция и динамика тепловозов / Под ред. В. Н. Иванова. – М.: Транспорт, 1974. – 336 с.
3. Механическая часть тягового подвижного состава / Под ред. И. В. Бирюкова. – М.: Транспорт, 1992. – 440 с.

б) дополнительная литература:

1. Бидерман В. Л. Теория механических колебаний / В. Л. Бидерман. – М. Высш. школа, 1980. - 408 с.
2. Теория и конструкция локомотивов / Г. С. Михальченко, В. Н. Кашников, В. С. Коссов, В. А. Симонов. – М.: Маршрут, 2006. – 584 с.
3. Способы защиты от шума и вибраций железнодорожного подвижного состава / Под ред. Г. В. Бутакова. – М.: Транспорт, 1978. – 231 с.
4. Чернышев М. А. Практические методы расчета пути / М. А. Чернышев. – М.: Транспорт, 1967. – 326 с.
5. Чернышев М. А. Железнодорожный путь / М. А. Чернышев, С. Л. Крейнис. – М.: Транспорт, 1985. – 302 с.

в) методические указания:

1. Методические указания к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Динамика подвижного состава» на тему «Расчет напряжений в рельсах, шпалах и балласте при движении локомотива» (для студентов специальности «Подвижной состав железных дорог») / Сост.: В. А. Слащев. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 25 с.
2. Методические указания к выполнению практических занятий 1–2 по дисциплине «Динамика подвижного состава железных дорог» (для студентов специальности "Подвижной состав и специальная техника железнодорожного транспорта") / Сост.: В. А. Слащев. – Луганск: Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2009. – 24 с.
3. Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине "Динамика подвижного состава железных дорог» (для студентов-

заочников направления подготовки «Подвижной состав железных дорог») / Сост.: В. А. Слащев. – Луганск : Изд-во ВЛУ им. В. Даля, 2016. – 19 с.

4. Методические указания к лабораторным работам 1–4 по дисциплине «Динамика подвижного состава» (для студентов специальности «Подвижной состав железных дорог») / Сост.: В. А. Слащев. – Луганск : Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2017. – 36 с.

5. Методические указания к оформлению текстовой части дипломных проектов, выпускных квалификационных работ бакалавра, а также курсовых проектов и работ, контрольных работ и индивидуальных заданий по дисциплинам инженерного профиля (для студентов специальности 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог» и направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология») / Сост.: В. А. Слащёв. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 47 с.

г) Интернет-ресурсы:

1. <http://www.twirpx.com/file/19964> / глава 1
2. <http://www.twirpx.com/file/19967/?rand=7536369> / глава 2-7
3. <http://www.twirpx.com/file/19970/> глава 8-10
4. <http://rudocs.exdat.com/index-100699.html>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Динамика подвижного состава» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет. На лекционных занятиях используются раздаточный материал, наглядные пособия.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине
Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
««Динамика подвижного состава»»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код и формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1.	ПК-3. Способен организовывать проектирование и последующие эксплуатацию и обслуживание подвижного состава, обосновывать структуру управления эксплуатацией подвижного состава	ПК-3.5. Способен организовывать проектирование перспективного подвижного состава, разрабатывать кинематические схемы машин и механизмов, определять параметры приводов и передаточных механизмов, разрабатывать конструкторскую документацию с использованием компьютерных технологий	Тема 1. Общее устройство железнодорожного пути Вводная часть. Исторические сведения о проблемах динамики локомотивов и вагонов. Устройство и характеристики верхнего строения пути. Устройство рельсовой колеи на прямых и кривых. Тема 2. Элементы экипажной части локомотивов и вагонов Схемы экипажных частей и положение колесной пары в рельсовой колее. Рессорное подвешивание локомотивов и вагонов. Гасители колебаний надрессорного строения. Соединения упругих элементов в группы и системы рессорного подвешивания. Возвращающие устройства тележек. Тема 3. Краткие сведения из теории колебаний Гармонические колебания. Параметры механических колебаний. Собственные и вынужденные колебания тела. Тема 4. Вертикальная динамика Прохождение колесом неровностей рельсового пути. Колебания надрессорного строения; причины, виды. Собственные колебания подпрыгивания. Вынужденные колебания надрессорного строения. Резонанс. Тема 5. Горизонтальная динамика Движение на прямых участ-	7

			ках пути. Боковые силы при движении экипажа на прямых участках. Движение на кривых участках пути: геометрическое и динамическое вписывание. 6 Продольная динамика Классификация ударно-тяговых приборов. Силовые характеристики поглощающих аппаратов. Продольные силы в поезде при соударении вагонов. 7 Плавность хода и комфортабельность перевозок Физиологическое воздействие колебаний на организм человека; нормирование вибрации. Оценка ходовых качеств локомотивов и вагонов. 8 Динамика привода колесных пар Классификация тяговых приводов колесных пар. Динамика опорно-осевого привода. 9 Безопасность движения подвижного состава Виды опасностей движения. Критерии безопасности.	
--	--	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-3.5.	Знать: - текущие и перспективные задачи в области динамики подвижного состава железных дорог; - причины возникновения и физическую суть динамических явлений в механической части подвижного состава, способы их математического описания и аналитического исследования; - выбор схем и параметров, расчет динамических характеристик рессорного подвешивания, систем виброизоляции, приводов колесных пар, силовых и вспомогательных агрегатов, продольных и поперечных свя-	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9.	Доклад, контрольные работы, разноуровневые задачи, тесты.

		зей колесных пар с рамой тележки и ее с кузовом; - методы расчета движения подвижного состава на прямых и кривых участках пути, сил взаимодействия колес с рельсами, собственных и вынужденных колебаний средств рельсового транспорта и их элементов; - критерии и нормы безопасности движения подвижного состава в рельсовой колее; - методы оценки и обеспечения необходимых динамических качеств и безопасности движения проектируемого подвижного состава железных дорог; - основные характеристики и показатели динамики современных единиц подвижного состава; - динамические показатели зарубежного подвижного состава железных дорог; - перспективы совершенствования динамических характеристик подвижного состава железных дорог; - техническую и эксплуатационную стабильность динамических характеристик средств рельсового транспорта; - современные методы динамических испытаний средств рельсового транспорта и используемой при этом аппаратуры; уметь: - выполнять с применением ЭВМ расчеты параметров и динамических характеристик механической части подвижного состава железных дорог (рессорного подвешивания, систем виброизоляции, приводов колесных пар, силовых и вспомогательных агрегатов, продольных и поперечных связей колесных пар с рамой тележки и последней с кузовом т. д.), а также сил взаимодействия колес с рельсами, частот и амплитуд собственных и вынужденных колебаний подвижного состава и его элементов; - производить оценку ходовых качеств, безопасности движения, уровня шума и вибрации, а также других динамических показателей подвижного состава по результатам испытаний;		
--	--	--	--	--

		владеть навыками: - обосновывать предложения по совершенствованию динамических характеристик подвижного состава железных дорог; - оценивать воздействие подвижного состава на обслуживающий персонал и окружающую среду и выбрать наиболее эффективные пути снижения этого воздействия; - выбора рациональных характеристик упругих связей и гасителей колебаний в узлах единиц подвижного состава; - определения параметров динамических систем по результатам экспериментальных испытаний и замеров.		
--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Динамика подвижного состава»

Вопросы для обсуждения в виде докладов:

1. Основные характеристики и показатели динамики современных единиц подвижного состава.
2. Динамические показатели зарубежного подвижного состава железных дорог;
3. Перспективы совершенствования динамических характеристик подвижного состава железных дорог.
4. Причины возникновения и физическая суть динамических явлений в механической части подвижного состава, способы их математического описания и аналитического исследования.
5. Гармонические колебания механических систем. Собственные и вынужденные колебания.
6. Прохождение колесом неровностей рельсового пути.
7. Боковые силы при движении экипажа на прямых участках.
8. Физиологическое воздействие колебаний на организм человека и нормирование вибрации.
9. Продольные силы в поезде при соударении вагонов.
10. Соединения упругих элементов в группы и системы рессорного подвешивания.
11. Устройство рельсовой колеи на прямых и кривых.
12. Безопасность движения подвижного состава в рельсовой колее.
13. Возвращающие устройства тележек.
14. Прохождение колесом стыков рельсового пути.
15. Динамика опорно-осевого привода колесной пары.
16. Геометрическое и динамическое вписывание экипажа в криволинейные участки пути.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «доклад»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Тема контрольных работ (индивидуального задания):

«Расчет напряжений в рельсах, шпалах и балласте при движении локомотива (вагона)».

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «контрольная работа (индивидуального задания)»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
4	Работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
3	Работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
2	Работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Разноуровневые задачи:

1. Определить параметры собственных колебаний механической системы с одной степенью свободы. Вычислить амплитуду и отставание по фазе вынужденных колебаний такой системы.

2. Определить максимальное значение дополнительного динамического усилия, действующего от колес тепловоза 2ТЭ116 на жесткий путь при прохождении одиночной синусоидальной неровности длиной 2,5 м и глубиной 0,8 мм при скорости 95 км/ч. определить максимальные вертикальные ускорения (в долях “ g ”) колеса в этом случае. Определить вертикальные ускорения колес при движении по рельсам между стыками (по эмпирическим формулам ВНИИЖТ).

3. Изменится ли и если да, то во сколько раз, жесткость винтовой пружины при условии: диаметр ее витка увеличить на 20%, а диаметр прутка – увеличить на 30%?

4. Определить жесткость упругого элемента цилиндрической формы, изготовленного из резины с твердостью 35 Нр, при работе его на сжатие. Рабочая высота элемента 300 мм, диаметр основания 200 мм.
5. Определить жесткость и коэффициент относительного трения листовой рессоры, у которой: длина 1250 мм; ширина 125 мм; толщина листов 18 мм; ширина хомута 115; коренных листов 2; наборных 10.
6. Определить жесткость винтовой пружины, у которой: диаметр витка 160; диаметр прутка 32 мм; полное число витков 9.
7. Определить коэффициент сопротивления “вязкого” гасителя, эквивалентно заменяющего фрикционный. Амплитуда колебаний 8 мм, частота колебаний 3,5 Гц. Сила трения в фрикционном гасителе 9 кН.
8. Изменится ли и если да, то во сколько раз, жесткость листовой рессоры при условии: длина ее уменьшена на 40 %, толщина листов увеличена на 30 %, ширина листов увеличена на 10 %?
9. Определить жесткость резинового упругого элемента призматической формы при работе его на сдвиг. Рабочая высота элемента 275 мм, размер основания 150 x 150 мм. Твердость материала 40 Нр.
10. При движении тепловоза кузов совершает колебания по закону $Z = Z_0 \sin(18,84t)$ [мм]. Определить максимальную амплитуду колебаний при условии, чтобы показатель плавности хода был равен 2,5.
11. Определить показатель демпфирования системы, у которой логарифмический декремент колебаний равен 1,44.
12. Частоты колебаний, опасные для организма человека. Как нормируется шум на подвижном составе железных дорог?
13. Масса наддресорного строения локомотива 90 т; жесткость каждой из 4-х точек рессорного подвешивания 4000 Н/мм; продольное расстояние между точками рессорного подвешивания 9000 мм; высота центра тяжести от уровня осей колесных пар 1500 мм; радиус инерции $\rho_y = 0,10$ м. Определить частоту и период собственных колебаний галоупирования.
14. Звуковое давление 1,0 Па. Определить уровень звука в децибелах.
15. Комплексные критерии оценки ходовых качеств локомотивов (перечислить с краткой характеристикой).
16. Кузов тепловоза колеблется на листовых рессорах с зоной нечувствительности 2,0 мм. Какова будет амплитуда колебаний после 2-х полных периодов, если начальная амплитуда была 12 мм ?
17. Определить частоты собственных вертикальных колебаний тепловоза с двухступенчатым рессорным подвешиванием. Масса кузова 80 т, обрессоренная масса одной тележки 20 т, статическая осадка первой ступени рессорного подвешивания 50 мм, второй ступени – 80 мм.
18. Определить частоту и период собственных колебаний подпрыгивания кузова тепловоза, если масса наддресорного строения 100 т; каждая из 4-х точек рессорного подвешивания имеет жесткость 3500 Н/мм. Определить резонансную скорость движения этого же локомотива по стыкам при длине рельсов 25 м.

19. Определить длину волны виляния одиночной колесной пары тепловоза ТЭП60 при скорости движения 100 км/ч. Бандажи – изношенные, расчетная коничность 0,10. Колея – стандартная, широкая.

20. Определить максимальную боковую силу при движении тепловоза ТЭЗ со скоростью 80 км/ч в прямом участке пути. Суммарный зазор между гребнями колес и головками рельсов 18 мм. Масса секции тепловоза 126 т, масса тележки 24 т, поперечная жесткость рельсовой нити 14 кН/мм. (Воспользоваться формулой Вериги).

21. Боковая сила взаимодействия колеса с рельсом достигает 36 кН, вертикальная нагрузка на колесо 95 кН. Опасен ли ход локомотива?

22. Методы оценки безопасности движения локомотивов и вагонов в прямых и кривых участках пути. Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «разноуровневые задачи»

Шкала оценивания (интервал баллов).	Критерий оценивания
5	Решение разноуровневых задач выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% задач)
4	Решение разноуровневых задач выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% задач)
3	Решение разноуровневых задач выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% задач)
2	Решение разноуровневых задач выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% задач)

Фонд тестовых заданий:

- Цель расчета напряжений в рельсах, шпалах и балласте.
 - определения степени надежности конструкции пути, работающего под определенным силовым воздействием
 - определение траектории движения колесных пар
 - определение статического давления колеса на рельс
- Что такое осевые напряжения в рельсе?
 - это силы, действующие вдоль продольной оси рельса
 - это деформации, действующие вдоль продольной оси рельса
 - это статическое давление колеса на рельс
- Что такое: кромочные напряжения в рельсе?
 - напряжения в кромках подошвы рельса от изгиба и кручения под нагрузкой от колес подвижного состава
 - напряжения в головках рельса от изгиба и кручения под нагрузкой от колес подвижного состава
 - напряжения под нагрузкой от колес подвижного состава
- Что такое: контактные напряжения в рельсе?
 - напряжения, возникающие по площадке контакта колеса с рельсом и в непосредственной близости от нее в головке и ободу колеса.
 - напряжения в точке соприкасается с головкой рельса не в точке, а за счет упругого обжатия металла контактирующих тел - по некоторой площадке
 - это статическое давление колеса на рельс

5. Основные предпосылки расчета кромочных и контактных напряжений в рельсах.

- а) расчет элементов верхнего строения пути на прочность
- б) расчет напряжений в рельсах
- в) расчет скорости движения экипажа

6. Особенности работы рельса как балки, лежащей на сплошном упругом основании.

а) рельс представляется балкой, опирающейся по всей своей длине на шпалы, оказывающие в каждой точке реакцию, пропорциональную прогибу балки в этой точке

б) рельс представляется балкой, опирающейся по всей своей длине на упругое основание, оказывающее в каждой точке на балку реакцию, пропорциональную прогибу балки в этой точке

в) рельс представляется балкой, опирающейся по всей своей длине на упругое основание, оказывающее в каждой точке на балку реакцию, пропорциональную напряжению балки в этой точке

7. Почему в расчетах используется математический аппарат теории вероятностей?

а) параметры элементов зависят от сочетания значительного количества внешних факторов

б) параметры элементов не зависят от сочетания значительного количества внешних факторов

в) параметры элементов зависят от сочетания значительного количества внутренних факторов

8. Понятие средне вероятной и максимально вероятной нагрузки.

а) это средняя нагрузка графика с заданным интервалом осреднения за весь период исследования и максимально возможная нагрузка

б) это средняя (математическое ожидание) за весь период исследования и максимально возможная нагрузка графика с заданным интервалом осреднения

в) это средняя нагрузка за весь период исследования и максимально возможная нагрузка

9. Учет влияния соседних колес.

а) определяются значения всех динамических добавок, вызванных несовершенствами пути

б) рассматриваются все возможные варианты положения нагрузок относительно расчетного сечения, помещая каждый раз над ним расчетную нагрузку

в) определить значения всех динамических добавок, вызванных несовершенствами подвижного состава в соответствии с предпосылками расчета пути на прочность

10. Составляющие вертикальной расчетной нагрузки от колес на рельсы.

а) действующие на путь силы по характеру изменения их во времени подразделяются на статические и динамические

б) вертикальные и боковые в горизонтальном направлении составляющие

в) это средняя нагрузка за весь период исследования и максимально возможная нагрузка

11. Составляющие динамической нагрузки, действующей от колес на рельсы.

а) это нагрузки от геометрических и динамических неровностей пути

б) это нагрузки от тепловых деформаций и динамических неровностей пути

в) это нагрузки от геометрических и неровностей пути и от климатических воздействий

12. Как учитывается поперечная нагрузка, действующая от колеса на рельс?

а) через максимальную вертикальную силу

б) через максимальную боковую силу

в) через среднестатистическую боковую силу

13. Определение допускаемых напряжений в рельсе.

а) Рельсы Р43, Р50 и Р65 длиной 12,5 м - 235 МПа (2400 кг/см²); Рельсы Р43, Р50 и Р65 длиной 25,0 м - 201 МПа (2050 кг/см²); Рельсы типов 1-а, П-а, Ш-а, 1У-а длиной 12,5 м - 196 МПа (2000 кг/см²).

б) Рельсы Р43, Р50 и Р65 длиной 12,5 м - 196 МПа (2000 кг/см²); Рельсы Р43, Р50 и Р65 длиной 25,0 м - 201 МПа (2050 кг/см²); Рельсы типов 1-а, П-а, Ш-а, 1У-а длиной 12,5 м - 235 МПа (2400 кг/см²)

в) Рельсы Р43, Р50 и Р65 длиной 12,5 м - 235 МПа (2400 кг/см²); Рельсы Р43, Р50 и Р65 длиной 25,0 м - 196 МПа (2000 кг/см²).; Рельсы типов 1-а, П-а, Ш-а, 1У-а длиной 12,5 м - 201 МПа (2050 кг/см²).

14. Факторы, влияющие на величину осевых напряжений в рельсе.

а) изменения температуры длинных рельсов

б) изменения направления движения по рельсам

в) изменения массы состава

15. Почему контактное напряжение в рельсах под колесами с изношенными бандажами меньше, чем с новыми?

а) из-за неравномерного износа возникает влияние колесной пары

б) разное пятно контакта

в) через среднестатистическую боковую силу

16. Почему модуль упругости рельсового пути в кривой обычно выше, чем в прямой?

а) из-за воздействия колес на рельс от сил инерции

б) разное пятно контакта

в) из-за температурных воздействий

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)

3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

При проведении экзамена студенту предлагается ответить на тестовые вопросы и решить одну из приведенных ранее разноуровневых задач.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не удовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)