

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	<p>Особенности конструкций механической части подвижного состава ВСМ</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные подходы к компоновке высокоскоростного подвижного состава. - общие требования к механической части высокоскоростного подвижного состава; - возможные варианты конструкций рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава
2	<p>Конструкция колесных пар и узлов соединения колесных пар с рамой тележки (буксовое рессорное подвешивание высокоскоростного подвижного состава)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Особенности конструкции тягового привода высокоскоростного подвижного состава</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ конструкции тягового привода электропоезда ЭВС1/2 «Сапсан»; - анализ конструкции тягового привода электропоезда «Pendolino Sm6» «Аллегро».
4	<p>Конструкция узлов соединения кузова с тележками (кузовное рессорное подвешивание высокоскоростного подвижного состава)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - требования, предъявляемые к узлам связи кузова с тележками. - варианты конструкций кузовных ступеней рессорного подвешивания высокоскоростного подвижного состава; - анализ конструкций кузовных ступеней рессорного подвешивания на примере электропоездов

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	ЭВС1/2 «Сапсан» и «Pendolino Sm6» «Аллегро»
5	<p>Особенности конструкции продольных и поперечных связей кузова с тележками высокоскоростного подвижного состава</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Упругие элементы рессорного подвешивания, применяемые на высокоскоростном подвижном составе, и расчет их параметров</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкция и расчет параметров цилиндрических винтовых пружин «Флексикойл»; - конструкция и расчет параметров торсиона
7	<p>Диссипативные элементы рессорного подвешивания, применяемые на высокоскоростном подвижном составе, и расчет их параметров</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкция гидравлических гасителей колебаний, применяемых на высокоскоростном подвижном составе; - расчет параметров и характеристик гидравлических гасителей колебаний;
8	<p>Упругодиссипативные элементы рессорного подвешивания, применяемые на высокоскоростном подвижном составе, и расчет их параметров</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкция и расчет параметров резинометаллических упругих элементов; - конструкция и расчет параметров пневморессор; - конструкция и расчет параметров гидрофедеров.
9	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Основы расчета деталей механической части подвижного состава на прочность.
10	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды конструкций рам тележек, применяемых на высокоскоростном подвижном составе; - определение основных размеров рам тележек; - расчет массы кузова и тележки; - составление весовой ведомости.
11	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы определения напряжений в элементах конструкций по заданным нагрузкам.
12	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчет статически неопределимых систем для оценки прочности несущих деталей подвижного состава ВСМ.
13	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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; - группы признаков.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- выбор конструктивных решений тяговых передач и приводов для скоростных и высокоскоростного подвижного состава.
22	<p>Методы снижения динамических нагрузок в тяговых приводах применением упругих элементов в кинематических цепях.</p> <p>Анализ тяговых приводов и тяговых передач высокоскоростных существующих электропоездов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Особенности зубчатых передач и редукторов скоростных электропоездов</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Разработка тяговой передачи для скоростного и высокоскоростного подвижного состава</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>- Заключение о выбранной конструктивной схеме тяговой передачи и привода.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	процессов в механической части высокоскоростного подвижного состава с учетом действующих возмущений.
5	<p>Расчет динамических процессов на математической модели вынужденных пространственных колебаний высокоскоростного подвижного состава при нескольких вариантах параметров рессорного подвешивания. Оценка результатов моделирования.</p> <p>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.</p>
6	<p>Расчет показателей динамических качеств при нескольких вариантах параметров рессорного подвешивания.</p> <p>В результате выполнения работы студент учится рассчитывать показатели динамических качеств высокоскоростного подвижного состава.</p>
7	<p>Построение графиков зависимостей показателей динамических качеств (ПДК) от скорости движения. Определение максимально допустимой скорости движения.</p> <p>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.</p>
8	<p>Оценка результатов моделирования динамических процессов в механической части высокоскоростного подвижного состава. Выбор параметров рессорного подвешивания.</p> <p>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.</p>
9	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Основы расчета деталей механической части подвижного состава на прочность.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент изучает основы расчета деталей механической части подвижного состава на прочность.</p>
10	<p>Способы оценки прочности и надежности несущих деталей механической части подвижного состава. Способы определения напряжений в элементах конструкций по заданным нагрузкам.</p> <p>В результате работы на практическом занятии студент изучает способы определения напряжений в элементах конструкций по заданным нагрузкам.</p>
11	<p>Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки</p> <p>Общие сведения о расчете рамы тележки методом сил.</p>
12	<p>Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки.</p> <p>Определение геометрических характеристик рамы тележки. Расчет моментов инерций поперечных сечений рамы тележки. Разработка схемы нагружения на раму тележки.</p>
13	<p>Расчет рамы тележки на прочность методом сил при действии вертикальной статической нагрузки.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	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. Рыбников, Н. И. Долгачев. — Москва : РУТ (МИИТ), 2019. — 68 с. — Текст : электронный //	https://e.lanbook.com/book/175574 (дата обращения: 31.05.2024)

	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.mssoftware.com/> (скачивание учебных студенческих версий программных продуктов для прочностных и динамических расчетов деталей и узлов машин)

<http://instructionsrd.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).

:- 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 моделирования 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 ЭлЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

Д.В. Паринов