

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
27.03.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические и электронные аппараты

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Автоматизация управления системами
электрооборудования. Для студентов КНР

Форма обучения: Очная

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

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 3221
Подписал: заведующий кафедрой Шевлюгин Максим
Валерьевич
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью преподавания дисциплины “Электрические и электронные аппараты” является освоение студентами конструктивного выполнения коммутационных электрических аппаратов тяговых и трансформаторных подстанций, их принципом действия и основными энергетическими характеристиками, основами эксплуатации и методами выбора при проектировании тяговых и трансформаторных подстанций.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен осуществлять оперативное, производственно-технологическое и организационно-экономическое управление энергоснабжением предприятия, оптимизацию работы энергетического оборудования и режимов производства и потребления электроэнергии с использованием автоматизированных систем.

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

Знать:

конструктивное выполнение коммутационных электрических аппаратов распределительных устройств всех напряжений постоянного и переменного тока

Уметь:

осуществлять выбор электрических коммутационных аппаратов

Владеть:

принципами построения схем главных электрических соединений коммутационных аппаратов тяговых и трансформаторных подстанций

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами,

привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

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 80 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	Общие сведения об электрических аппаратах. Рассматриваемые вопросы: Параметры и характеристики электрических аппаратов, предопределяющие их выбор и применение. Номинальные параметры и режимы работы. Параметры, характеризующие надежность работы аппаратов. Коммутационная и механическая износостойкость. Коммутационная способность. Стойкость аппарата к сквозным токам, перегрузкам и характеризующие работу аппарата во времени (быстродействие).
2	Электродинамическая стойкость. Рассматриваемые вопросы: Основные понятия и общие закономерности, позволяющие определять электродинамические силы. Методы расчета. Определение направления действия этих сил. Электродинамические силы при переменном токе. Механический резонанс. Электродинамическая стойкость электрического аппарата.
3	Коммутационный и механический износ контактов. Рассматриваемые вопросы: Основные понятия и термины, относящиеся к контактным соединениям. Параметры и характеристики контактных соединений. Виды контактных соединений. Коммутационный и механический износ

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	контактов. Причины, влияющие на износ контактов при включении и отключении тока. Дребезг (вибрация) контактов и способы борьбы с ним. Электродинамические силы, вызывающие отброс контактов, и методы их компенсации. Материалы для электрических контактов. Основные конструкции контактных систем аппаратов.
4	<p>Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Активные потери энергии в токоведущих, ферромагнитных и изоляционных частях электрических аппаратов. Отдача теплоты от нагретых частей аппарата путем теплопроводности, конвекции и теплового излучения. Теплоотдача в установившемся режиме работы аппарата. Изменение температуры частей аппаратов во времени в процессе нагрева и охлаждения (включение, отключение, кратковременный и повторно-кратковременный режимы работы). Нагрев аппаратов при коротком замыкании. Допустимые температуры нагрева для различных частей аппаратов.</p>
5	<p>Электромагниты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного токов. Согласование тяговых характеристик электромагнитов и механических характеристик аппаратов. Вибрация якоря электромагнита переменного тока и пути ее устранения. Процессы срабатывания и отпускания электромагнитов. Способы ускорения и замедления этих процессов.</p>
6	<p>Электрические аппараты управления и автоматики.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Классификация аппаратов управления, их основные группы. Командоаппараты. Основные понятия и определения. Назначение, устройство и применение кнопок, кнопочных постов, универсальных переключателей, командоконтроллеров, путевых и конечных выключателей. Контроллеры. Основные понятия и определения. Назначение, конструктивные исполнения и области применения. Реостаты. Основные понятия и определения. Классификация реостатов и их применение. Контактторы и пускатели. Основные понятия и определения. Назначение, принцип действия и категории применения контакторов постоянного и переменного токов. Требования, предъявляемые к контакторам.</p>
7	<p>Электромагнитные реле.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Электромагнитные реле тока и напряжения, их устройство, принцип действия. Коэффициент возврата и способы увеличения его. Схемы включения реле тока для защиты электродвигателей и энергосистем. Электромагнитное реле времени. Принцип действия, устройство, способы регулирования выдержки времени при втягивании и отпуске якоря реле. Применение для схем пуска двигателей в функции времени, для схем автоматизации технологических процессов. Тепловые реле. Принцип действия. Применение для защиты энергетического оборудования от токовых перегрузок, в составе магнитных пускателей.</p>
8	<p>Электронные аппараты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <p>Полупроводниковые электрические аппараты управления. Релейный режим работы полупроводникового усилителя. Полупроводниковые реле тока, напряжения и времени. Бесконтактные коммутирующие устройства на основе тиристоров (тиристорные пускатели и станции управления), преимущества и недостатки по сравнению с контактными, область применения. Особенности выбора тиристорных пускателей. Применение микропроцессоров в схемах автоматического управления. Согласование органов управления коммутационных аппаратов с системами микропроцессорного управления.</p>

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	<p>Электрические контакты и электродинамическая стойкость.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Электродинамические силы взаимодействия между параллельными проводниками круглого сечения, между прямоугольного сечения, между взаимно-перпендикулярными проводами. Силы, действующие на перемычку П-образного и Z-образного контуров. Силы, действующие на кольцевой виток. Силы, возникающие в месте изменения сечения проводника. Силы взаимодействия между проводником тока и ферромагнитными массами.</p>
2	<p>Нагрев электрических аппаратов и магнитные системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Термическая стойкость. Понятие о выборе электрического аппарата, исходя из требуемой термической стойкости. Обмотки электромагнитов. Виды обмоток. Порядок расчета обмоток электромагнитов.</p>
3	<p>Электрические аппараты управления и автоматики. Резисторы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Выбор резисторов, исходя из допустимых бросков пускового тока, и температура резистора. Выбор реостатов, исходя из мощности, напряжения питания, условий пуска и характера изменения нагрузки при пуске двигателя.</p>
4	<p>Электрические аппараты управления и автоматики. Пускатели</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Схемы включения пускателей. Выбор контакторов и пускателей в соответствии с характером нагрузки, эксплуатации и требуемым сроком службы.</p>
5	<p>Электрические аппараты управления и автоматики. Поляризованные реле. Тепловое реле.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Устройство, принцип действия, параметры и характеристики. Применение в схемах автоматики. объекта. Выбор тепловых реле в соответствии с параметрами защищаемого объекта.</p>
6	<p>Аварийные режимы работы электроустановок.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Основные термины и определения. Параметры, характеризующие аварийные режимы электроустановок.</p>
7	<p>Автоматические выключатели.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Особенности параметры и характеристики. Область применения. Выключатели с выдержкой времени (селективные). Понятие и схема селективной защиты электроустановок. Устройство селективного механизма, его работа. Выключатели гашения магнитного поля. Область применения, принцип действия, особенности конструкции. Основные параметры и характеристики.</p>
8	<p>Плавкие предохранители.</p> <p>Рассматриваемые вопросы на практическом занятии: Выбор предохранителей для защиты электродвигателей из условий длительной эксплуатации и по пусковому току. Выбор предохранителей по условию селективности отключения поврежденных участков электроцепи. Особенности выбора быстродействующих предохранителей для защиты мощных полупроводниковых приборов.</p>

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	подготовка к практическим занятиям
2	работа с лекционным материалом и литературой

№ п/п	Вид самостоятельной работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.
5	работа с лекционным материалом и литературой
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Полупроводниковые ключи постоянного и переменного тока.

В результате выполнения задания студентом должны быть предложены: принципиальная электрическая схема ключа, структурная схема цепей управления им, конструкция аппарата, описан принцип его работы, на основе диаграмм электромагнитных процессов рассчитаны параметры элементов и по справочным данным выбраны конкретные типы полупроводниковых и иных элементов ключа, обеспечивающих его работу при заданном режиме и характере нагрузки.

Пример варианта задания: используя SCR-тиристор, разработать электронный ключ постоянного тока с блоком емкостной коммутации, коммутирующий активную нагрузку мощностью 50 кВт, питающуюся в повторно-кратковременном режиме от сети постоянного тока 600В при длительности цикла $T_p=10$ мин и ПВ=75%.

2. Гибридные электрические аппараты.

В результате выполнения задания студентом должны быть предложены: принципиальная электрическая схема ключа, конструкция аппарата, описан принцип его работы, на основе диаграмм электромагнитных процессов рассчитаны параметры полупроводниковых элементов и выбраны конкретные их типы, произведён расчёт элементов контактной части ключа, обеспечивающих его работу при заданном режиме и характере нагрузки.

Пример варианта задания: используя IGCT-тиристор, разработать электронный ключ переменного тока для коммутации трёхфазной активно-индуктивной нагрузки мощностью 100 кВт, питающейся в длительном

режиме от источника напряжения 380/220В, 50Гц.

3. Контактные электрические аппараты.

В результате выполнения задания студентом должны быть предложены : принципиальная электрическая схема аппарата, конструкция магнитной системы, конструкция коммутирующих контактов и материал, из которого они изготовлены, описан принцип его работы, построены тяговые и электромагнитные характеристики аппарата, произведены расчёты контактной и электромагнитной систем аппарата, а также тепловых нагрузок всех систем, подтверждающих работоспособность аппарата.

Пример варианта задания: разработать реле токовое на номинальный электрический ток катушки $I_n=120\text{А}$, пороговый ток срабатывания $I_{ср}=90\text{А}$, воздушный зазор между контактами реле $\delta=4\cdot 10^{-3}\text{м}$, для приведенной начальной противодействующей силы $F_{\text{max}}=5\text{Н}$, номинальный электрический ток коммутирующих контактов $I_{\text{нк}}=1,5\text{А}$, номинальное напряжение коммутируемой цепи $U_{\text{нк}}=55\text{В}$, режим работы аппарата – длительный, род тока – постоянный.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электрические аппараты. Чунихин А. А. М. : Альянс , 2008	
2	Надежность и эффективность электрических аппаратов Аполлонский С.М., Куклев Ю. В. Лань , 2011	
3	Основы теории электрических аппаратов Акимов Е.Г., Белкин Г.С., Годжелло А.Г., Дегтярь В.Г. Лань , 2015	
4	Электрические аппараты управления Аполлонский С.М., Куклев Ю.В. Русайнс , 2016	
1	Тяговые подстанции. Учебник для вузов. Бей Ю.М., Мамошин Р. Р., Пупынин В..Н., Шалимов М.Г. Транспорт , 1986	
2	Электрические аппараты Ю.Г. Быков, И.В. Семенов, П.Г. Смольский, Н.О. Шарендо Учебное пособие МИИТ , 2005	
3	Тяговые электрические аппараты Захарченко Д. Д. М. : Транспорт , 1991	
4	Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах, и вопросы их проектирования О.Д. Гольдберг,	

	О.Б. Буль, И.С. Свириденко и др.; Ред. О.Д. Гольдберг Учебное пособие М. : Высш. шк. , 2005	
5	Вопросы проектирования электрических аппаратов Сипайлова Н.Ю. Томск, Томский политехнический университет , 2014	

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

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Российская Государственная Библиотека <http://www.rsl.ru>

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

Microsoft Office

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

Меловая (маркерная) доска или проектор

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 6 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

доцент, к.н. кафедры
«Электроэнергетика транспорта»

А.С. Соловьева

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ
Председатель учебно-методической
комиссии

М.В. Шевлюгин

С.В. Володин