МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рессорное подвешивание и тележки подвижного состава ВСМ

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Инжиниринг подвижного состава высокоскоростных железнодорожных магистралей

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 31.05.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение студентами конструкции существующего высокоскоростного подвижного состава и подходов к проектированию нового подвижного состава ВСМ;

- изучение студентами принципов расчета динамических процессов в механической части высокоскоростного подвижного состава на математических моделях и методах выбора и расчета параметров его элементов конструкции и рессорного подвешивания;

- изучение и понимание студентами требований, предъявляемых к прочности высокоскоростного подвижного состава, которые являются основой его проектирования и эксплуатации;

- изучение расчётных методов, а также современных методов проведения прочностных испытаний конструкций подвижного состава ВСМ.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение методологией расчета элементов конструкции и рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава;

- овладение методологией выбора параметров конструкции и рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава;

- освоение студентами методов исследования прочности и надежности несущих конструкций подвижного состава;

- приобретение студентами навыков самостоятельной работы с научно-технической литературой по динамике и прочности подвижного состава.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-9 - Способен выполнять обоснование параметров конструкции и систем подвижного состава ВСМ.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- конструкцию механической части существующего высокоскоростного подвижного состава;

- требования к проектированию конструкции механической части высокоскоростного подвижного состава;

- методы выбора параметров конструкции подвижного состава ВСМ;
- основы исследования прочности конструкций подвижного состава.

Уметь:

- применять методы математического моделирования к расчету динамических процессов в механической части подвижного состава ВСМ
- выбирать параметры конструкции механической части на основе анализа результатов математического моделирования динамических процессов высокоскоростного подвижного состава;
- использовать основные законы сопротивления материалов, позволяющие оценить прочность несущих конструкций, применяемых в профессиональной деятельности.

Владеть:

- навыками создания математических моделей пространственных колебаний динамической системы высокоскоростного подвижного состава
- навыками анализа и интерпретации результатов моделирования динамических процессов в механической части высокоскоростного подвижного состава;
- методами выбора параметров конструкции механической части на основе анализа результатов математического моделирования динамических процессов высокоскоростного подвижного состава;
- основными законами и методами оценки прочности и устойчивости конструкций подвижного состава.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов			
	Всего	Семестр		
		№7	№8	№9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	80	32	32	16
В том числе:				
Занятия лекционного типа	48	16	16	16
Занятия семинарского типа	32	16	16	0

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 136 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Особенности конструкций механической части подвижного состава ВСМ Рассматриваемые вопросы: - основные подходы к компоновке высокоскоростного подвижного состава. - общие требования к механической части высокоскоростного подвижного состава; - возможные варианты конструкций рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава
2	Конструкция колесных пар и узлов соединения колесных пар с рамой тележки (буксовое рессорное подвешивание высокоскоростного подвижного состава) Рассматриваемые вопросы: - требования, предъявляемые к узлам связи колесных пар с рамой тележки. - варианты конструкций буксовых ступеней рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава; - анализ конструкций колесных пар и буксовых ступеней рессорного подвешивания на примере электропоездов ЭВС1/2 «Сапсан» и «Pendolino Sm6» «Аллегро»
3	Особенности конструкции тягового привода высокоскоростного подвижного состава Рассматриваемые вопросы: - анализ конструкции тягового привода электропоезда ЭВС1/2 «Сапсан»; - анализ конструкции тягового привода электропоезда «Pendolino Sm6» «Аллегро».
4	Конструкция узлов соединения кузова с тележками (кузовное рессорное подвешивание высокоскоростного подвижного состава) Рассматриваемые вопросы: - требования, предъявляемые к узлам связи кузова с тележками. - варианты конструкций кузовных ступеней рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- анализ конструкций кузовных ступеней рессорного подвешивания на примере электропоездов ЭВС1/2 «Сапсан» и «Pendolino Sm6» «Аллегро»
5	Особенности конструкции продольных и поперечных связей кузова с тележками высокоскоростного подвижного состава Рассматриваемые вопросы: - анализ конструкции продольных и поперечных связей кузова с тележками электропоезда ЭВС1/2 «Сапсан»; - анализ конструкции продольных и поперечных связей кузова с тележками электропоезда «Pendolino Sm6» «Аллегро».
6	Упругие элементы рессорного подвешивания, применяемые на высокоскоростном подвижном составе, и расчет их параметров Рассматриваемые вопросы: - конструкция и расчет параметров цилиндрических винтовых пружин «Флексикойл»; - конструкция и расчет параметров торсиона
7	Диссипативные элементы рессорного подвешивания, применяемые на высокоскоростном подвижном составе, и расчет их параметров Рассматриваемые вопросы: - конструкция гидравлических гасителей колебаний, применяемых на высокоскоростном подвижном составе; - расчет параметров и характеристик гидравлических гасителей колебаний;
8	Упругодиссипативные элементы рессорного подвешивания, применяемые на высокоскоростном подвижном составе, и расчет их параметров Рассматриваемые вопросы: - конструкция и расчет параметров резинометаллических упругих элементов; - конструкция и расчет параметров пневморессор; - конструкция и расчет параметров гидрофедеров.
9	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - Основы расчета деталей механической части подвижного состава на прочность.
10	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - виды конструкций рам тележек, применяемых на высокоскоростном подвижном составе; - определение основных размеров рам тележек; - расчет массы кузова и тележки; - составление весовой ведомости.
11	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - способы определения напряжений в элементах конструкций по заданным нагрузкам.
12	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - расчет статически неопределимых систем для оценки прочности несущих деталей подвижного состава ВСМ.
13	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - разработка схемы нагружения рамы тележки и расчет действующих на нее вертикальных сил; - расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки.
14	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - характеристики усталостной прочности и способы ее повышения; - расчеты на усталостную прочность при случайных режимах нагружения.
15	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - запас усталостной прочности и способы его оценки при детерминированных режимах нагружения
16	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Рассматриваемые вопросы: - физические основы процесса разрушения металлов и вероятностный характер их прочностных свойств; - современные методы проведения динамических и прочностных испытаний и применяемая аппаратура.
17	Термины и определения механической част тягового привода. Общи понятия: ходовая часть, тяговая передача железнодорожного подвижного состава. - Место тягового привода в общей системе ходовой части ЭПС. Структура тягового электрического привода. Назначение частей привода. Формула вращающего момента на колесной паре. Условия работы тяговых передач электроподвижного состава и предъявляемые к ней требования
18	Основные схемы компоновок тягового привода. - отличающие способом подвешивания тяговых двигателей; - отличающиеся типом редукторов (с цилиндрическими или коническими зубчатыми колесами); - с индивидуальными и групповыми тяговыми передачами. Взаимосвязь между параметрами тяговой передачи и тягового двигателя. Схемы компоновок тяговых приводов, отличающиеся конструкцией тяговой муфты. - Шарнир Гука карданный механизм-основа для построения тяговых муфт. Кинематическая схема муфты и критерий (показатель) надежной работы муфты. Размеры муфт в зависимости от размеров зубчатой передачи и тягового двигателя.
19	Причины возникновения динамических нагрузок в зубчатой передаче и тяговом редукторе. - тяговая передача трехзвенный зубчатый механизм; - вывод формулы передаточного отношения для тяговой передачи и ее анализ; Формула Виллиса; - динамические моменты сил в зубчатой передаче и их зависимость от схемы зубчатой передачи.
20	Оценка динамических качеств механической части тяговых приводов - критерии оценки динамических сил и их моментов и их количественные меры; - способы уменьшения динамических сил и их моментов в тяговом приводе; - кинематическая связь тягового редуктора с рамой тележки и способы уменьшения этой связи; - расчетные кинематические схемы тяговых передач и их анализ для построения конструкторских решений.
21	Классификация конструктивных решений тяговых приводов в зависимости от их динамических качеств. -принципы классификации; - единый признак-изменение динамических нагрузок в зависимости от схемы тяговой передачи и тягового привода;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- группы признаков. - выбор конструктивных решений тяговых передач и приводов для скоростных и высокоскоростного подвижного состава.
22	Методы снижения динамических нагрузок в тяговых приводах применением упругих элементов в кинематических цепях. Анализ тяговых приводов и тяговых передач высокоскоростных существующих электропоездов: - компоновочные схемы; - тяговые редукторы и тяговые муфты, устройства связи редукторов с рамой тележки; - колесные пары и оси, тормозные диски; - расположение тяговых двигателей на тележке.
23	Особенности зубчатых передач и редукторов скоростных электропоездов - износ и нагрузки зубчатых передач, - динамика зубчатых передач, влияние вибраций на работу зубчатых передач; - требования к зубчатым передачам скоростных электропоездов; - опыт работы зубчатых передач эксплуатируемых электропоездов
24	Разработка тяговой передачи для скоростного и высокоскоростного подвижного состава - задание и исходные данные, массы и инерционные параметры тягового двигателя; - определение размеров зубчатой передачи расчеты передаточного числа, оценка габаритов редуктора, тяговой муфты; - расчеты коэффициентов жесткости и диссипации упругих элементов в приводе; - оценка динамических нагрузок в тяговой передаче. - Заключение о выбранной конструктивной схеме тяговой передачи и привода.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Разработка кинематической схемы динамической модели высокоскоростного подвижного состава. В результате выполнения работы студент получает навык создания кинематических схем динамических моделей высокоскоростного подвижного состава
2	Выбор массовых, инерционных и геометрических характеристик динамической модели высокоскоростного подвижного состава. В результате выполнения работы студент, проанализировав массовые, инерционные и геометрические характеристики существующего высокоскоростного подвижного состава, определяется с их выбором для проведения дальнейших расчетов.
3	Расчет упругих, упруго-диссипативных и диссипативных характеристик рессорного подвешивания динамической модели высокоскоростного подвижного состава. В результате выполнения работы студент численно рассчитывает несколько вариантов упругих, упруго-диссипативных и диссипативных параметров рессорного подвешивания экипажа.
4	Разработка математической модели вынужденных пространственных колебаний динамической системы высокоскоростного подвижного состава.В результате выполнения работы студент учится выполнять математическое описание динамических процессов в механической части высокоскоростного подвижного

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	состава с учетом действующих возмущений. В результате выполнения работы студент учится выполнять математическое описание динамических процессов в механической части высокоскоростного подвижного состава с учетом действующих возмущений.
5	Расчет динамических процессов на математической модели вынужденных пространственных колебаний высокоскоростного подвижного состава при нескольких вариантах параметров рессорного подвешивания. Оценка результатов моделирования. В результате выполнения работы студент получает результаты расчетов в виде реализаций процессов колебаний при нескольких вариантах параметров рессорного подвешивания. Студент учится анализировать полученные результаты путем расчета спектральных плотностей соответствующих колебательных процессов.
6	Расчет показателей динамических качеств при нескольких вариантах параметров рессорного подвешивания. В результате выполнения работы студент учится рассчитывать показатели динамических качеств высокоскоростного подвижного состава.
7	Построение графиков зависимостей показателей динамических качеств (ПДК) от скорости движения. Определение максимально допустимой скорости движения. В результате выполнения работы студент строит графики зависимостей показателей динамических качеств (ПДК) динамической модели высокоскоростного подвижного состава от скорости движения при нескольких вариантах параметров рессорного подвешивания. Наносит ограничения на ПДК в соответствии с ГОСТ и определяет максимально допустимую скорость движения при каждом варианте параметров рессорного подвешивания.
8	Оценка результатов моделирования динамических процессов в механической части высокоскоростного подвижного состава. Выбор параметров рессорного подвешивания. На основании полученных результатов моделирования студент выполняет сравнение максимально допустимых скоростей движения, полученных при разных значениях параметров рессорного подвешивания и окончательно выбирает параметры, при которых получена наибольшая максимально допустимая скорость движения.
9	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Основы расчета деталей механической части подвижного состава на прочность. В результате работы на практическом занятии студент изучает основы расчета деталей механической части подвижного состава на прочность.
10	Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Способы определения напряжений в элементах конструкций по заданным нагрузкам. В результате работы на практическом занятии студент изучает способы определения напряжений в элементах конструкций по заданным нагрузкам.
11	Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки Общие сведения о расчете рамы тележки методом сил.
12	Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки. Определение геометрических характеристик рамы тележки. Расчет моментов инерций поперечных сечений рамы тележки. Разработка схемы нагружения на раму тележки.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
13	Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки. Разработка основной системы для расчета прочности рамы тележки методом сил. Построение эпюр единичных моментов, грузовых эпюр изгибающих и крутящих моментов от вертикальной статической нагрузки.
14	Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки. Расчет коэффициентов и свободных членов системы уравнений метода сил
15	Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки. Решение системы уравнений методом сил. Построение суммарных эпюр изгибающих и крутящих моментов.
16	Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки. Анализ суммарных эпюр изгибающих и крутящих моментов. Определение опасных сечений. Определение нормальных, касательных и эквивалентных напряжений в опасных сечениях. Сравнение с допускаемыми значениями.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к практическим занятиям.
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Механическая часть тягового подвижного состава И.В. Бирюков; А.Н. Савоськин; Г.П. Бурчак; Под ред. И.В. Бирюкова Однотомное издание Транспорт , 1992	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
2	Методические указания для выполнения курсового проекта и курсовой работы по дисциплине "Динамика электроподвижного состава" С.Д. Крушев, А.Н. Савоськин, Е.В. Сердобинцев; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 2004	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
3	Рыбников, Е. К. Основы механики подвижного состава : учебно-методическое пособие / Е. К.	https://e.lanbook.com/book/175574 (дата обращения: 31.05.2024)

	Рыбников, Н. И. Долгачев. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 68 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	
4	Прочность и безотказность подвижного состава железных дорог А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак, А.П. Матвеевичев и др.; Под общ. ред. А.Н. Савоськина Однотомное издание Машиностроение , 1990	НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил А.М. Лукьянов; МИИТ. Каф. "Строительная механика" Однотомное издание МИИТ , 2001	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6)
6	Тяговые передачи электроподвижного состава железных дорог И.В. Бирюков, А.И. Беляев, Е.К. Рыбников Однотомное издание Транспорт , 1986	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1)

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Izmerov.narod.ru/privod/index.html (История тягового привода.)

www.gmt-gmbh.de (каталоги по резинометаллическим элементам для подвижного состава).

www.missionsupplyonline.com (каталоги по резинометаллическим элементам для подвижного состава)

Сайт MSC: http://www.mscsoftware.com/ (скачивание учебных студенческих версий программных продуктов для прочностных и динамических расчетов деталей и узлов машин)

http://instructionsrzd.ucoz.ru/ (литература железнодорожной тематики)

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (http://ibooks.ru/).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

При изучении дисциплины используются следующие информационные технологии:

- мультимедийные пособия (на CD-дисках, флеш-накопителях) при изучении конструкций механической части ЭПС;

- электронные копии инструкционных книг с описанием различного ЭПС;

- программное обеспечение: лицензионные стандартные средства Microsoft Office, математический пакет MathCad, программные пакеты для моделирований движения железнодорожных экипажей по рельсовому пути ADAMS, UM, Vi-Rail или авторские программы аналогичного назначения.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Лекционная аудитория, оснащенная компьютером для преподавателя, видеопроектором и экраном. Аудитория для лабораторных и практических работ, оснащенная компьютерами для каждого студента с предустановленным программным обеспечением для моделирования движения железнодорожных экипажей по рельсовому пути. Видеопроектор и экран.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 7, 8, 9 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы» А.П. Васильев

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы» Н.И. Долгачев

профессор, профессор, к.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы» Е.К. Рыбников

Согласовано:

Директор О.Н. Покусаев

Заведующий кафедрой ЭиЛ О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Д.В. Паринов