

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

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

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от « 25 » мая 2018 № 414-1

**Б.1.В.ДВ.02.02 Математическое
моделирование взаимодействия устройств
токосъема**
Рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов
Специализация - №1 «Электроснабжение железных дорог»
Квалификация выпускника - инженер путей сообщения
Форма обучения: – заочная
Нормативный срок обучения – 6 лет
Кафедра - разработчик программы - «Электроэнергетика транспорта»

Общая трудоемкость в з.е. **3**

Часов по учебному плану **108** Форма промежуточной аттестации (курс):
зачет 4

Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	4	Итого
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	12	12
– лекции	6	6
– практические (семинарские)		
– лабораторные	6	6
Самостоятельная работа	92	92
зачет	4	4
Итого	108	108

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины	
1	Приобретение навыков моделирования и анализа технических устройств на персональных ЭВМ для последующего использования полученных знаний в различных дисциплинах профиля «Электроснабжение железнодорожного транспорта»
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	изучение теоретических основ и фундаментальных знаний в области теории рабочего процесса взаимодействия устройств токосъема контактной сети
2	изучение основных свойств и характеристик применяемых материалов и оборудования
3	изучение основных принципов устройства и принципа действия различных систем контактной сети и токоприемников, применяемых на дорогах РФ
4	изучение особенностей работы устройств токосъема при различных режимах работы контактной сети.
5	изучение основных требований по обеспечению надежной работы, безопасности обслуживающего персонала
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Дисциплине предшествуют следующие дисциплины: Б1.В.01 "Оборудование и аппаратура электроустановок", Б1.Б.1.16"Математическое моделирование систем и процессов"Б1.Б.1.11 «Физика», Б1.Б.1.10 «Математика», Б1.Б.1.21 «Теоретические основы электротехники»
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Учебная дисциплина «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема», помимо самостоятельного значения, является предшествующей для изучения следующих дисциплин Б1.В.04 «Автоматизация систем электроснабжения», Б1.В.03 «Основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения» Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Код компетенции: содержание компетенции	
ПСК-1.2: умением применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта; владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	методологию научных исследований и основные методы научного познания, методы создания и анализа моделей
Уметь	работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач;
Владеть	методами планирования эксперимента, методами сбора, обработки и представления информации
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	основные типы математических моделей элементов систем электроснабжения железных дорог
Уметь	использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования
Владеть	методикой разработки и применения математических моделей устройств токосъема
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	основные принципы построения математических моделей устройств токосъема;
Уметь	обоснованно проводить формализацию исследуемых моделей элементов токосъема;
Владеть	методикой проведения вычислительного эксперимента с моделями устройств токосъема; - методикой исследования математических моделей устройств токосъема разных типов; - современной вычислительной техникой при выполнении анализа взаимодействия токоприемников с контактной подвеской различных типов
В результате освоения дисциплины обучающийся должен	
Знать:	
- методологию научных исследований и основные методы научного познания, методы создания и анализа моделей;	
- основные типы математических моделей элементов систем электроснабжения железных дорог;	
- основные принципы построения математических моделей устройств токосъема;	

- методику проведения вычислительного эксперимента с моделями элементов токосъемных устройств разных типов;							
- основные прикладные программные средства для исследовательских работ.							
Уметь:							
- работать с источниками информации, находить оптимальные пути решения поставленных задач;							
- использовать пакеты прикладных программ для расчета параметров оборудования;							
- обоснованно проводить формализацию исследуемых моделей элементов токосъема;							
- применять средства и языки моделирования для анализа моделей элементов устройств токосъема;							
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интреракт.	Примечани
	Раздел 1. Параметры контактной подвески Параметры токоприемника						
1.1	Параметры контактной подвески Параметры токоприемника /Лек/	5	2	ПСК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
1.2	Исследование математической модели процесса токосъема /Лаб/	5	2	ПСК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	2	
1.3	Исследование математической модели процесса токосъема /Ср/	5	30	ПСК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
	Раздел 2. Базовые понятия моделирования систем						
2.1	Базовые понятия моделирования систем токосъема Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема /Лек/	5	2	ПСК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
2.2	Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема. /Лаб/	5	2	ПСК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.4 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	2	
2.3	Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема. /Ср/	5	30	ПСК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л2.3 Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
2.4	/Зачёт/	5	4	ПСК-1.2	Э1 Э2 Э3 Э4	0	
5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ							
<p>Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине разрабатывается в соответствии с Положением о формировании фондов оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной и государственной итоговой аттестации № П.312000.06.7.188-2017.</p> <p>Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по данной дисциплине оформляется в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещаются в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной</p>							

обучающемся через его личный кабинет.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Голубева Н.В	. Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп	СПб.: Лань, 2013	61
Л1.2	Михеев В.П.	Контактные сети и линии электропередачи. : Учебник для вузов	Транспорт, 2006	177
Л1.3	Ступицкий В.П.	Проектирование контактной сети: Учебное пособие	ИРГУПС, 2010	295

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Сидоров О.А.	Система контактного токосъема с жестким токопроводом	М.: Маршрут, 2006	50

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.2	Семенов Ю.Г	. Основы контроля дуговых нарушений токосъема в электротяговых сетях	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2010	7
Л2.3	Сидоров О.А., Ступаков С.А	Исследование и прогнозирование износа контактных пар систем токосъема с жестким токопроводом	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2012	10
Л2.4	Пыхалов А.А., Кулешов А.В.	Математическое моделирование и основы автоматизированного проектирования систем и процессов: Учебное пособие по дисциплине "САПР"	Иркутск: ИрГУПС, 2012	18

6.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Ступицкий В.П.	Проектирование контактной сети: учеб. пособие для студентов 3-5 курсов по курсовому и дипломному проектированию по дисциплине "Контактные сети и линии	Иркутск: ИрГУПС, 2010	295

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

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке / 100% онлайн
		<p style="text-align: center;">Методические указания по самостоятельной работе студентов по изучению дисциплины «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема»</p> <p style="text-align: center;">Методические указания составлены в соответствии с программой по</p>		

		<p>Дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» 190901 «Системы обеспечения движения поездов».</p> <p>В методических указаниях по каждой работе включены следующие разделы:</p> <ul style="list-style-type: none"> -тема занятия; -цель работы; -перечень вопросов подлежащих изучению; -ориентировочное время выполнения; -контрольные вопросы; -список рекомендуемой литературы. <p>После выполнения работы оформляется отчет о проделанной работе, представляется преподавателю на проверку с последующей защитой работы.</p> <p>Вопросы для самостоятельной работы по теоретическому и лабораторному практикуму выдаются студентам в начале очередного занятия в соответствии с её содержанием и перечнем вопросов, подлежащих изучению.</p> <p>Перед началом защиты выполненной работы студент должен получить допуск к защите. Для этого:</p> <ul style="list-style-type: none"> -отчет по выполненной работе должен быть оформлен в соответствии требованиям ЕСКД и ГОСТов; -при оформлении отчета студенту запрещается пользоваться распечатками текста, иллюстрационного материала из интернета. Рисунки, графики должны быть выполнены вручную; -в отчете должны быть ответы на все поставленные вопросы; -перед защитой проводится краткое собеседование, при котором студент должен показать понятие основных принципов организации изучаемых устройств, их назначение и характеристики. <p>Защита проводится в виде собеседования. Вопросы, которые ставятся перед студентом, большей частью носят проблемный характер, требуют знаний ранее изученных дисциплин и физической сущности изучаемых явлений и принципов работы устройств.</p>		
	Ступицкий В.П.	Проектирование контактной сети: учеб. пособие для студентов 3-5 курсов по курсовому и дипломному проектированию по дисциплине "Контактные сети и линии электропередач"	Иркутск: ИрГУПС, 2010	297
6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э.1	Электронно-библиотечная система издательства "Лань" http://www.e.lanbook.com			
Э.2	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» http://www.biblioclub.ru			
Э.3	Электронная библиотека изданий ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» http://library.miit.ru/fulltext.php			
6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)				
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows XP Professional with Service Pack 2, лицензия OpenLicense, Количество - 427.			
6.3.1.1	Microsoft Office 2010, OpenLicense, Количество - 155.			

2	
6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения	
6.3.2. 1	Свидет. об офиц. регистр. программы для ЭВМ № 2007612771 (РФ) «Fazonord-Качество – Расчеты показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения в фазных координатах с учетом движения поездов» / Закарюкин В. П., Крюков А. В. – Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Зарегистр. 28.06.2007. www.iriit.irk.ru/web-edu/~egt/
6.3.3 Перечень информационных справочных систем	
6.3.1. 1	ОС Microsoft Windows XP Professional, количество – 227, лицензия № 44718499; ОС Microsoft Windows 7 Professional, количество – 100, лицензия № 49379844
6.3.1. 2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, количество – 155, Лицензия № 48288083; Libre Office v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org
7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Учебные аудитории Д213, Д208, Д214, полигон контактной сети для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации в составе учебной группы. Для проведения лабораторных и семинарских занятий, имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507. Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторная работа	При подготовке к лабораторной работе по методическим указаниям и соответствии с планом проведения занятия, следует уяснить цели экспериментов, какие схемы используются, какие управляющие воздействия подаются на схему и примерный характер выходных параметров, которые следует зафиксировать. В результате осмысления этой информации создается бланк протокола работы, содержащий схемы, необходимые таблицы и формулы. Желательно также повторить основные правила техники безопасности. При подготовке отчета по работе следует обратить особое внимание на формулировку выводов и их связь с полученными результатами. Оформление должно соответствовать документу «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции.
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины, размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.	

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

Дисциплина «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъёма» участвует в формировании компетенций:

ПСК-1.2: умением применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта; владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ПСК-1.2
при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин практик, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
		.Б1.В.02. Основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения	6	1
ПСК-1.2.	умением применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта; владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ	Б1.Б.1.ДС.03. Контактные сети и ЛЭП	6	2
		Б1.Б.1.ДС.05 Релейная защита	5	3
		Б1.Б.1.ДС.06 Электроснабжение железных дорог	6	4
		Б1.В.03.Основы компьютерного проектирования и моделирования устройств электроснабжения	7	
		Б1.Б.1.21 Теоретические основы электротехники	3	
		Б1.В.ДВ.04.01. Оборудование и аппаратура электроустановок	3	
		Б1.Б.1.16. Математическое моделирование систем и процессов	3	
		Б1.Б.1.ДС.06. Электроснабжение железных дорог	9	

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ПСК-1.2
планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины (модуля)/практики	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ПСК-	умением	Разделы 1-6	Минимальный	Знать: учебный материал с

1.2	<p>применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта;</p> <p>владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ</p>		уровень: общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач	требуемой степенью научной точности и полноты
				Уметь: решать простые задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения
				Владеть методами решения усложненных задач на основе приобретенных знаний
			Базовый уровень: превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;	Знать: учебный материал с базовой степенью научной точности и полноты
				Уметь: решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;
				Владеть: методами решения усложненных задач на основе приобретенных знаний, умений и навыков
		Высокий уровень максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении	Знать : учебный материал с высокой степенью научной точности и полноты;	
		дetailed representation of normative-technical documents in the field of electromagnetic compatibility, methods of electromagnetic compatibility control, assessment of the electromagnetic environment	Уметь решать сложные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения;	
			Владеть: методами решения практических задач на основе приобретенных знаний, умений и навыков, применять их в нетипичных ситуациях и умение передать опыт профессиональной деятельности	

			влияния электромагнитной обстановки на безопасность движения поездов в конкретных условиях	
--	--	--	--	--

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

№	Неделя	Наименование контрольно- оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
семестр 7				
Раздел 1. Параметры контактной подвески				
1 2	5,6	Текущий контроль	Термины «Контактная сеть» и «Контактная подвеска»..Состав и назначение: канализирующие и контактирующие, опорно-поддерживающие, изолирующие, секционирующие, защитные, Основные требования к контактной сети. Параметры контактной подвески. Климатические факторы и расчетные нагрузки на элементы контактной сети. /Лек/	ПСК-1.2 Опрос, решение индивидуальных задач
			Раздел.2 Параметры токоприемника	
3	7	Текущий контроль	Общие сведения и определения. Приведенные массы системы подвижных рам и полозов токоприёмников. Силы нажатий и сухого трения системы подвижных рам токоприемников. Силы нажатий кареток токоприемников. Аэродинамические устройства. Коэффициенты вязкого трения систем подвижных рам токоприёмников./Лек/ Лабораторная работа №1. Параметры токоприемника Исследование взаимодействия токоприёмника с контактной подвеской /лаб/ Динамика взаимодействия токоприемника с контактной подвеской. /Ср	ПСК-1.2 Опрос, решение индивидуальных задач Защита лабораторных работ
			Раздел 3. . Базовые понятия моделирования систем токосъема	
4		Текущий контроль		ПСК- Опрос, решение

			<p>1.Основные понятия моделирования систем. 1.1.Определение понятия математического моделирования. 1.2.Объект исследования. 1.3.Понятие математической модели 2.Свойства математической модели, их принципы: -полнота; -точность; -адекватность; -экономичность; -робастность; -продуктивность 3.Соотношение теории и эксперимента в математическом моделировании Лабораторная работа №2. Исследования математических моделей процесса токосяема. Методика вычислительного эксперимента./Лаб/. Методика и средства эксплуатационной проверки качества токосяёма. Методика вычислительного эксперимента /Ср/.</p>	1.2	индивидуальных задач Защита лабораторных работ
5			Раздел 4. Методы построения математических моделей		
		Текущий контроль	<p>1.Классификация методов построения моделей систем. 1.1.Понятие формальных и неформальных математических моделей. 1.2.Экспериментальный метод. 1.3.Аналитический метод. 1.4.Комбинированный метод. Лабораторная работа№3 Методы построения математических моделей /Лаб Классификация методов построения Методы построения математических моделей I моделей систем. 2.Экспериментальное определение моделей статики. 2.1.Понятие статики моделируемого объекта. 2.2.Подготовка и планирование эксперимента. 2.3.Обработка результатов эксперимента Подготовка к защите лабораторных работ по теме:. Методы построения математических моделей /Ср/</p>	ПСК-1.2	Опрос, решение индивидуальных задач Защита лабораторных работ
			Раздел 5. Исследования математических моделей		

			процесса токосъема. Методика вычислительного эксперимента		
6		Текущий контроль	<p>Исследования математических моделей процесса токосъема. Методика вычислительного эксперимента</p> <p>1.1.Цели исследования</p> <p>1.2.Методы исследования взаимодействия токоприемников и контактных подвесок</p> <p>2.Методика эксплуатационной проверки качества токосъема и состояния контактной сети. Технические средства проверки качества токосъема и состояния контактной сети /Лек/</p>	ПСК-1.2.	Опрос, решение индивидуальных задач Защита лабораторных работ
		Текущий контроль	<p>Лабораторная работа №4</p> <p>Исследования математических моделей процесса токосъема. Методика вычислительного эксперимента</p> <p>.1 Критерии и показатели качества токосъема</p> <p>1.1.Коэффициент относительного изменения контактного нажатия;</p> <p>1.2. Среднее квадратичное отклонение нажатия;</p> <p>1.3. Абсолютное значение максимальной переменной составляющей контактного нажатия;</p> <p>1.4. Коэффициент отрыва токоприемника от контактного провода;</p> <p>1.5. Наибольший размах вертикальных перемещений полоза токоприемника в пролете.</p> <p>2.Цели и методы исследования взаимодействия токоприемников и контактной подвески.</p> <p>2.1.Цели исследования;</p> <p>2.2. Методы исследования;</p> <p>2.2.1. Механические процессы, происходящие во время движения токоприемника по контактному проводу;</p> <p>2.2.2. Аналитические методы и их характеристика;</p> <p>2.2.3.Экспериментальные методы.</p> <p>3.Расчетные схемы, принятые допущения.</p> <p>3.1. Основные факторы, влияющие на характер возбуждения колебаний токоприемника передающиеся с контактного провода /Лаб/</p> <p>Подготовка к тестированию по теме « Исследование математической модели процесса токосъема» /Ср/</p>	ПСК-1.2.	Опрос, решение индивидуальных задач Защита лабораторных работ

			Раздел 6. Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема		
			<p>Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема</p> <p>1. Методы механического расчета взаимодействия токоприемников и контактных подвесок</p> <p>2. Критерии оценки качества токосъема.</p> <p>2.1. Коэффициент относительного изменения контактного нажатия</p> <p>2.2. Среднее квадратичное отклонение нажатия.</p> <p>2.3. Абсолютное значение максимальной переменной составляющей контактного нажатия.</p> <p>2.4. Коэффициент отрыва токоприемника от контактного провода.</p> <p>2.5. Наибольший размах вертикальных перемещений полоза токоприемника /Лек/ Лабораторная работа №5</p> <p>Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема /Лаб/</p> <p>Подготовка к тестированию по теме «Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемника на качество токосъема» /Ср /</p>	ПСК-1.2.	Опрос, решение индивидуальных задач Защита лабораторных работ
		Зачет			

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а так же краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы по темам/разделам дисциплины
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
6	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
7	Отчет по НИР	Средство, позволяющее оценить способность обучающегося получать новые и использовать приобретенные знания и умения в предметной или межпредметной областях. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Тематика НИР и индивидуальные задания
8	Отчет по практике	Средство, позволяющее оценить способность обучающегося решать задачи, приближенные к профессиональной деятельности. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Задания на практику
9	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыки и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачету

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

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные	Высокий

		знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени.

	Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

Отчет по практике, отчет по НИР

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся: – своевременно, качественно выполнил весь объем работы, требуемый программой практики; – показал глубокую теоретическую, методическую, профессионально-прикладную подготовку; – умело применил полученные знания во время прохождения практики; – ответственно и с интересом относился к своей работе. Отчет: – выполнен в полном объеме и в соответствии с предъявляемыми требованиями; – результативность практики представлена в количественной и качественной обработке, продуктах деятельности; – материал изложен грамотно, доказательно; – свободно используются понятия, термины, формулировки; – выполненные задания соотносятся с формированием компетенций
«хорошо»	Обучающийся: – демонстрирует достаточно полные знания всех профессионально-прикладных и методических вопросов в объеме программы практики; – полностью выполнил программу, с незначительными отклонениями от качественных параметров; – проявил себя как ответственный исполнитель, заинтересованный в будущей профессиональной деятельности. Отчет: – выполнен почти в полном объеме и в соответствии с предъявляемыми требованиями; – грамотно используется профессиональная терминология – четко и полно излагается материал, но не всегда последовательно; – описывается анализ выполненных заданий, но не всегда четко соотносится выполнение профессиональной деятельности с формированием определенной компетенции
«удовлетворительно»	Обучающийся: – выполнил программу практики, однако часть заданий вызвала затруднения; – не проявил глубоких знаний теории и умения применять ее на практике, допускал ошибки в планировании и решении задач; – в процессе работы не проявил достаточной самостоятельности, инициативы и заинтересованности. Отчет: – низкий уровень владения профессиональным стилем речи в изложении материала; – низкий уровень оформления документации по практике; – носит описательный характер, без элементов анализа; – низкое качество выполнения заданий, направленных на формирование компетенций
«неудовлетворительно»	Обучающийся: – владеет фрагментарными знаниями и не умеет применить их на практике, не способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий; – не выполнил программу практики в полном объеме. Отчет: – документы по практике не оформлены в соответствии с требованиями;

	– описание и анализ видов профессиональной деятельности, выполненных заданий отсутствует или носит фрагментарный характер
--	---

Проверяемый уровень освоения компетенции компетенций (части компетенций, элементов компетенций)	Минимальное количество тестовых заданий на один раздел программы	Рекомендуемые формы тестовых заданий
Минимальный уровень освоения компетенции	30	Тестовые задания с выбором одного правильного ответа из нескольких
		Тестовые задания с выбором нескольких правильных ответов из множества ответов
		Тестовые задания на установление соответствия
		Тестовые задания на установление правильной последовательности
Базовый уровень освоения компетенции	7	Тестовые задания с закрытым конструируемым ответом (ввод одного или нескольких слов, цифры)
Высокий уровень освоения компетенции	3	Тестовые задания со свободно конструируемым ответом (интервью, эссе) Структурированный тест Кейсы

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный план проведения лекции по дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема»

Тема занятия: Параметры токоприемника

4 курс кафедры ЭТ

Учебные цели занятия: Познакомить с конструкцией основных типов токоприемников и изучить их параметры.

Воспитательные цели занятия: Воспитывать чувство ответственности в связи с переходом на большие массы поезда высокие скорости передвижения.

Время проведения занятия 3 учебные вопросы и расчет времени

№п/п _1_	Наименование учебных вопросов и подвопросов	время (мин)	примечание
	1. Основные типы токоприемников и их конструктивные особенности. 1.1. Основные типы ТП и их конструктивные особенности. 1.2. Характеристики токоприемников. 1.2.2. Нагрузочная способность ТП. 1.2.3. Частотная характеристика ТП.	25	
2	2. Статическая характеристика. 2.1. Определение. 2.2. Приведенное нажатие. Пассивное нажатие.	35	
3	3. Приведенная масса. 3.1. Определение. 3.2. Особенности расчета приведенной массы.	35	
4	4. Сухое и вязкое трение. 4.1. Определение сухого трения. 4.2. Вязкое трение. Физический смысл.	20	
5	5. Аэродинамическая характеристика. 5.1. Определение. 5.2. Аэродинамическая подъемная сила. 5.3. Аэродинамические коэффициенты подъемной силы и лобового	20	

	сопротивления.		
--	----------------	--	--

Контрольные вопросы:

1. Назначение токоприемников.
2. Типы ТП.
3. Особенности конструкции ТП
4. Особенности статической характеристики ТП.
5. Определение частотной характеристики.
6. Токоприемники тяжелого и легкого типов.
7. Демпфирующая характеристика.
8. Сухое и вязкое трение.
9. Аэродинамические особенности ТП.

Литература: 1.1-1.8.; 2.1.-2.3.

предложения по совершенствованию методики проведения занятия

Примерный план проведения лабораторного занятия №2

по дисциплине «Математическое моделирование
взаимодействия устройств токосъема»

Тема занятия: Определение параметров токоприемников

4курс факультет СОТ

Учебные цели занятия: Изучить конструкции и параметры основных типов токоприемников.

Воспитательные цели занятия: Подчеркнуть важность изучения вопроса в связи с переходом РЖД на высокие скорости перевозок.

Время проведения занятия 4 ч.

учебные вопросы и расчет времени

№п/ п	Наименование учебных вопросов и подвопросов	время (мин)	примечание
	1.1 Статическая характеристика токоприемника. 1.1.1.Определение статической характеристики токоприемника. 1.1.2. Графическая интерпретация статической характеристики. 1.1.3. Влияние конструкции токоприемника на статическую характеристику. 1.2.Нагрузочная способность токоприемника. 1.2.1.Определение. Основные типы токоприемников. 1.3.Приведенная масса токоприемника. 1.3.1.Определение. 1.3.2.Зависимость приведенной массы от конструктивных особенностей токоприемника. 1.4.Сухое и вязкое трение. 1.4.1.Понятие силы сухого трения. 1.4.2.Понятие вязкого трения. Закон движения токоприемника. 1.4.3.Частотная характеристика токоприемника. Амплитудно-частотная характеристика токоприемника. 1.5.Аэродинамическая характеристика. 1.5.1.Определение. 1.5.2.Параметры системы, влияющие на аэродинамическую характеристику.	_____	_____

Контрольные вопросы:

1. Параметры и основные типы токоприемников.
2. Причины возникновения колебаний
3. Дать определение:
 - статической характеристике токоприемника;
 - нагрузочной способности токоприемника;
 - приведенной массе;
 - понятие сухого и вязкого трения;
 - аэродинамической характеристике;
 - подъемной силе токоприемника;
 - углу атаки.
4. Определение « резонансной скорости».
5. Влияние конструктивных параметров токоприемника на качество токосъема.

Перечень теоретических вопросов к зачету

Контрольные вопросы

Для подготовки к зачётам по дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема»

- 1.Основные типы контактных подвесок (КП).
- 2.Параметры КП.
- 3.Определение жесткости КП.
- 4.Определение эластичности КП.
- 5.Изменение жёсткости в пролете анкерного участка.
- 6.Определение частотной характеристики.
- 7.Условия возникновения резонансных колебаний КП.
- 8.Определение сухого и вязкого трения КП.
- 9.Влияние длины рессорного троса, мест расположения струн на качество токосъема.
- 10.Демпфирующая характеристика.
- 11.Определение жёсткой точки КП.
- 12.Определение сосредоточенной массы.
- 13.Конструктивные методы повышения ветроустойчивости КП.
- 14.Определение резонансной скорости.
- 15.Назначение токоприемников (ТП).
- 16.Основные типы ТП.
- 17.Особенности конструкции ТП.
- 18.Особенности статической характеристики ТП.
- 19.Определение частотной характеристики.
- 20.Токоприёмники тяжелого и легкого типов.
- 21.Демпфирующая характеристика ТП.
- 22.Сухое и вязкое трение ТП.
- 23.Аэродинамические особенности ТП.
- 24.За счет чего при подъеме ТП в начале скорость подъема высокая, а при подходе к контактному проводу, скорость замедляется?
- 25.Демпфирование колебаний контактного нажатия ТП.
- 26.Определение математической модели (ММ).
- 27.Свойства М. М.
- 28.Принципы М. М.

29. Физический смысл механического расчета взаимодействия КП и ТП.
30. Критерии оценки качества токосъема.
31. Какие бывают модели динамического взаимодействия КП и ТПП?
32. Факторы, определяющие контактное нажатие.
33. Виды износа контактного провода.
34. Требования ПУТЭКС к коэффициенту неравномерности износа контактного провода?
35. Влияние аэродинамических характеристик проводов КС на колебания проводов?
36. Каким образом можно уменьшить коэффициент неравномерности жесткости (эластичности) в пролете, анкерном участке

Методические указания

по самостоятельной работе студентов по изучению дисциплины «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема»

Методические указания составлены в соответствии с программой по Дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» 190901 «Системы обеспечения движения поездов».

В методических указаниях по каждой работе включены следующие разделы:

- тема занятия;
- цель работы;
- перечень вопросов подлежащих изучению;
- ориентировочное время выполнения;
- контрольные вопросы;
- список рекомендуемой литературы.

После выполнения работы оформляется отчет о проделанной работе, представляется преподавателю на проверку с последующей защитой работы.

Вопросы для самостоятельной работы по теоретическому и лабораторному практикуму выдаются студентам в начале очередного занятия в соответствии с её содержанием и перечнем вопросов, подлежащих изучению.

Перед началом защиты выполненной работы студент должен получить допуск к защите. Для этого:

- отчет по выполненной работе должен быть оформлен в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов;
- при оформлении отчета студенту запрещается пользоваться распечатками текста, иллюстрационного материала из интернета. Рисунки, графики должны быть выполнены вручную;
- в отчете должны быть ответы на все поставленные вопросы;
- перед защитой проводится краткое собеседование, при котором студент должен показать понимание основных принципов организации изучаемых устройств, их назначение и характеристики.

Защита проводится в виде собеседования. Вопросы, которые ставятся перед студентом, большей частью носят проблемный характер, требуют знаний ранее изученных дисциплин и физической сущности изучаемых явлений и принципов работы устройств.

Методические рекомендации для преподавателя по дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема».

Учебная дисциплина «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» входит в вариативную часть математического цикла.

Цель изучения дисциплины «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» является:

Приобретение навыков моделирования и анализа технических устройств на персональных ЭВМ для последующего использования полученных знаний в различных дисциплинах профиля «Электроснабжение железнодорожного транспорта»

В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые

для его профессиональной деятельности по специальности "Электроснабжение железных дорог".

Задачами освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» являются:

- методологию научных исследований и основные методы научного познания, методы создания и анализа моделей;
- основные типы математических моделей элементов систем электроснабжения железных дорог;
- основные принципы построения математических моделей устройств токосъема;
- методику проведения вычислительного эксперимента с моделями элементов токосъемных устройств разных типов;
- основные прикладные программные средства для исследовательских работ.
- изучение теоретических основ и фундаментальных знаний в области теории рабочего процесса устройств контактной сети и воздушных линий электропередачи;
- изучение основных свойств и характеристик применяемых материалов и оборудования;
- изучение основных принципов устройства и принципа действия различных систем контактной сети и токоприемников, применяемых на дорогах РФ;
- изучение особенностей работы контактной сети на железнодорожных станциях в связи с назначением отдельных парков и путей, расположением электровозов тяжеловесных составов;
- изучение основных требований по обеспечению надежной работы, безопасности обслуживающего персонала;

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций: ПСК-1.2- умение применять методы математического и компьютерного моделирования для исследования систем и устройств электроснабжения железнодорожного транспорта; владением технологией компьютерного проектирования и моделирования систем и устройств электроснабжения с применением пакетов прикладных программ

Методические рекомендации по подготовке и проведению лекции

Лекции являются одной из важнейших форм учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки студентов. Назначение современной лекции в учебном процессе в том, чтобы помочь освоить фундаментальные проблемы курса, овладеть методами научного познания, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Лекции должны стимулировать активную познавательную деятельность студентов, способствовать формированию творческого мышления.

Количество лекций по дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» определяется с учетом общего числа часов, отведенных для лекционной работы.

Для специальности "Электроснабжение железных дорог" по данной дисциплине учебным планом предусмотрено 18 часов лекций, количество лекций в семестре равно 9.

При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться учебной программой по дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема». Разрабатывая структуру и содержание каждой лекции, рекомендуется учитывать тот фактор, что количество лекционных часов не позволяет в полном объеме изложить весь теоретический материал по дисциплине.

В ходе подготовки лекции необходимо:

- определить основное содержание и расположение материала;
- выбрать вид лекции, позволяющий наиболее полно раскрыть рассматриваемую тему;
- продумать как использовать (если необходимо) мультимедиа, наглядные пособия, поясняющие основные положения лекции;

- выделить темы (или разделы), выносимые на самостоятельную работу, и предложить методические советы по их изучению.

Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- методическая обработка, т.е. выделение главных положений, подчеркивание выводов, повторение их в разных формулировках;
- активизация мышления студентов, постановка вопросов для размышления;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосъема» для студентов специальности "Электроснабжение железных дорог" рекомендуется применять объяснительно - иллюстративный вид лекции с введением ряда интерактивных приемов.

Объяснительно-иллюстративная лекция - это метод обучения, направленный на передачу преподавателем студентам готовой информации различными средствами (словесными, наглядными). При этих условиях создается ситуация, где основной задачей каждого студента является получение информации. Введение интерактивных приемов в лекцию, с одной стороны, позволяет преподавателю понять, как студентами усвоен материал, с другой стороны, способствует активизации мышления студентов.

Перечень типовых простых практических заданий к зачету: для оценки знаний

Раздел 1 « Параметры контактной подвески»

1.1 Контактная сеть» и «Контактная подвеска»..Состав и назначение: канализирующие и контактирующие, опорно-поддерживающие, изолирующие, секционированные, защитные,

1.2 . Параметры контактной подвески. Климатические факторы и расчетные нагрузки на элементы контактной сети

Раздел 2 «. Параметры токоприемника»

2.1.Токоприемники (токосъемные устройства) для различных видов транспорта
Параметры токоприемника

2.2. Приведенные массы системы подвижных рам и полозов токоприёмников.

Силы нажатий и сухого трения системы подвижных рам токоприемников.

Перечень типовых простых практических заданий к зачету для оценки умений

1 Силы нажатий кареток токоприемников.

Аэродинамические устройства

2 Коэффициенты вязкого трения систем подвижных рам токоприёмников

3 Динамика взаимодействия токоприемника с контактной подвеской.

Перечень типовых практических заданий к зачету Для оценки навыков

1.От чего зависит уклон контактного провода при подходе к искусственному сооружению (ИС)?

2.Какой вид износа контактного провода преобладает, если коэффициент неравномерности износа равен 1.1?

3 За счет чего уменьшается скорость подъёма ТП при подходе к контактному проводу ?

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Реферат, сообщение, доклад, творческое задание.	<p>Форма оформления тем для рефератов, докладов, сообщений , творческих заданий. Темы (рефератов, докладов, сообщений, творческих заданий) Перечень компетенций (части компетенции, элементов компетенции), проверяемых оценочным средством: ПСК-1.2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Влияние параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемников на качество токосъема 2 Токосъем в сложных метеорологических условиях. 3 Анализ износа контактного провода. 4. Влияние параметров контактной подвески на качество токосъема. 5 . Влияние параметров токоприёмника на качество токосъема <p>Критерии оценки: оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если .в реферате, четко и грамотно проведен анализ состояния проблемы. Сформулированы задачи и определены пути решения этих задач на основе существующих нормативных документов. оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если ..обучающийся не раскрыл суть проблемы, не показал пути решения инженерных задач, и не показал знаний существующих нормативных документов.</p>
Тест	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Защита лабораторной работы, практического занятия.	<p>Лабораторная работа выполняется на занятии, предшествующем занятию проведения контроля. На лабораторном занятии контроля студентом сдается письменный отчет, содержащий необходимые полученные результаты эксперимента и их обработка. Лабораторная работа должна быть в соответствии с требованиями к оформлению работ (текстовой и графической частей), сформулированными в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль» № П.420700.05.4.092-2012 в последней редакции.</p> <p>Защита лабораторных работ: устно и письменно. Защита «устно» включает в себя вопросы по методике проведения лабораторной работы, знание основных определений, законов, формул по определенной теме. Защита «письменно» включает в себя решение задачи.</p>
Отчет по практике (преддипломная) Отчет по НИР	<p>Описание процедуры проведения промежуточной аттестации по практике в форме зачета с оценкой и оценивания результатов обучения</p> <p>Руководитель практики от профильной организации в последний день практики:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пишет отзыв руководителя о прохождении обучающимся практики; – заполняет аттестационный лист по практике, оценивая уровни сформированности компетенций (качество выполнения обучающимся работ индивидуального задания на практику) у обучающегося по результатам прохождения практики; результаты оценивания заносит в следующую таблицу (уровень сформированности компетенции отмечается в таблице, например, знаком «+»); если за компетенцией закреплено несколько видов– выставляет оценку за выполнение программы практики. <p>Руководитель практики от профильной организации при оценивании уровня сформированности компетенции у обучающегося по результатам прохождения практики должен руководствоваться:</p> <ul style="list-style-type: none"> – четкостью владения обучающимся нормативной документацией; – качеством и своевременностью выполнения обучающимся работ; – качеством ведения отчетной документации;

	<ul style="list-style-type: none"> – исполнительской дисциплиной обучающегося; – наличием элементов рационализаторских предложений поступивших от обучающегося. <p>Обучающийся в последний день практики:</p> <ul style="list-style-type: none"> – сканирует или фотографирует отчетные документы по практике: отчет по практике, путевку на практику, листы для занесения поощрений и замечаний, отзыв руководителя от профильной организации и аттестационный лист по практике; – отправляет отчетные документы по практике через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося) руководителю практики от университета. <p>Руководитель практики от университета в последний день практики оценивает выполнение обучающимся индивидуального задания и прохождение обучающимся практики, учитывая:</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценку, выставленную руководителем практики от профильной организации, за выполнение обучающимся программы практики; – отзыв руководителя практики от профильной организации о прохождении обучающимся практики; – отчет обучающегося по практике; - Отчет по НИР (Руководитель дипломного проекта выставляет оценку и отправляет отчет на утверждение заведующего кафедрой)
Зачет	<p style="text-align: center;">Описание процедуры проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения</p> <p>При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).</p>

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета/экзамена) составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

- перечень теоретических вопросов к зачету/экзамену для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету/экзамену для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету/экзамену для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к зачету/экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

Описание процедуры проведения промежуточной аттестации по практике в форме зачета с оценкой и оценивания результатов обучения

Руководитель практики от профильной организации в последний день практики:

- пишет отзыв руководителя о прохождении обучающимся практики;
- заполняет аттестационный лист по практике, оценивая уровни сформированности компетенций (качество выполнения обучающимся работ индивидуального задания на практику) у обучающегося по результатам прохождения практики; результаты оценивания заносит в следующую таблицу (уровень сформированности компетенции отмечается в таблице, например, знаком «+»); если за компетенцией закреплено несколько видов работы, то при оценивании уровня сформированности компетенции при прохождении практики учитываются все виды работы):

Код компетенции	Содержание компетенции	Уровни сформированности компетенций			
		Высокий	Базовый	Минимальный	Компетенция не освоена
ПСК-1.2.	Разделы по РПД «Математическое моделирование взаимодействия устройств токосома»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов с	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	
			неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в		

			<p>рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.</p> <p>Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы</p>		

– выставляет оценку за выполнение программы практики.

Руководитель практики от профильной организации при оценивании уровня сформированности компетенции у обучающегося по результатам прохождения практики должен руководствоваться:

- четкостью владения обучающимся нормативной документацией;
- качеством и своевременностью выполнения обучающимся работ;
- качеством ведения отчетной документации;
- исполнительской дисциплиной обучающегося;
- наличием элементов рационализаторских предложений поступивших от обучающегося.

Обучающийся в последний день практики:

- сканирует или фотографирует отчетные документы по практике: отчет по практике, путевку на практику, листы для занесения поощрений и замечаний, отзыв руководителя от профильной организации и аттестационный лист по практике;
- отправляет отчетные документы по практике через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося) руководителю практики от университета.

Руководитель практики от университета в последний день практики оценивает выполнение обучающимся индивидуального задания и прохождение обучающимся практики, учитывая:

- оценку, выставленную руководителем практики от профильной организации, за выполнение обучающимся программы практики;
- отзыв руководителя практики от профильной организации о прохождении обучающимся практики;
- отчет обучающегося по практике;
- отсутствие и(или) наличие поощрений и(или) замечаний.

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование
взаимодействия устройств токосъема» в программном комплексе «ModKSiT» для
студентов специальности
"Системы обеспечения движения"

Иркутск, 2014

© Иркутский государственный университет путей сообщения, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Порядок выполнения работ.....	4
2. Математическая модель системы- Контактная подвеска- токоприемник.....	6
3 Исследование влияния параметров контактной подвески и токоприемника на качество токосъема.....	12
4. Описание программного комплекса ModKSiT.....	19
3. Порядок выполнения работы.....	24

Введение

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных работ по «Исследование математической модели процесса токосъема», «Оценка влияния параметров и конструктивного выполнения контактной подвески и токоприемника на качество токосъема».

В методических указаниях представлено описание лабораторной работы и содержатся сведения по следующим разделам:

- правила выполнения лабораторной работы и правила безопасности при работе с ЭВМ;
- краткие теоретические сведения о характеристиках устройств участвующих в процессе токосъема и их влияние на качество токосъема;
- описания программного комплекса «ModKSiT» используемого при измерениях и расчетах;

1. Порядок выполнения работ.

1.1. При подготовке к лабораторной работе студент должен иметь представление о конструкции основных типов контактных подвесок, знать их основные параметры, характеризующие качество токосъема.

1.2. Перед началом работы студенты, выполняющие лабораторную работу, должны получить допуск на выполнение работы, путем собеседования. При этом студент должен знать цель работы, порядок ее выполнения, правил безопасности и иметь представление о предполагаемых результатах исследования.

1.3. Полученные в процессе выполнения работы результаты измерений заносятся в протокол или в заготовку отчета и представляются для проверки преподавателю.

1.4. Каждый студент готовит отчет по лабораторной работе, оформляя его на листах формата А4 в соответствии с требованиями стандартов. Отчет должен содержать титульный лист и основную часть, в которую входят задачи работы, таблицы параметров и характеристик, необходимые диаграммы и графики, выводы по работе.

1.5. По окончании лабораторной работы после проверки результатов преподавателем необходимо отключить питание всего оборудования и привести все коммутационные элементы в начальное положение в соответствии с требованиями.

2. Математическая модель системы контактная подвеска-токоприемник.

При построении модели, систему с распределенными параметрами, какой является контактная подвеска, заменяют некоторой условной приведённой массой. При этом расчетная схема получает вид колебательной системы с сосредоточенными параметрами. Система контактная подвеска – токоприемник на рис. 1, *a* представлена приведенными массами подвески m_k и токоприёмника m_T без учета подрессоривания полоза токоприемника. Примем следующие обозначения: P_o – нажатие, вызываемое растяжением пружин токоприемника; r_T и r_k – коэффициенты трения в шарнирах токоприемника и контактной подвеске; $ж_k$ – жесткость подвески, т. Е. значение силы, соответствующее поднятию провода на единицу длины. Жесткость пружин и коэффициент трения в

шарнирах подрессоривания на рис. 1, b обозначены соответственно \mathcal{J}_1 и r_1 – коэффициент трения в шарнирах рамы; m_{Π} и m_p – масса соответственно полоза и рамы; $P_{вп}$ и $P_{вр}$ – вертикальные составляющие аэродинамической силы на полз и рамы.

Под действием периодических возмущений, порождаемых в процессе движения неравномерной жесткостью (эластичностью) подвески, изменением начального положения контактного провода (различные стрелы провисания), колебаниями крышки подвижного состав, вся система включается в периодический колебательный процесс. Траектория контакта при движении локомотива описывается колеблющимся ползком в этой системе.

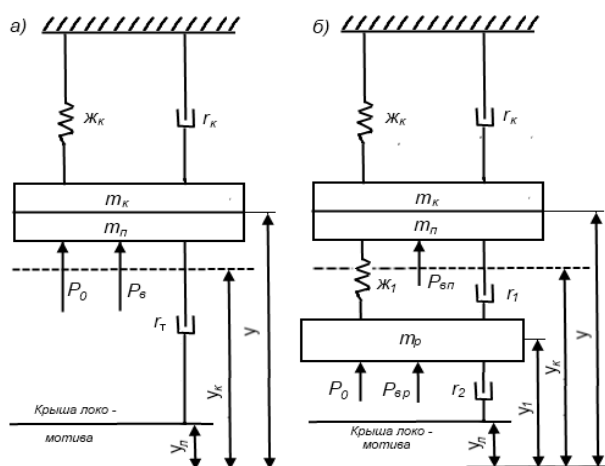


Рис. 1. Модели системы с приведенной массой контактной подвески без учета (а) и с учетом (б) подрессоривания полоза токоприемника.

Понятие приведенной массы контактной подвески.

Каждый элемент контактного провода под действием нажатия токоприемника поднимается с различной скоростью и ускорением. Поэтому при определении приведенной массы подвески имеется большое различие с аналогичной задачей для токоприемника.

Токоприемник состоит из жестких элементов и является конструкцией, которую при принятых выше допущениях можно рассматривать как систему с одной степенью свободы (см. рис. 1, а).

Она представляет геометрическую фигуру, у которой перемещение одной какой-либо части полностью определяет перемещения всех остальных. Если полз получил какое-то ускорение, то в строгом соотношении (соответствующем данному положению токоприемника) с ним получают ускорения и все другие подвижные элементы. Иначе обстоит дело с контактной подвеской.

Если отказаться от рассмотрения волнообразования в контактной подвеске, то остается один путь – принимать, что над токоприемником поднимается какая-то часть провода (или подвески), масса которой только и участвует в процессе. Рассмотрим характер изменения скорости и ускорения точки контактного провода при подходе к ней токоприемника. Точка находится в покое, затем, когда токоприемник приблизится к ней на достаточное расстояние, она начинает перемещаться кверху, т. е.

получает положительное ускорение и скорость. По приближению токоприемника будет расти скорость точки провода, и к моменту подхода к ней она займет наивысшее положение. В этот момент скорость ее равна нулю, и после прохода токоприемника точка провода пойдет вниз. Чтобы скорость в верхнем положении стала равна нулю, ускорение точки провода должно было раньше изменить знак. Следовательно, на всем участке провода, поднимаемого токоприемником, ускорения различаются по модулю и знаку, а отсюда и сила инерции, возникающая в элементах провода. Если отказаться от рассмотрения этого процесса, модель получается условной, сильно искаженной. Поэтому и приведенная масса также получается весьма условным понятием.

На практике исходят из упрощенных условных схем, а для увеличения достоверности результатов исходную длину провода при определении приведенной массы берут из специально поставленных экспериментов.

При втором подходе цепную подвеску рассматривают, как провод бесконечно большой длины и абсолютно гибким. Таким образом, контактная подвеска приравнивается как бы бесконечной по длине струне, имеющей периодическую структуру, т. е. периодически изменяющую провес и жесткость, колебания которой происходят под действием сосредоточенной силы, движущейся вдоль этой струны с постоянной скоростью.

Модель с сосредоточенными массами подвески и токоприемника. В этой модели колебательной системы контактная подвеска – токоприемник применено понятие приведенной массы контактной подвески. Рассматриваемая модель представляет собой систему с одной или двумя степенями свободы (см. рис. 1, а). Контактная подвеска представлена в виде сосредоточенной массы, токоприемник в виде одной массы полза и рамы (см. рис. 1, б). Колебания локомотива при этом задаются вертикальными перемещениями его кузова, не зависящими от системы. Для примера рассмотрим более простую схему (см. рис. 1, а). Введем обозначения: y – вертикальные перемещения точки контакта; m_k, m_T – приведенные массы, кг, соответственно контактной подвески и токоприемника. Массы m_k, m_T приведены к точке контакта. Принимают, что полз не отрывается от провода. Нажатие подъемных пружин токоприемника, приведенное к верхним шарнирам рамы, принимают постоянным и обозначают P_0 ; вертикальные составляющие аэродинамических сил, действующие на токоприемник, - P_v .

Направление сил вверх принято положительным.

В проводимых дифференциальных уравнениях производные даны по времени $\dot{y} = dy/dt$; $\ddot{y} = d^2y/dt^2$ / если принять скорость движения поезда постоянной, то можно перейти к уравнениям в производных по пути:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = v \frac{dy}{dx}; \quad \frac{d^2y}{dt^2} = v^2 \frac{d^2y}{dx^2}.$$

В этих уравнениях $dx/dt = v$ – скорость движения токоприемника вдоль подвески.

Сумма сил, действующих в точке контакта, может быть представлена для режима без отрыва полза от провода уравнением

$$(m_k+m_T)y^{**}+j_k(y-y_k)+\Gamma_T(y^*-y_l^*)=P_0+P_B \quad (1)$$

где y – высота точки контакта относительно головки рельса или другой постоянной оси абсцисс; y_l – высота крышки локомотива относительно той же оси абсцисс; y_k – высота начального положения точки контакта при силе $P = 0$, т. е. при соприкосновении полоза и провода.

Зная стрелу провеса провода, длину струн и высоту точки подвеса несущего троса, можно найти $y_k(x)$.

Качество токосъема оценивают по контактному нажатию, которое может быть получено из уравнения

$$P=m_k y^{**}+j_k(y-y_k)+\Gamma_T y^* \quad (2)$$

Решив уравнения (1) и (2), можно построить траекторию точки контакта и кривую контактного нажатия. Для расчета даже простой контактной подвески (см. рис. 1, а) необходимо располагать данными, входящими в уравнения. При расчетах принимают некоторые усредненные значения, полученные из расчетов и экспериментов. Расчетную массу контактной подвески принимают по эмпирической формуле $m_k \approx g_k n_k + 22$. Здесь g_k – нагрузка от силы тяжести контактного провода, Н/м; n_k – число проводов.

Коэффициенты вязкого трения принимают равными 0,010 – 0,015 кН · с/м. В формулы (1) и (2) входит j_k – жесткость подвески, т. е. нажатие P , необходимое для подъема Δh_p провода в этой точке на единицу высоты $j_k = P/\Delta h_p$. Значение жесткости обратно так называемой эластичности η , т. е. $j_k = 1/\eta$, здесь η – подъем провода при приложении единицы силы: $\eta = \Delta h_p/P$. Жесткость и эластичность цепной подвески зависят от P и x . Зависимость $\Delta h_p(P)$ нелинейна относительно P . При решении приведенных выше уравнений надо или учитывать эту нелинейность, или, как это делают пока, заменять ее упрощенной зависимостью, полученной аппроксимацией $\Delta h_p(P)$.

Для токоприемников Л и Т при расчетах принимают соответственно:

приведенная масса токоприемников $m_T = 28$ кг; $m_L = 40$ кг;

статистическое нажатие с добавлением аэродинамической составляющей, $P_0 = 0,125$ кН; $P_B = 0,195$ кН;

эквивалентная жесткость токоприемников $j_T = 10$ кН/м; $j_L = 16$ кН/м;

амплитуда колебания $\omega_l = 8,98$ с⁻¹.

3. Исследование влияния параметров контактной подвески и токоприемника на качество токосъема

3.1. Жесткость подвески

Жесткость контактной подвески j_k является наиболее распространенным параметром, которым пользуются для оценки статической характеристики той или иной подвески. Определение j_k при экспериментальных исследованиях не является сложным, так как эта величина представляет собой

отношение силы P к перемещению контактного провода Δu_k , вызванному этой силой. Несмотря на то что при исследованиях динамики подвески принято пользоваться параметром \mathcal{J}_k , на практике достаточно часто вводят понятие эластичности контактной подвески η — величины, обратной \mathcal{J}_k .

Многообразие конструкций контактных подвесок, в которых используют различные принципы для увеличения или уменьшения жесткости в пролете, не позволяет находить этот параметр расчетом во всех случаях.

Даже в простых контактных подвесках значение \mathcal{J}_k определяется достаточно просто для всех точек пролета лишь тогда, когда опорные точки предусматриваются жесткими. При жестких опорных точках

$$\mathcal{J}_{k_x} = \frac{K}{x(1-x)}$$

где: K -натяжение контактного провода, кН

l - длина пролета, м;

x - продольная координата в пролете.

Введение дополнительного подрессоривания провода или системы подвешивания контактного провода в опорных точках требует изменения методики расчета \mathcal{J}_k .

Таблица 1

Контактная подвеска	$l, \text{м}$	Значения $\mathcal{J}_k, \text{Н/м}$	
		у опоры	в середине пролёта
С одним контактным проводом	55	215	195
	70	205	155
С двумя контактными проводами	55	350	290
	70	33	205

3.2 Приведенная масса

Масса контактной подвески распределенная, вдоль линии, и в уравнениях, в которых подвеска рассматривается в виде системы с распределенными параметрами, учитывается общей плотностью проводов, составляющих цепную подвеску.

Рассматривая контактную подвеску в виде дискретной системы для заданного интервала отсчета, вводят понятие приведенной массы подвески m_k .

Если рассматривать условную массу подвески при свободных колебаниях, то закон ее изменения вдоль пролета характеризуется кривой; максимальное значение массы имеет место у опор. Если же учитывать условную массу подвески как имеющую в точке контакта с токоприемником такую же скорость, что и контактный провод, и запас кинетической энергии, равный запасу энергии реальной

контактной подвески во всем пролете, то максимальное значение массы будет в середине пролета. При этом масса у опор в первом случае в несколько раз больше, чем в середине пролета, а во втором случае на 10 – 20% меньше.

В ходе множества экспериментов были получены следующие значения приведенной массы для некоторых контактных подвесок.

Таблица 2

Контактная подвеска	v, км/ч	l, м	Значения m_k , Н/м	
			у опоры	в середине пролёта
С одним контактным проводом	100	55	25-40	20-30
		70	25-35	25-30
	160	55	25-55	25-45
		70	30-45	25-35
С двумя контактными проводами	100	55	30-55	25-45
		70	30-45	30-40
	160	55	30-60	30-55
		70	40-55	30-45

3.
3
Статическая характеристика
токаприемника

Статическая характеристика токаприемника называется зависимость активного и пассивного статических нажатий от высоты полоза над уровнем его опущенного положения. Активное статическое нажатие P_1 - это приведенное к полозу нажатие, создаваемое подъемными пружинами и измеряемое в процессе увеличения высоты полоза, а пассивное P_2 - нажатие, измеряемое в процессе уменьшения высоты полоза. Статические нажатия создаются подъемными пружинами токаприемника.

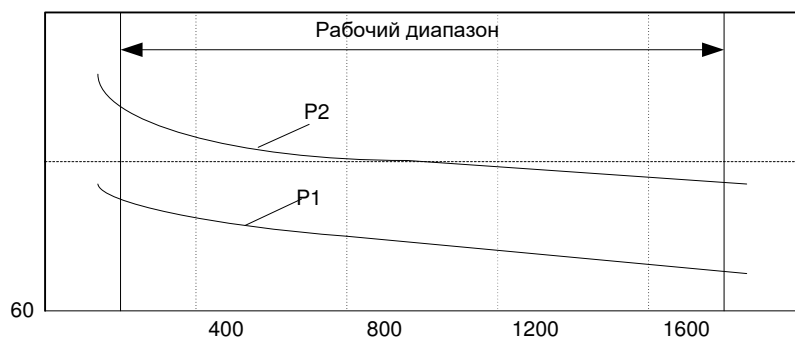


Рисунок 2 - Статическая характеристика токаприёмника

Статические характеристики токоприемников имеют вид сложных кривых (Рис 2), что объясняется изменением натяжения подъемных пружин по мере подъема или опускания подвижных рам и одновременным изменением плеч силы натяжения пружин относительно оси главных валов. Понятно, что идеальным видом статической характеристики были бы две горизонтальные прямые, что соответствует постоянству нажатия при любой высоте подъема полоза.

Поэтому одной из основных задач при конструировании токоприёмника является расчёт параметров подъёмного механизма, которые бы обеспечили удовлетворительное приближение характеристики к идеальной. Необходимое постоянство статического нажатия создается правильным выбором характеристики подъёмной пружины, радиуса рычага (устанавливаемого на главном валу), к которому крепится пружина, и угла γ между осью этого рычага и осью стержня нижних подвижных рам. Исходными расчётными величинами при этом являются длины стержней рычагов верхних и нижних подвижных рам, расстояние между главными валами, а также среднее статическое нажатие.

3.4 Приведённая масса токоприёмника

Наиболее распространённый метод экспериментального определения приведённой массы – по периоду свободных колебаний подвижных рам, подвешенных за верхний шарнир к неподвижному кронштейну над токоприёмником посредством пружины с известной характеристикой:

$$m = T^2 c / 4\pi^2 ,$$

где T - период свободных колебаний, с;

c – жёсткость пружины, Н/м.

В токоприёмниках пантографного типа, особенно однополосных, близкие к действительным получаются значения приведённой массы, определённые по приведённой силе тяжести токоприёмника G (на время измерений подъёмные и опускающие пружины должны быть отключены): $m = G/g$ (здесь g – ускорение силы тяжести). Это позволяет при проектировании токоприёмников указанного вида ограничиться расчётом весовой характеристики (зависимости приведенной силы тяжести от высоты подъёма полоза).

Приведённая сила тяжести токоприёмника, представляющая собой сумму силы тяжести полоза и приведённой к верхнему шарниру силы тяжести верхних и нижних подвижных рам, рассчитать несложно [3]. Допустимое значение приведенной массы устанавливают экспериментально, серией поездок с токоприёмниками разной приведенной массы (в диапазоне от 24,5 до 43 кг) по участкам контактной подвески с разными стрелами провеса контактного привода и с различными натяжениями проводов.

3.4 Сухое и вязкое трение

Сила сухого трения W_2 токоприемника, как и все другие параметры, выражается силой, приведенной к верхнему шарниру токоприемника. Величина W_2 определяется конструктивным выполнением узлов токоприемника (главным образом шарниров) и существенно зависит от перекоса элементов токоприемника.

Перекося токоприёмника возникает при повреждении рам, а также при большой разнице высот в опорных точках. Влияние перекося на W_2 можно уменьшить, если исключить избыточные связи в конструкциях токоприёмников применением статически определимых систем.

При определении статических характеристик токоприёмников обычно снимаются две характеристики – для активной составляющей (при перемещении токоприёмника вверх) $P_1 = P_0 - W_2$ и пассивной составляющей (при перемещении вниз) $P_2 = P_0 + W_2$. Разница двух составляющих нажатия на каждой рабочей высоте позволяет определить $2W_2$ или иметь функцию $2W_2(H)$. Согласно ГОСТ 12058-72 $2W_2$ не должно превышать 19,6 и 24,5Н соответственно для токоприёмников лёгкого и тяжёлого типов. Некоторое превышение указанных значений можно допустить в токоприёмниках специального назначения. В частности небольшое увеличение $2W_2$ наблюдается в авторегулируемых токоприёмниках. Допустимые значения W_2 определяют исходя из того, что активная и пассивная составляющая нажатия должны иметь незначительное отклонение от оптимального значения P_0 , которое выбирают исходя из оптимального износа контактирующих элементов. При этом, однако, учитывают, что наличие сухого трения является полезным для диссипации избыточной энергии при механическом взаимодействии токоприёмников с контактными подвесками.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что оптимальные значения коэффициента γ_T могут составлять в зависимости от конструкции верхнего узла токоприёмника 40-80 Н*с/м

3.5 Аэродинамическая характеристика

Аэродинамической характеристикой токоприемника называется зависимость подъемной силы токоприемника, вызываемой воздействием на него встречного воздушного потока, обтекающего движущийся Э.П.С., от скорости движения потока на уровне полоза.

Аэродинамическая подъемная сила токоприёмника зависит не только от конфигурации и размеров отдельных элементов подвижной системы токоприёмника (полозов, стержней, шарниров) и скорости воздуха, но и от направления встречного воздушного потока. Последнее определяется направлением ветра относительно пути, формой кузова локомотива, удалением токоприёмника от его лобовой стенки и расположением крышевого оборудования. Поэтому аэродинамическая характеристика токоприёмника не остаётся одинаковой для различных условий применения. При расчётах механического взаимодействия токоприёмников и контактной подвески можно использовать

аэродинамическую характеристику, полученную продуванием токоприёмника в аэродинамической трубе встречным воздушным потоком, т.е. при углах атаки, равных нулю.

В том случае, когда токоприёмник был испытан в аэродинамической трубе в целом виде (что позволяли размеры трубы) и при разных углах атаки α во встречном потоке воздуха и β в поперечном потоке, определение подъёмных сил токоприёмника при известных для линейных условий углах α и β и скоростях ветра не представляет никакой сложности. В практике же, однако, из-за недостаточности размеров аэродинамических труб часто ограничиваются продувкой отдельных элементов токоприёмников, при которых определяют их коэффициенты подъёмной силы c_y и лобового сопротивления c_x для двух направлений потока – встречного и бокового – при разных углах атаки α и β . Располагая экспериментальными значениями этих коэффициентов можно рассчитать аэродинамическую подъёмную силу P_y' и лобовое сопротивление P_x' любого элемента во встречном воздушном потоке (в ньютонах):

$$P_y' = 0,5c_y' \rho v_1^2 s'$$

$$P_x' = 0,5c_x' \rho v_1^2 s'$$

где: c_y' - коэффициент подъёмной силы во встречном воздушном потоке;

c_x' - коэффициент лобового сопротивления;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

v_1 - скорость встречного воздушного потока, м/с;

S' - площадь миделевого сечения, м².

Плотность воздуха ρ (отношение массы к объёму)

$$\rho = 0,3553 \frac{P}{\Theta} \quad (20)$$

где: $P_{ат}$ - атмосферное давление, гПа;

Θ - температура воздуха, К.

4. Описание программного комплекса ModKSiT

Данная программа разработана на базе приложения Microsoft Office Excel 2013, что является последней, на момент создания, версией. Microsoft Office — [Офисный пакет приложений](#), созданных корпорацией [Microsoft](#) для [операционных систем Microsoft Windows](#), [Apple Mac OS X](#) и [Apple iOS](#) (на iPad). В состав этого пакета входит программное обеспечение для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др. Microsoft Office является сервером [OLE](#) объектов и его функции могут использоваться другими приложениями, а также самими приложениями Microsoft Office. Поддерживает скрипты и макросы, написанные на [VBA](#). [Microsoft Excel](#) — [табличный процессор](#). Поддерживает все необходимые функции для создания электронных таблиц любой сложности, позволяет производить сложные математические операции, выводить результаты в виде диаграмм и графиков. Занимает ведущее положение на рынке. Последняя версия

использует формат [OOXML](#) с расширением «.xlsx», более ранние версии использовали двоичный формат с расширением «.xls». Так же хотелось бы отметить, что данное приложение является одним из самых легких в освоении, благодаря интуитивному интерфейсу и системе координирования пользователя. Программа ModKSiT состоит из десяти страниц. Рассмотрим каждую из них более детально.

4.1 ГЛАВНАЯ

Страница состоит из двух заголовков, одного блока для редактирования и девяти активных клавиш, для координации по программе и быстрому переходу к нужной странице. На блоке и всех кнопках с текстовым отражением финала перехода имеется пояснение их действия. Пояснение выполнено в виде всплывающего окна, активация которого происходит после наведения и секундной задержки курсора мыши на интересующей нас кнопке или блоке.

Блок, зеленого цвета, расположенный в левом верхнем углу экрана, отражает дату выполнения работы. Для установки текущей даты необходимо кликнуть левой клавишей мыши по установленной дате, ввести текущую дату выполнения, в формате дд.мм.гггг, после чего нажать клавишу Enter.

Кнопки активируются кратковременным нажатием на левую клавишу мыши, после чего происходит переход к выбранной странице. Стоит отметить, что кнопки с графическим отражением финала перехода примечаний не имеют.

4.2 ПАРАМЕТРЫ

Страница состоит из четырех заголовков, шести блоков для редактирования, трех блоков с автоматически задаваемыми параметрами, десяти пояснений и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. Для задания необходимого параметра необходимо кратковременно кликнуть на его численное значение и руководствуясь пояснением, располагающимся справа от блока, ввести необходимое нам значение. После чего, нажать клавишу Enter.

Страница состоит из двух заголовков, семи информирующих блоков, трех графиков перемещения точки контактного нажатия и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице отражаются результаты вычислений координаты контактного провода и траектории точки контактного нажатия. Так же здесь присутствуют результаты вычисления результирующей силы взаимного

воздействия контактной подвески и токоприемника. Все результаты наглядно отображены в графиках с заголовками и подписями по осям.

Для вывода результатов расчета на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.4 КОНТАКТНОЕ НАЖАТИЕ

Страница состоит из двух заголовков, четырех информирующих блоков, двух графиков силы контактного нажатия и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице отражаются результаты вычислений силы контактного нажатия. Все результаты наглядно отображены в графиках с заголовками и подписями по осям. Для вывода результатов расчета на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.5 ЖЕСТКОСТЬ КП

Страница состоит из трех заголовков, пяти информирующих блоков, графика распределения жесткости контактной подвески вдоль пролетов и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице отражаются результаты вычислений жесткости контактной подвески. Все результаты наглядно отображены в графиках с заголовками и подписями по осям. Для вывода результатов расчета на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.6 СХЕМА КП

Страница состоит из заголовка, графического изображения схемы контактной подвески в двух состояниях, пояснительного блока, и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице изображена схема контактной подвески в двух состояниях (нагруженном и ненагруженном) с основными параметрами и подписями. Для вывода схемы контактной подвески на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.7 ГРАФ МОДЕЛЬ

Страница состоит из заголовка, графического изображения модели динамического взаимодействия контактной подвески и токоприемника в двух типах, пояснительного блока, и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице изображена модель динамического взаимодействия контактной подвески и токоприемника в двух типах (без учета подрессоривания полоза и с учетом) с основными параметрами и подписями. Для вывода модели динамического взаимодействия на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.8 СХЕМА ТП

Страница состоит из заголовка, графического изображения схемы токоприемника в двух видах, пояснительного блока, и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице изображена схема токоприемника в двух видах (общий и кинематический) с основными параметрами и

подписями. Для вывода схемы токоприемника на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.9 МОДЕЛЬ ТП

Страница состоит из заголовка, графического изображения модели токоприемника в двух видах, пояснительного блока, и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице изображена модель токоприемника в двух видах (двухмассовая и трехмассовая) с основными параметрами и подписями. Для вывода модели токоприемника на печать необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel.

4.10 РАСЧЕТНЫЙ ЛИСТ

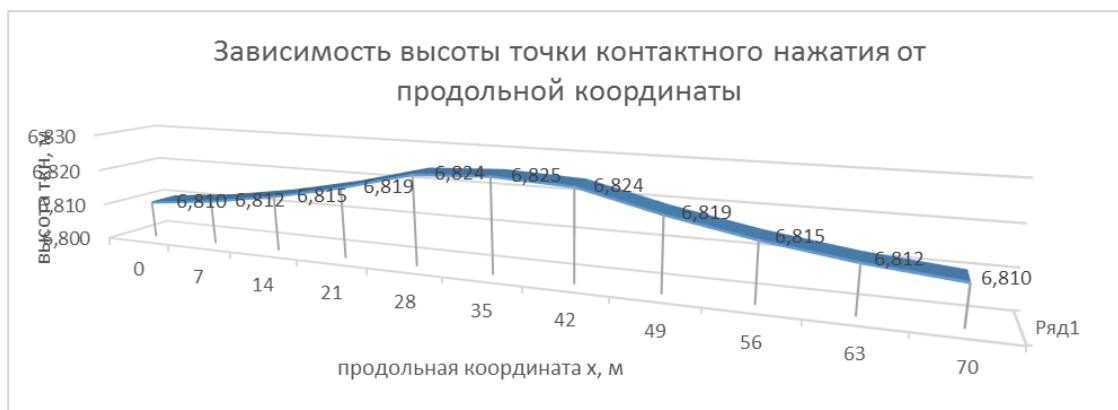
Страница состоит из таблицы и кнопки – стрелки, для перехода на главную страницу. На данной странице расположена таблица для всех, существующих в программе расчетов и параметров. Все ячейки защищены от редактирования, так как снабжены сложными формулами, от которых напрямую зависит функционал программы. При необходимости редактирования следует обратиться к администратору за паролем. В случае сбоя или искажения содержимого ячеек, программа будет работать не корректно и применять ее для исследования динамического взаимодействия контактной подвески и токоприемника нельзя. Для вывода расчетного листа на печать, без отображения формул, необходимо нажать кнопку «печать» на панели управления Microsoft Excel. Если есть необходимость вывести на печать расчетный лист с отображением формул, необходимо обратиться к администратору программы за паролем.

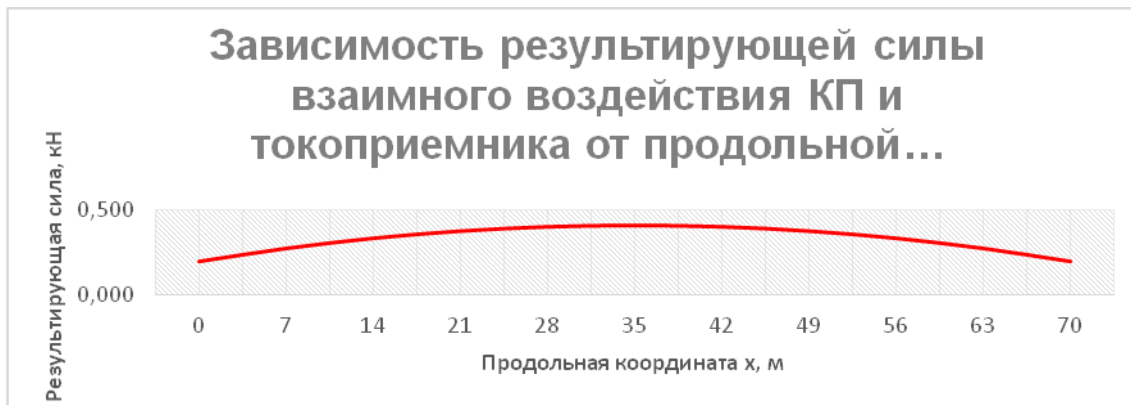
5. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Цель работы – Исследовать динамическое взаимодействие КП и токоприемника, изменение силы контактного нажатия и точки контактного нажатия в разных точках пролета при различных скоростях движения и различных параметрах токоприемника и контактной подвески.

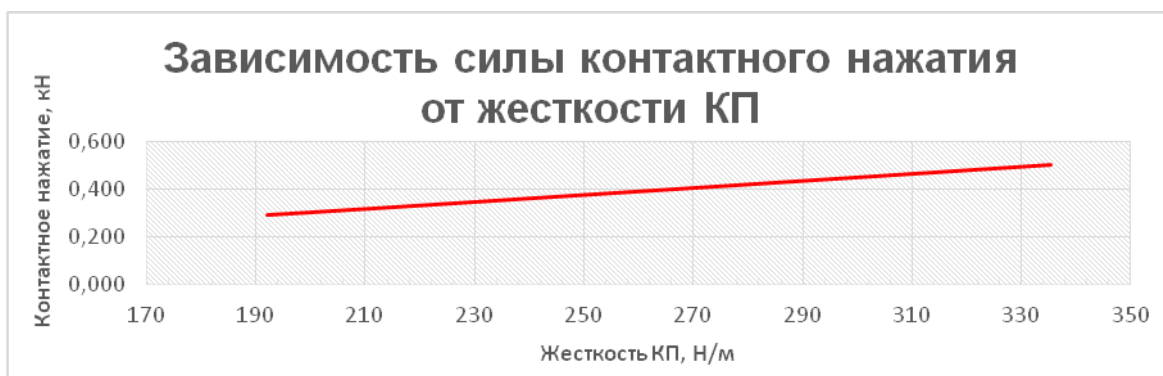
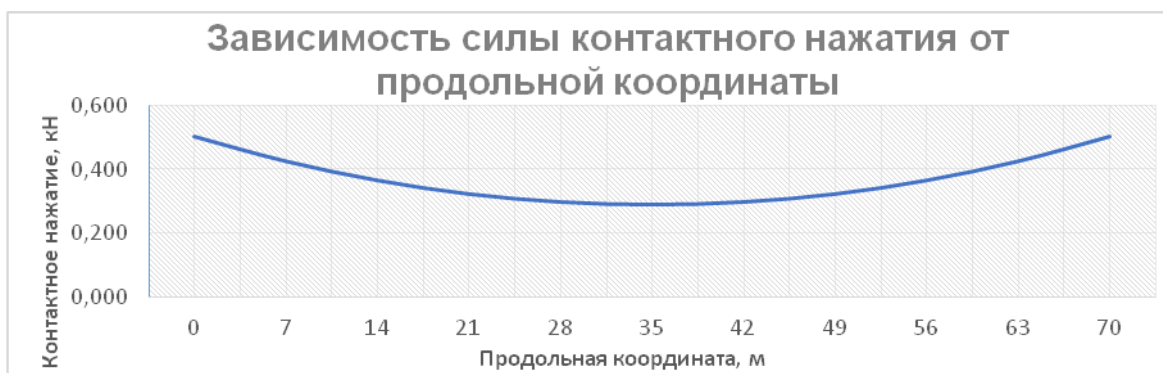
Примерные результаты исследования:

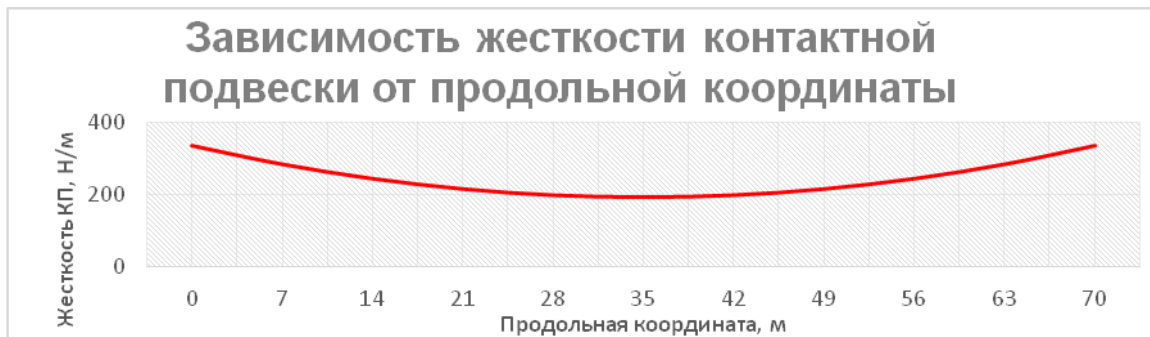
1. Исследования траектории точки контактного нажатия





1. Исследование силы контактного нажатия.





2. Данные результатов исследования.

РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ КП				РАСЧЕТ КОНТАКТНОГО НАЖАТИЯ				РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ТОЧКИ КОНТАКТА						
ШАГ		ЗНАЧЕНИЯ		ФОРМУЛА КОНТАКТНОГО НАЖАТИЯ				ФОРМУЛА ТРАЕКТОРИИ ТОЧКИ КОНТАКТА						
среднее значение	результир. значения	у опоры	результир. значения	$P = m_k \ddot{y} + z_k (y - y_k) + r_k \dot{y}$				$(m_k + m_r) \ddot{y} + z_k (y - y_k) + r_k (\dot{y} - \dot{y}_k) = P_o + P_p$						
количество шагов (чет)	результир. значения	в середине пролета	результир. значения	КОНТАКТНОЕ НАЖАТИЕ	ПРИВЕД. МАССА КП	КОЭФ.ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ	изменение высоты контактного подъема провода Δy	параметры токоприемника			траектория ТКН		Результирующая сила	
26	52	335	335	0,504	29,12	0,01	0,010	приведенная масса	0,050	аэрод. составляющая	0,010	450,2923	6,810	0,200
29	17	206	198	0,426	расстояние от головки рельса до КП без ТП, м	Расстояние от головки рельса до крышки локомотива, м	0,012	0,052	0,050	0,012	410,9137	6,812	0,277	
10	6	206	198	0,366	расстояние от головки рельса до КП без ТП, м (y)	Расстояние от головки рельса до крышки локомотива, м (y _к)	0,010	0,092	0,050	0,015	371,5351	6,815	0,337	
подшаг	-6	координата x	192	0,324			0,012	0,012	значение	0,120	0,019	0,019	332,1564	6,819
11,5	-17	7	244	0,299	6,8	5,3	0,015	40	0,138	0,024	0,024	312,0813	6,824	0,405
кратность вычисления массы КП	-40	7	244	0,299	6,8	5,3	0,024		0,143	0,025	0,025	304,786	6,825	0,413
28	35	335	335	0,366	y	y	0,024		0,138	0,024	0,024	312,0813	6,824	0,405
28	35	335	335	0,426			0,019	0,019	0,052	0,012	0,012	0,012	410,9137	6,812
скорость локомотива	42			0,504	0,1143	0,0131	0,015	0,050	0,010	0,010	450,2923	6,810	0,200	
80	49				0,1371	0,0188	0,012							
	56				0,1714	0,0294	0,010							
	63				0,2171	0,0472								
	70				0,2743	0,0752								
					0,2857	0,0816								
					0,2743	0,0752								
					0,2171	0,0472								
					0,1714	0,0294								
					0,1371	0,0188								
					0,1143	0,0131								

Контрольные вопросы:

- 1) Что из себя представляет сухое и вязкое трение? В контактной подвеске? В токоприемнике?
- 2) Что такое приведенная масса контактной подвески? Токоприемника?
- 3) Что такое жесткость, эластичность контактной подвески?
- 4) За счет чего уменьшается влияние динамической составляющей при прохождении токоприемника по жестким точкам и сосредоточенным массам?
- 5) Что такое автоколебания контактной подвески и токоприемника?
- 6) Какие бывают модели динамического взаимодействия контактной подвески и токоприемника?
- 7) Определение жесткости и эластичности подвески;

- 8) Физический смысл статической характеристики токоприемника;
- 9) Основные критерии оценки качества токосъема;
- 10) Влияние длины рессорного троса на жесткость подвески;
- 11) Факторы определяющие контактное нажатие;
- 12) Виды износа контактного провода.

Литература

1. Марквардт К.Г. «Контактная сеть» М., Транспорт, 1994.
2. Беляев И.А., Вологин В.А. «Взаимодействие токоприемников и контактной сети» М., Транспорт, 1983.
3. Дворецкий С.И. и др. «Моделирование систем» Образовательно-издательский центр «Академия», 2009.

РАСЧЕТ ЖЕСТКОСТИ КП				РАСЧЕТ КОНТАКТНОГО НАЖАТИЯ				РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИИ ТОЧКИ КОНТАКТА							
ШАГ		ЗНАЧЕНИЯ		ФОРМУЛА КОНТАКТНОГО НАЖАТИЯ											
среднее значение	результ. значения	у опоры	результ. значения	$P = m_k \ddot{y} + j_k (y - y_k) + r_k \dot{y}$				$(m_k + m_T) \ddot{y} + j_k (y - y_k) + r_T (\dot{y} - \dot{y}_k) = P_o + P_B,$							
26	52	335	335	КОНТАКТНОЕ НАЖАТИЕ	ПРИВЕД. МАССА КП	КОЭФ.ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ	изменение высоты подъема контактного провода Ду	параметры токоприемника				траектория ТКН		Результующая сила	
количество шагов (чет)	40	в середине пролета	284					0,504	29,12	0,01	приведенная масса ТП, кг	0,050	аэрод. составляющая	0,010	450,29
	29		244	0,426	расстояние от головки рельса до КП без ТП, м (у)	Расстояние от головки рельса до крышки локомотива, м (Ук)	0,010	0,052	0,012	410,91		6,81		0,277	
	17		215					0,366	0,012	значение	0,092	0,050	0,015	371,53	6,81
10	6	206	198	0,324	0,015	0,019	40	0,120	0,024		0,019	332,15	6,81	0,380	
подшаг	-6	координата х	192	0,299				0,015		0,138	0,024	0,024	312,08	6,82	
	-17		198	0,291	0,019	0,143	0,024	0,024	304,78	6,82	0,413				
кратность вычисления массы КП	11,5	0	215	0,299	6,8	5,3	0,024	0,138	0,024	0,024	312,08	6,82	0,405		
	кратность вычисления массы КП	-40	7	244				0,299		у	ÿ	0,138	0,024		0,024
		-52	14	284	0,324	0,025	0,120	0,019	332,15			6,81		0,380	
			21	335	0,366	0,024	0,092	0,015	371,53			6,81		0,337	
		28		0,426			0,019	0,052	0,012	410,91	6,81	0,277			

