

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения

М.Н. Нестеров
« 10 » 20 15 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор энергетического института

А.В. Белоусов
« 15 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Энергетический институт

Кафедра электроэнергетики и автоматики

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составители: _____  Д.А. Прасол

канд. техн. наук, доцент _____  А.Н. Семернин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматики

« 13 » _____ 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____  А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« 15 » _____ 10 _____ 2015 г., протокол № 2

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____  А.Н. Семернин

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 955 от 3 сентября 2015 г;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составители: _____ Д.А. Прасол

канд. техн. наук, доцент _____ А.Н. Семернин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электроэнергетики и автоматике

« _____ » _____ 2015 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент _____ А.В. Белоусов

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

« _____ » _____ 2015 г., протокол № _____

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____ А.Н. Семернин

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1.	ОПК-2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: Основные математические модели и методы описания физических процессов, протекающих в электрических и электронных аппаратах, основные математические методы решения широкого круга задач, связанных с проектированием и режимами работы электрических и электронных аппаратов.</p> <p>Уметь: правильно и технически грамотно ставить и решать задачи расчета и проверки электрических аппаратов, а также математически грамотно пояснять и решать задачи в области проектирования, испытаний и эксплуатации электрических и электронных аппаратов; применять современные средства и методы моделирования электрических и электронных аппаратов.</p> <p>Владеть: навыками практического использования законов естественнонаучных дисциплин, методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования электрических и электронных аппаратов, а также имитационного и математического моделирования в модуле Matlab Simulink.</p>
2.	ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>знать: физические и энергетические явления в электрических цепях с электрическими и электронными аппаратами при различных режимах работы; физические и энергетические явления в различных режимах работы электрических и электронных аппаратов, различные способы их описания на основе математических моделей;</p> <p>Уметь: анализировать работу электрических и электронных аппаратов; вычислять значения входных и выходных напряжений и токов; использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниями и эксплуатации электрических и электронных аппаратов.</p> <p>Владеть:</p>

		<p>навыками в количественном оценивании изменений электромагнитных переменных в уравнениях, описывающих состояние электрических и электронных аппаратов; прогнозировании функционирования электрических и электронных аппаратов при изменении этих переменных, а также управляющих и возмущающих воздействий; методами анализа и синтеза электрических и электронных аппаратов, методами определения их характеристик и параметров с применением специализированного программного обеспечения.</p>
--	--	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Высшая математика
2.	Физика
3.	Информатика
4.	Теоретические основы электротехники
5.	Основы безопасной работы на электроустановках
6.	Электротехническое материаловедение

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Электрические машины
2.	Автоматизированные системы контроля и учета энергии
3.	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы
4.	Электроснабжение
5.	Электрические станции и подстанции
6.	Электроэнергетические системы и сети
7.	Проектирование систем электроснабжения
8.	Основы электропривода
9.	Управление электромеханическими системами
10.	Техника высоких напряжений
11.	Электрофизические процессы в диэлектриках
12.	Умные энергетические микросети зданий
13.	Проектирование систем электроснабжения зданий
14.	Эксплуатация систем электроснабжения
15.	Эксплуатация электрооборудования станций и подстанций
16.	Релейная защита и автоматика
17.	Коммутационные и защитные аппараты в системах электроснабжения
18.	Профессиональная практика
19.	Преддипломная практика
20.	ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИТОГОВАЯ АТТЕСТАЦИЯ

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	165	165
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	111	111
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение					
	Предмет и содержание дисциплины. Краткие сведения об истории развития электроаппаростроения в России и за рубежом. Значение электрических аппаратов для распределения электроэнергии, для защиты электроцепей при аварийных ситуациях, для управления современным электроприводом и автоматизированными промышленными объектами. Основные термины и определения. Классификация электрических и электронных аппаратов.	1		1	4
2. Физические явления и процессы в электрических аппаратах					
2.1	Источники теплоты в электрических аппаратах. Способы распространения теплоты в электрических аппаратах. Задачи тепловых расчетов. Теплоотдача конвекцией и излучением, теплопроводность в частях электрических аппаратов.	1	2		10
2.2	Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов. Классификация электрических контактов.	1	2		8

2.3	Контактная поверхность и контактное сопротивление. Нагрев контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов.	1	2		6
2.4	Процессы в дуговом промежутке. Вольт-амперная характеристика электрической дуги. Условия гашения дуги. Способы гашения электрической дуги.	2			8
2.5	Основные понятия в теории ферромагнетизма. Кривые намагничивания и петли гистерезиса. Магнитные материалы. Магнитная система и цепь аппаратов. Расчет электродинамических усилий.	1	2		6
2.6	Расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям. Электродинамические усилия при переменном токе.	1	2		10
3. Электрические аппараты низкого напряжения					
3.1	Реле. Классификация. Принцип действия электромагнитных реле. Основные параметры реле. Выбор электромагнитных реле. Поляризованные электромагнитные реле: назначение, устройство и виды. Герконовые реле. Тепловое реле.	2		6	10
3.2	Устройство, принцип действия предохранителя и согласование его с защищаемым объектом. Основные параметры. Назначение, устройство и выбор рубильников и пакетных выключателей. Контактторы и магнитные пускатели. Назначение, принцип действия, основные узлы контакторов.	2		3	11
3.3	Виды контакторов и магнитных пускателей. Основные параметры. Режимы работы. Тепловые реле. Принцип действия. Аппараты температурной и токовой защиты. Автоматические выключатели. Расцепители. Виды автоматических выключателей.	2	2	3	12
4. Аппараты высокого напряжения.					
	Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения. Условия работы и общие требования. Основные параметры. Воздушные, элегазовые, масляные и вакуумные выключатели. Конструкция и принцип действия. Сравнительные характеристики.	1	2	2	10
5. Силовые электронные аппараты.					
	Общие сведения об электронных ключах и бездуговой коммутации. Статические и динамические режимы работы ключей. Основные классы силовых транзисторов и их характеристики. Быстродействие и безопасность работы силовых транзисторов. Принцип действия тиристоров. Статические и динамические характеристики. Типы тиристоров и их защита.	1	3	2	8
6. Гибридные аппараты					

Общие сведения о статических и гибридных аппаратах. Статические и гибридные аппараты постоянного тока. Транзисторные реле и контакторы. Тиристорные контакторы. Гибридные аппараты постоянного тока. Статические и гибридные коммутационные аппараты переменного тока. Тиристорные контакторы переменного тока с естественной и искусственной коммутацией. Гибридные аппараты.	1			8
ВСЕГО	17	17	17	111

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Источники теплоты в электрических аппаратах. Способы распространения теплоты в электрических аппаратах. Задачи тепловых расчетов.	2	2
2	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов. Классификация электрических контактов.	2	2
3	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Контактная поверхность и контактное сопротивление. Нагрев контактов. Режимы работы контактов.	2	2
4	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Расчет электродинамических усилий.	2	2
5	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям. Электродинамические усилия при переменном токе.	2	2
6	Электрические аппараты низкого напряжения	Виды контакторов и магнитных пускателей. Основные параметры. Режимы работы.	2	2
7	Аппараты высокого напряжения	Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения. Условия работы и общие требования. Основные параметры.	2	2
8	Силовые электронные аппараты.	Статические и динамические режимы работы ключей. Основные классы силовых транзисторов и их характеристики. Типы тиристоров и их защита.	3	3
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Введение	Инструктаж по технике безопасности	1	1
2	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование реле переменного и постоянного тока.	2	2
3	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование твердотельного реле	2	2
4	Электрические аппараты низкого напряжения	Изучение конструкции и принципа действия теплового реле	2	2
5	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование контакторов и магнитных пускателей. Построение схемы пуска и защиты электродвигателя от токов короткого замыкания с использованием магнитных пускателей	2	2
6	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование плавких предохранителей	2	2
7	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование автоматических выключателей	2	2
8	Аппараты высокого напряжения	Изучение конструкции и принципа действия высоковольтного вакуумного выключателя	2	2
9	Силовые электронные аппараты	Исследование электронного реле тока.	2	2
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:				34

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

Перечень контрольных вопросов

1. Введение

- 1.1. Определение «электрический аппарат» в современном представлении.
- 1.2. Назовите функции электрических аппаратов.
- 1.3. Признаки классификации электрических аппаратов.
- 1.4. Разделение аппаратов в зависимости от номинальных токов напряжений.

- 1.5. *Функции коммутационных аппаратов.*
- 1.6. *Какие аппараты относятся к аппаратам распределения?*
- 1.7. *Назовите функции электрических аппаратов защиты.*
- 1.8. *Перечислите аппараты, относящиеся к аппаратам управления.*
- 1.9. *Какие аппараты относятся к ограничивающим аппаратам?*
- 1.10. *Назовите функции аппаратов автоматического регулирования.*
- 1.11. *Функциональное назначение аппаратов автоматики.*
- 1.12. *Какие аппараты применяются в установках высокого напряжения?*

2. Физические явления и процессы в электрических аппаратах

- 2.1. *Какие дополнительные источники теплоты появляются в аппаратах при переменном токе?*
- 2.2. *Напишите тепловое уравнение Ньютона.*
- 2.3 *Как передается теплота в твердых телах?*
- 2.4. *Как называется разность температуры проводника и окружающей среды?*
- 2.5. *Запишите условие теплового баланса аппарата.*
- 2.6. *Запишите условие стационарного теплового режима.*
- 2.7. *Чем определяется длительно допустимая температура проводника?*
- 2.8. *Как выражается постоянная времени переходного процесса нагрева?*
- 2.9. *Какие параметры связывает кривая адиабатического нагрева?*
- 2.10. *Как проверить термическую стойкость токопровода?*
- 2.11. *Что такое класс повторно-кратковременного режима аппарата?*
- 2.12. *Что такое переходное сопротивление контакта?*
- 2.13. *Формула Хольма для определения сопротивления стягивания контакта.*
- 2.14. *По какому закону изменяется температура проводника при удалении от электрического контакта?*
- 2.15. *Какие точки характеристики «сопротивление-напряжение» контакта определяются свойствами контактного материала?*
- 2.16. *Перечислите физические свойства металла, которые определяют минимальный ток плавления контактной площадки.*
- 2.17. *Какие контактные материалы применяют в слаботочных соединительных контактах?*
- 2.18. *Какие контактные материалы применяют для главных контактов контакторов и пускателей?*
- 2.19. *Какое произведение определяет электродинамическую силу в законе Ампера?*
- 2.20. *Что такое коэффициент контура?*
- 2.21. *Что характеризует коэффициент формы?*
- 2.22. *Выразите электродинамическую силу через магнитную энергию системы контуров.*
- 2.23. *Какая механическая модель используется при оценке при оценке электродинамической стойкости шинопроводов?*
- 2.24. *Что задает ударный коэффициент при коротком замыкании?*
- 2.25. *Почему ток отпускания электромагнита постоянного тока меньше, чем ток срабатывания?*
- 2.26. *Поясните понятие релейной характеристики электромагнита.*

- 2.27. Какую роль играет короткозамкнутый виток на сердечнике электромагнита переменного тока?
- 2.28. Почему и как различаются тяговые характеристики электромагнита постоянного и переменного тока?
- 2.29. Какую роль играет электрическая дуга в процессе коммутации?
- 2.30. Что такое вольт-амперная характеристика дуги?
- 2.31. Сформулируйте математически и графически условия гашения дуги постоянного тока.
- 2.32. Что такое реостатная характеристика цепи?
- 2.33. Что такое восстанавливающееся напряжение на контактах аппарата?
- 2.34. Какие известны способы гашения дуги переменного тока низкого напряжения?
- 2.35. Как среда влияет на гашение дуги высокого напряжения?
- 2.36. Что такое система магнитного дутья и для чего она применяется?
- 2.37. Можно ли использовать систему последовательного магнитного дутья на переменном токе и почему?

3. Электрические аппараты низкого напряжения

- 3.1. Зависимость каких величин называют защитной характеристикой предохранителя?
- 3.2. Что предусматривает функция гарантированного отключения?
- 3.3. Что ограничивает ток в процессе срабатывания предохранителя?
- 3.4. Назовите механизм, связывающий рукоятку и главные контакты автоматического выключателя.
- 3.5. Чем отличаются защиты, реализуемые термобиметаллическим и электромагнитным расцепителями максимального тока?
- 3.6. Какую функцию может выполнять электромагнитный независимый расцепитель?
- 3.7. Какими зависимостями характеризуют токоограничивающую способность автоматического выключателя?
- 3.8. Назовите условие, которое должно соблюдаться для обеспечения селективной работы автоматических выключателей.
- 3.9. Для каких целей применяют аппараты, управляемые дифференциальным током?
- 3.10. Что означает термин «дифференциальный ток»?
- 3.11. В чем заключаются различия между контактором и магнитным пускателем?
- 3.12. Назовите основные конструктивные элементы контактора постоянного тока.
- 3.13. Назовите конструктивные различия между контакторами постоянного и переменного тока.
- 3.14. Что такое категория применения контактора?
- 3.15. Что такое степень защиты пускателя?
- 3.16. Что такое климатическое исполнение и категория размещения аппарата управления?
- 3.17. Что общего и в чем различие между контактором и электромагнитным

реле?

3.18. Что такое раствор и провал контактов контактора?

3.19. Электромагнитное реле постоянного тока. Устройство и принцип работы.

3.20. Электромагнитное реле переменного тока. Устройство и принцип работы.

3.21. Герконовое реле: устройство и принцип работы.

3.22. Поляризованное реле,

3.23. Тепловые реле: устройство и принцип работы.

3.24. Реле времени. Классификация, устройство, принцип работы и области применения.

4. Аппараты высокого напряжения.

4.1. В чем состоят принципиальные различия между выключателями высокого напряжения и выключателем нагрузки?

4.2. С какой целью используются разъединители, отделители и короткозамыкатели в цепях высокого напряжения?

4.3. Какой принцип дугогашения лежит в основе вакуумных и элегазовых выключателей?

4.4. Что такое элегаз?

4.5. Какие функции выполняют ограничивающие аппараты высокого напряжения?

4.6. Что такое реактор? Опишите его функциональное назначение.

4.7. Для чего применяются разрядники и ограничители напряжений? Укажите их место в энергосистеме.

4.8 Чем отличаются предохранители высокого и низкого напряжения?

4.9. Какие типы современных выключателей вы знаете?

5. Силовые электронные аппараты.

5.1. По каким признакам классифицируют силовые электронные ключи?

5.2. Назовите условия включения и выключения диода.

5.3. Перечислите основные виды транзисторов.

5.4. Что такое биполярный транзистор?

5.5. Поясните режимы работы биполярного транзистора по его вольт-амперной характеристике.

5.6. Поясните принцип образования проводящего канала в структуре полевого транзистора.

5.7. Каковы структура и эквивалентная схема замещения тиристора?

5.8. Какие условия необходимо создать для перехода тиристора в проводящее состояние и как обеспечить его выключение?

5.9. Поясните характерные способы искусственной коммутации тиристора?

5.10. Какими параметрами характеризуется идеальный ключ?

5.11. Перечислите основные функции системы управления силового электронного устройства, ее структурные элементы и поясните их назначение.

5.12. Назовите основные методы импульсного управления и поясните принцип их работы.

5.13. Поясните принцип релейного регулирования.

- 5.14. Объясните принцип организации широтно-импульсной модуляции.
- 5.15. Какие основные задачи выполняет формирователь импульсов управления?
- 5.16. Какими основными достоинствами и недостатками обладают электронные аппараты в сравнении с электромеханическими?
- 5.17. Поясните принципы коммутации тиристоров в контакторах постоянного тока.
- 5.18. Какие факторы влияют на длительность процесса отключения цепи тиристорным контактором переменного тока с естественной коммутацией?
- 5.19. Поясните принцип действия тиристорного контактора переменного тока с принудительной коммутацией.

6. Гибридные аппараты

- 6.1. Объясните процесс перехода тока при выключении гибридного аппарата из электромеханических контактов в параллельно подключенный транзистор и перечислите основные факторы, влияющие на этот процесс.
- 6.2. Перечислите основные достоинства и недостатки электромеханических, электронных и гибридных коммутационных аппаратов.
- 6.3. Изобразите диаграммы формирования сигналов в гибридных контакторах при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном соединении ключей.
- 6.4. Какие факторы влияют на время включения и выключения гибридного контактора?
- 6.5. Чем определяется максимальная мощность активной части гибридного фильтра?

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

На выполнение расчетно-графического задания предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента. Целью расчетно-графического задания является развитие навыков расчета режимов работы электрических аппаратов и шинопроводов. Отчет выполняется на листах бумаги формата А4, содержит:

- подробное задание, согласно своему варианту;
- графическое изображение схемы замещения, по которой производится расчет;
- расчеты необходимых величин;
- графическое отображение метода решения;
- ответы на поставленные вопросы в задании.

Пример типового задания:

Задача 1. Исходные данные (напряжение источника, отключаемый ток, длина дуги в воздухе) заданы в таблице согласно варианту, выданному студенту.

Необходимо определить шунтирующее сопротивление, которое необходимо подключить параллельно дуге, чтобы обеспечить ее успешное ее гашение, возможное перенапряжение в цепи и ток, протекающий через шунт. Задание выполнить графо-аналитическим методом.

Номер варианта	Напряжение источника, В	Отключаемый ток, А	Длина дуги, см
1	24	400	12
2	50	200	20
3	120	40	3
4	440	20	8
5	660	10	10

Задача 2. Исходные данные (напряжение источника, отключаемый ток, коэффициент мощности, коэффициент схемы, тип цепи) заданы в таблице согласно варианту, выданному студенту.

Необходимо определить шунтирующее сопротивление, которое необходимо включить в цепь коммутирующих контактов для перевода процесса гашения дуги из колебательного в апериодический.

Номер варианта	Напряжение источника, В	Отключаемый ток, А	Коэффициент мощности	Коэффициент схемы	Тип цепи
1	380	400	0,35	1	Воздушная
2	660	200	0,65	1,5	Кабельная
3	220	630	0,35	1,73	Воздушная
4	380	800	0,95	1,5	Кабельная
5	220	100	0,35	1,73	Воздушная

5.4. Перечень контрольных работ

Планом не предусмотрено

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1 Перечень основной литературы

1. Электрические и электронные аппараты: учеб. : в 2 т. / ред.: А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанов. - М.: Издательский центр "Академия", Т. 1 : Электромеханические аппараты. - 2010. - 344 с
2. Электрические и электронные аппараты: учеб. : в 2 т. / ред. Ю. К. Розанов. - М.: Издательский центр "Академия, Т. 2 : Силовые электронные аппараты. - 2010. - 315 с.
3. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по сост. на 1 мая 2012 г. - М.: КНОРУС, 2012. - 488 с.
4. Выбор и применение низковольтных электрических аппаратов распределения, управления и автоматики [Электронный ресурс]: справочное пособие / Е. Г.

Акимов [и др.]. - Электрон. текстовые дан. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009.
Режим доступа : <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8134>

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Буткевич Г.В., Дегтярь В.Г., Сливинская А.Г. Задачник по электрическим аппаратам: учебное пособие для вузов. –М.: Высшая школа, 1987. – 199с.
2. Электрические аппараты : общий курс : учеб. для вузов / А. А. Чунихин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 720 с.
3. Курсовое и дипломное проектирование по низковольтным электрическим аппаратам : учебное пособие для техникумов / Г. А. Жукова, В. П. Жуков. - М.: Высш. шк., 1987. - 160 с.
4. Справочник по электротехнике и электрооборудованию : учеб. пособие для вузов / И. И. Алиев. - 4-е изд., доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 447 с.
5. Электрические аппараты : справ. / И. И. Алиев, М. Б. Абрамов. - М. : РадиоСофт, 2005. - 255 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Справочник электрослужбы. Выбор и расчет электрических аппаратов. <http://www.elektrikii.ru/publ/7>
2. Большая энциклопедия нефти и газа. Электрические аппараты. <http://www.ngpedia.ru/id75055p1.html>
3. Энциклопедия по машиностроению XXL. Радиоэлектронная аппаратура. <http://mash-xxl.info/info/129527/>
4. Электрические аппараты автоматического управления. <http://forca.ru/knigi/arhivy/elektricheskie-apparaty-avtomaticheskogo-upravleniya.html>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – поточная аудитория, оснащенная доской и презентационной техникой (ноутбук, проектор, экран), комплектом электронных презентаций.

Для лекционных и лабораторных занятий используется предустановленное лицензионное программное обеспечение Microsoft: Windows 7 Professional (№ дог. 63-14к от 02.07.2014), Office 2013 Professional (№ дог. 31401445414 от 25.09.2014).

Лабораторные занятия – специализированная лаборатория «Электрические машины и аппараты» М219, оснащенная следующим оборудованием:

Лабораторный стенд НТЦ-08.15 «Монтаж и наладка электрооборудования предприятий и гражданских зданий» - 2 шт.

Лабораторный стенд НТЦ-08.09 «Электрические аппараты» - 1 шт

Учебный полигон кафедры «Электроэнергетика и автоматика».

№	Прибор	Тип (марка) прибора	Серийный (заводской) номер	Диапазон измерений
1.	Мегомметр ЭСО202/2-Г	ЭСО202/2-Г 2005 г.	№ 97588	500 В, 1000 В, 2500 В 50 Мом, 10000 МОм
2.	Измеритель сопротивления заземления ИС-10	ИС-10 2007 г.	№ 0701	многопредельный, от 999 мОм до 9,99 кОм
3.	Измеритель сопротивления заземления ИС-10	ИС-10 2008 г.	№ 1411	многопредельный, от 999 мОм до 9,99 кОм
4.	Измеритель параметров электроустановки С.А 6115N	С.А 6115N	№ 119807DDH	Многопредельный, многофункциональный
5.	Омметр М 372	М 372 2006 г.	№ 0623162	50 Ом 60-380 В
6.	Измеритель тока короткого замыкания цифровой Щ 41160	Щ 41160 2005 г.	№ 65744	10-1000
7.	Измеритель сопротивления заземления М 416	М 416 1973 г.	№ 105383	многопредельный, от 10, 50, 200, 1000 Ом
8.	Мегомметр М1101М	М1101М 1969 г.	№ 685481	500 В, 1000 кОм, 500 МОм
9.	Измеритель сопротивления изоляции 1851 IN	1851 IN 2008 г.	№ 9752159	250 В, 500 В, 1000 В 200 Мом, 2000 мОм
10.	Пульсар 1.2			
11.	Трассоискатель LA-1012	LA-1012 2010 г.	№ 10019928	125 кГц 0-60 Гц 0-2 м, 0-0,5 м, 0-0,4 м
12.	Энергомонитор	3.3Т1	№210	

Учебный полигон: однотрансформаторная подстанция с уровнями напряжения 35 и 10 кВ. Питание полигона – одноцепная линия 35 кВ (сталеалюминевый провод АС-50/8, металлическая опора У 35 – 1).

Изоляторы линии 35 кВ – полимерные изоляторы ЛК 70/35-III.

Ввод в ОРУ 35 кВ – гибкая ошиновка, провод АС-50/8.

Фарфоровые опорные изоляторы ИОС-500-01 УХЛ.

Разъединитель горизонтально-поворотного типа РНДЗ-2-35 кВ. Разъединитель РНДЗ-35 кВ оснащен двумя комплектами заземляющих ножей с ламелями, а также с механическим приводом.

Масляный выключатель ВМ-35 кВ, который рассчитан на силу тока 600А, с отключающей способностью 400 МВА.

Выключатель управляется электромеханическим приводом постоянного тока типа ШПЭ-11.

Разрядники РВС - 35кВ; с максимальным рабочим напряжением $U_p = 40,5$ кВ.

Разрядник и масляный выключатель соединены между собой гибкой

ошиновкой проводом АС-50/8.

ОРУ 35 кВ связано с понижающим силовым трансформатором FTDO 1250/35 проводом АС-50/8. Мощность трансформатора – 1250 кВА.

От трансформатора FTDO 1250/35 осуществляется ввод гибкой ошиновкой в ячейке КРУН - 10 кВ.

КРУН - 10 кВ: комплектное распределительное устройство наружной установки, $U_{ном} = 10$ кВ.

КРУН - 10 кВ состоит из 4-х ячеек.

1) Ячейка ввода 10 кВ. Ввод в первую ячейку осуществляется через опорно-проходной изолятор ИПТ-10 кВ (фарфоровый). Далее в ячейке 1 установлен разъединитель РВЗ-10-630 с двумя заземляющими ножами. Заземляющие ножи разъединителя имеют блокировки от непреднамеренного включения. После разъединителя на фазах А и С установлены измерительные трансформаторы тока для работы средств РЗ и А.

Масляный выключатель ВПМ-10-20-630 У2. С выключателем ВПМ-10-20-630 У2 установлен управляемый привод типа ПП-67.

2) Вторая ячейка КРУН представляет собой ячейку ТСН. Ввод в эту ячейку выполнен ошиновкой непосредственно от силового трансформатора через разъединитель и предохранители 10 кВ. Ввод выполнен гибкой ошиновкой проводом АС-50/8 через опорно-проходные изоляторы ИПТ-10 кВ. Далее установлен разъединитель РВЗ-10 кВ. После разъединителя установлены плавкие предохранители типа ПКН-10 кВ.

После разъединителя установлен трансформатор собственных нужд: ТМ-63, $S_{ном} = 63$ кВА. ТСН используется для питания собственных нужд подстанции, а также для питания цепей РЗ и А. Для этого ячейка ТСН подключена ошиновкой параллельно КРУН.

3) Ячейка отходящей линии 10 кВ. Ввод в ячейку 3 выполнен жесткими шинами прямоугольного сечения 50×6 мм. Ячейка 3 представляет собой ячейку с выкатным элементом (тележкой) производства компании «Самара электроцит». В ячейке установлены разъединитель РВЗ-10-630, вакуумный выключатель ВВ/TEL – «Таврида электрик» ВВ/TEL-10-12,5/630 У2. Тип блока управления – ВВ/TEL-10. В ячейку №3 установлен прибор контроля и учета потребляемой электроэнергии.

4) В ячейку №4 установлен измерительный трансформатор напряжения НАМИ-10, трансформатор напряжения подключен через разъединитель РВЗ-10 и три плавких предохранителя ПН-10 (по одному на каждую фазу). Обмотки трансформатора напряжения подключены по схеме звезда – звезда – разомкнутый треугольник.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «11» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

подпись, ФИО

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями в
п. 6.1 Перечень основной литературы

1. Электрические и электронные аппараты. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Под. ред. П.А. Курбатова. – М.: Издательство Юрайт. 2016 - 440 с. ISBN 978-5-534-00953-8.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 15 заседания кафедры от «10» 06 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭиА  А.В. Белоусов

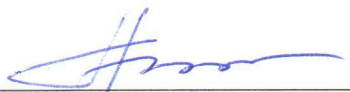
Директор института ЭИТУС  А.В. Белоусов

подпись, ФИО

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.

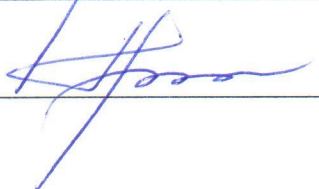
Протокол № 13 заседания кафедры от «07» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ЭиА



А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС



А.В. Белоусов

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 20~~20~~/20~~21~~ учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «14» июня 20~~20~~г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Директор института _____

подпись, ФИО



А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений.

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____  А.В. Белоусов

Директор института _____  А.В. Белоусов

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 10 заседания кафедры от « 14 » 05 2018 г.

Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____  А.В. Белоусов

подпись, ФИО