

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Проектирование электрического оборудования электрического
транспорта**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт

Форма обучения: Очно-заочная

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

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег
Евгеньевич
Дата: 19.04.2023

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Проектирование электрического оборудования электрического транспорта» является:

- изучить принцип работы, теорию и конструкцию электрического оборудования, о современных и перспективных технических решениях в области тягового электрооборудования электрического подвижного состава (ЭПС) для научно-исследовательской и производственно-технологической деятельности.

Задачами освоения учебной дисциплины «Проектирование электрического оборудования электрического транспорта» является:

- освоение поиска и проверки новых технических решений по совершенствованию электрического оборудования подвижного состава;

- освоение анализа поставленных исследовательских задач в областях проектирования и ремонта электрического оборудования подвижного состава на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации;

- освоение типовых методов расчета и проектирования элементов и устройств электрического оборудования, разработка и внедрение технологических процессов обслуживания и ремонта тяговых аппаратов, технического контроля и испытания продукции.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен, используя знания об особенностях функционирования деталей и узлов подвижного состава, осуществлять монтаж, испытания, техническое обслуживание и ремонт его основных элементов и устройств;

ПК-2 - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов производства и эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

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

Знать:

условия эксплуатации, теорию работы основных видов электрооборудования электрического подвижного состава, тяговых электроаппаратов, их конструкцию и эксплуатационные характеристики

Уметь:

использовать полученные знания в производственно-технологической и организационно-управленческой видах деятельности при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте электрооборудования электрического подвижного состава

Владеть:

навыками выбора и расчета параметров электрического оборудования ЭПС, методами проектирования, технического обслуживания, ремонта и испытаний тягового электрооборудования

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

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

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №9
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	24	24
В том числе:		
Занятия лекционного типа	8	8
Занятия семинарского типа	16	16

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 84 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или)

лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Классификация электрооборудования электрического транспорта. Назначение электрооборудования и области его применения. Влияние параметров тяговых аппаратов на технический и эксплуатационный уровень подвижного состава. Безопасность эксплуатации тягового электрооборудования ЭПС. Значение тяговых электроаппаратов в обеспечении безопасности движения поездов. Перспективы совершенствования тяговых аппаратов. Предмет и задачи курса. Особенности условий работы тяговых электроаппаратов и их отличие от аппаратов общетехнического назначения. Уровни эксплуатационных возмущений и нестабильностей: нагрузок, напряжений, температур, давлений. Влияние динамических электромагнитных и механических процессов на работу электрооборудования. Основные элементы аппаратов: электромеханические, ферромагнитные, электронные; их свойства. Подразделение аппаратов по функциональному принципу. Классификация и структура коммутационных аппаратов. Требования ГОСТ 9219-88 к тяговым электрическим аппаратам.</p>
2	<p>Токоведущие узлы электрических аппаратов, их проектирование. Основные виды контактов: точечные, линейные, поверхностные; их характеристики и свойства. Переходные сопротивления контактов и их зависимость от материала, размеров, нажатия контактных деталей. Тепловые постоянные контактов, удельные плотности тока: поверхностная, линейная, по нажатию. Предельные токи. Электротермическая и электродинамическая устойчивости контактов. Притирание и провал контактов различных типов. Притирающие устройства. Износ контактных деталей и определение их ресурса. Расчет и проектирование контактных узлов тяговых аппаратов. Определение ресурса коммутационных контактов.</p>
3	<p>Электрическая дуга и дугогашение в тяговых аппаратах Основные свойства и характеристики электрической дуги постоянного тока. Анализ процессов размыкания электрических цепей ЭПС и роль дуги как средства снижения коммутационных перенапряжений. Электрическая дуга как случайный процесс и методы оценки её числовых характеристик. Статические и динамические вольтамперные характеристики дуги. Критическая длина дуги. Процессы, протекающие в дуге переменного и пульсирующего тока. Принципы воздействия на дугу. Виды дугогашения. Расчет параметров и проектирование дугогасительных устройств. Дугогасительные камеры, показатели их эффективности.</p>
4	<p>Приводы электрических аппаратов, их проектирование.. Виды приводов тяговых электроаппаратов, условия их работы в требования, предъявляемые к ним. Силы и моменты, возникающие</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	при работе привода; приведенные массы и моменты, возникающие при работе привода; приведенные массы и моменты инерции подвижной системы. Статика и динамика приводов тяговых аппаратов. Определение времени срабатывания.
5	<p>Защита электрического оборудования ЭПС. Параметрическое электрооборудование ЭПС. Токосъем на ЭПС и аппаратура для его обеспечения. Вспомогательное электрооборудование ЭПС</p> <p>Содержание. Принципы защиты электрооборудования ЭПС. Защита как автоматическое ограничение свободных процессов. Возможности защиты при предупреждении и ограничении неисправностей. Основные требования к аппаратам защиты: чувствительность, быстродействие.</p> <p>Параметрическое электрооборудование ЭПС. Области применения резисторов в тяговом электрооборудовании локомотивов. Типы резисторов и их основные характеристики. Нормализация элементов резисторов. Тепловые процессы в резисторах и их тепловые характеристики. Тепловая мощность резисторов. Резисторы с принудительным охлаждением и резисторные агрегаты. Принципы теплового расчёта резисторов.</p> <p>Виды реакторов, применяемых в оборудовании ЭПС. Требования к реакторам, индуктивным шунтам, защитным реакторам; их параметры и характеристики. Принципы расчета реакторов различных назначений. Примеры применяемых конструкций.</p> <p>Типы конденсаторов, применяемых в оборудовании ЭПС; требования к ним. Меры обеспечения электробезопасности конденсаторных установок ЭПС. Конденсаторы компенсаторов реактивной мощности.</p> <p>Условия работы токоприемников ЭПС и требования к токоприемникам для верхнего и нижнего токосъема. Статические и динамические характеристики токоприемников. Обеспечение стабильности нажатия. Особенности токосъема при высоких скоростях движения. Аэродинамические воздействия на токоприемник.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Классификация тяговых аппаратов.</p> <p>Тяговые электрические аппараты, их классификация. Условия работы электрического оборудования. Габаритные ограничения, определение коэффициентов запаса по изменению напряжения, давления сжатого воздуха.</p> <p>Воздействие механических факторов внешней среды в части вибрации и ударных нагрузок, оговоренных группами М25, М26, М27 по ГОСТ 17516.1</p> <p>Уровни эксплуатационных возмущений и нестабильностей: нагрузок, напряжений, температур, давлений.</p>
2	<p>Токоведущие элементы и узлы тяговых аппаратов нагревание и охлаждение токоведущих деталей..</p> <p>Расчет температуры нагрева токоведущих деталей.</p> <p>Решение уравнения нагревания и охлаждения. Расчет голых и изолированных</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	шин и проводников на нагревание. Определение необходимого сечения токоведущих деталей.
3	<p>Конструкция электрических соединений.</p> <p>Определение коэффициента формы сечения проводников. Расчет проволочных и шинных катушек. Расчет контактов и контактных элементов. Расчет стыковых контактов, коммутирующих контактов цепей управления, расчет поверхностных контактов. Определение кинематики контактов. Износ контактов и расчет эрозионного износа. Снижение износа контактов.</p>
4	<p>Дуга и дугогашение в тяговых аппаратах.</p> <p>Электрическая дуга, ее характеристики и свойства. Определение перенапряжений при обрыве электрической дуги. Расчет мощности потерь в створе электрической дуги. Определение параметров дугогасительных устройств. Шунтирование дуги резистором определение параметров резистора и его расчет. Дугогашение на постоянном и переменном токе. Расчет элементов дугогасительных устройств (дугогасительные рога, дугогасительные камеры, дугогасительные решетки, дугогасительные катушки).</p>
5	<p>Расчет сил, действующих на привод.</p> <p>Виды приводов тяговых электроаппаратов. Условия работы приводов тяговых электроаппаратов и требования, предъявляемые к ним. Расчет сил, действующих на привод. Статические характеристики приводов. Расчет сил и моментов, возникающие при работе привода; приведенные масса и моменты инерции подвижной системы. Решение уравнений движения приводов, определение времени включения и выключения аппарата.</p>
6	<p>Пневматический привод тяговых аппаратов.</p> <p>Свойства и конструктивные особенности пневматических приводов различных типов. Тяговые диаграммы включения и выключения индивидуальных пневматических контакторов. Анализ тяговых диаграмм и их зависимостей от параметров аппаратов. Примеры аппаратов с индивидуальным пневматическим приводом: электровозов ВЛ10, ВЛ11, ЧС4, ЧС7, ВЛ85 и др. Электропневматические вентили как элементы управления пневматическими приводами. Типы и характеристики вентиляей.</p>
7	<p>Электромагнитный привод тяговых аппаратов.</p> <p>Э.П.С. постоянного тока (Контроллер машиниста) Контроллер машиниста — аппарат комплексного управления движением ЭПС, предназначенный для управления аппаратами силовых цепей в режимах пуска, движения и электрического торможения. В контроллерах кулачкового типа замыкание и размыкание контактов происходит за счет взаимодействия элемента и шайбы на валу. Этот тип контроллера нашел широкое распространение на ЭПС различных серий.</p>
8	<p>Двигательный привод групповых тяговых аппаратов.</p> <p>Тяговые аппараты с двигательным групповым приводом. Принцип работы электродвигательных приводов групповых коммутационных аппаратов. Способы обеспечения точной фиксации позиций. Механизмы прерывистого вращения. Определение необходимых передаточных отношений и мощности двигателя привода. Системы управления электродвигателем привода.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	Пример приводы электровозов ВЛ60 и ВЛ80. Принцип работы приводов с пневматическими двигателями. Примеры их выполнения на электровозах ЧС2, ЧС4.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим работам.
2	Работа с лекционным материалом, рекомендованной литературой.
3	Самостоятельное изучение разделов дисциплины.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Выполняется курсовая работа на тему " Расчет и проектирование тягового электрического аппарата" (электropневматического, электромагнитного контактора, либо другого коммутационного аппарата).

Вариативность заданий на курсовое проектирование обеспечивается несколькими параметрами: величиной номинального тока, значением рабочего напряжения, наличием или отсутствием и типом системы дугогашения, типом привода: пневматический или электромагнитный. Количество вариантов может достигать несколько десятков.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Системы управления электрическим подвижным составом А.В. Плакс Однотомное издание Маршрут , 2005	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
1	Тяговые электрические аппараты В.В. Литовченко, А.И. Чумоватов; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание МИИТ , 2003	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Методические указания к выполнению лабораторного практикума по дисциплине "Электрооборудование ЭПС" раздел "Тяговые электрические аппараты" для студентов специальностей "Электровозы и электропоезда" и "Электровозостроение" О.С. Назаров, В.Н. Ротанов; МИИТ. Каф. "Электрическая тяга" Однотомное издание	НТБ (уч.3)

	МИИТ , 1992	
3	Тяговые электрические аппараты Д.Д. Захарченко Однотомное издание Транспорт , 1991	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)

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

<http://library.miiit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

<http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

<http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

Система автоматизированного проектирования Autocad

Система автоматизированного проектирования «Компас»;

Специализированная программа Mathcad.

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

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория, оборудованная аудиовизуальными средствами обучения.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 9 семестре.

Курсовая работа в 9 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Электропоезда и локомотивы»

В.В. Литовченко

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ
Председатель учебно-методической
комиссии

О.Е. Пудовиков

С.В. Володин