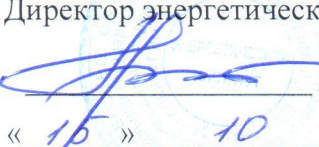


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института заочного обучения

М.Н. Нестеров
« 15 » 10 20 15 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор энергетического института

А.В. Белоусов
« 15 » 10 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

профиль подготовки

Электроснабжение

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

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

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 MatlabSimulink</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, испытаниям и эксплуатации электрических и электронных аппаратов.</p> <p>владеть: 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	Электротехническое материаловедение

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

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

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	2	214
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	22	2	20
лекции	8	2	6
лабораторные	6		6
практические	8		8
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	194		194
Курсовой проект	-		-
Курсовая работа	-		-
Расчетно-графическое задания	18		18
Индивидуальное домашнее задание	-		-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	140		140
Форма промежуточная аттестация(зачет, экзамен)	36		Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение					
1.1	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	2	–	–	–
ИТОГО:		2			

Курс 3 Семестр6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
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. Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов. Классификация электрических контактов	1	2	–	14
2.2	Контактная поверхность и контактное сопротивление. Нагрев контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов. Процессы в дуговом промежутке. Вольт-амперная характеристика электрической дуги	–	1	–	10
2.3	Условия гашения дуги. Способы гашения электрической дуги	1	2		8
2.4	Основные понятия в теории ферромагнетизма. Кривые намагничивания и петли гистерезиса. Магнитные материалы. Магнитная система и цепь аппаратов. Расчет электродинамических усилий	–	–	–	10
2.5	Расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям. Электродинамические усилия при переменном токе	1	1		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. 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.	1	2	2	20
3.2	Виды контакторов и магнитных пускателей. Основные параметры. Режимы работы. Тепловые реле. Принцип действия. Аппараты температурной и токовой защиты. Автоматические выключатели. Расцепители. Виды автоматических выключателей.	1	–	4	16

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
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	–	–	16
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.	–	–	–	18
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.	–	–	–	18
	ВСЕГО:	6	8	6	140

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	Расчет режимов нагрева и охлаждения в электрических аппаратах	2	4
2	Физические явления и процессы в	Контактное сопротивление. Расчет нагрева контактов. Изучение режимов	1	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
	электрических аппаратах	работы контактов		
3	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Построение вольт-амперной характеристики электрической дуги. Условия гашения дуги. Способы гашения электрической дуги.	2	4
4	Физические явления и процессы в электрических аппаратах	Расчет электродинамических усилий. Расчет электродинамических усилий по энергетическим зависимостям. Электродинамические усилия при переменном токе.	1	2
5	Электрические аппараты низкого напряжения	Выбор автоматических выключателей и магнитных пускателей	2	4
ИТОГО:			8	16

4.3.Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование реле переменного и постоянного тока	2	8
2	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование контакторов и магнитных пускателей	2	8
3	Электрические аппараты низкого напряжения	Исследование автоматических выключателей	2	8
ИТОГО:			6	24
ВСЕГО:				30

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 температур 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 тиристорных контакторов 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. Учебник и практикум для академического бакалавриата. Под. ред. П.А. Курбатова. – М.: Издательство Юрайт. 2016 - 440 с. ISBN 978-5-534-00953-8.

2. 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

3. Электрические и электронные аппараты: учеб.: в 2 т. / ред. Ю. К. Розанов. - М.: Издательский центр "Академия", Т. 2: Силовые электронные аппараты. - 2010. - 315 с.

4. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс]: справочник. Учебное пособие для вузов / И.И. Алиев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2014. — 1199 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9654.html>

5. 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.

6. 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. Курсовое и дипломное проектирование по низковольтным электрическим аппаратам: учебное пособие для техникумов / Г. А. Жукова, В. П. Жуков. - М.: Высш. шк., 1987. - 160 с.
2. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: учеб. пособие для вузов / И. И. Алиев. - 4-е изд., доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 447 с.
3. 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>
5. Вакуумные выключатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosvacuum.com/magazin/folder/vakuumnye-vyklyuchateli>. – Заглавие с экрана.
6. Разъединитель наружной установки 110 кВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electroshield.ru/catalog/razyediniteli-i-vla/razediniteli-naruzhnoy-ustanovki-110-kv/>. – Заглавие с экрана.
7. Компактные и воздушные автоматические выключатели [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oez.com/modules/marwel/index.php?rewrite=katalogi&lang=10>. – Заглавие с экрана.
8. Разъединитель РВЗ-10/630-I в комплекте с приводами ПР-10Б, вилками ВГ, ВПУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.etm.ru/cat/nn/4231664/>. – Заглавие с экрана.
9. Выключатель нагрузки ВНА/ТЕ-Л(л)10/630-3н в комплекте с приводами и вилками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.etm.ru/cat/nn/3711050/>. – Заглавие с экрана.
10. Выключатель нагрузки ВНА/ТЕ-П(п)-10/630-3нП(ПКТ-102) в комплекте с приводами и вилками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.etm.ru/cat/nn/4327693/>. – Заглавие с экрана.
11. Разъединитель РВЗ-10/630-III в комплекте с приводами и вилками [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.etm.ru/cat/nn/3959426/>. – Заглавие с экрана.
12. Выключатель элегазовый колонковый ВГТ-110 (У1, УХЛ1*) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zeto.ru/products_and_services/high_voltage_equipment/elegazovye-kolonkovye-vyklyuchateli-tipa-vgt-110. – Заглавие с экрана.

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 механических 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 ПKN-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.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа с изменениями, дополнениями 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

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

В пункт 6.1 добавлены следующие литературные источники:

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.

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

1. Выключатели-разъединители и разъединители низковольтные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://keaz.ru/catalog/predohraniteli/vikluchateli-razediniteli>. – Заглавие с экрана.

2. Устройство защитного отключения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn----7sbbofbvdbnhs7be3a9f9d.xn-->. – Заглавие с экрана.

3. Контактторы SchneiderElectric [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://xn----7sbbofbvdbnhs7be3a9f9d.xn-->. – Заглавие с экрана.

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

Список изменений и дополнений в рабочей программе.

В пункт 6.3 добавлены следующие литературные источники:

1. Выключатель элегазовый баковый ВТБ-110 (У1, УХЛ1) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.zeto.ru/products and services/high voltage equipment/vyklyuchateli-elegazovye-kolonkovye/vtb-110-u1-uhl1-vyklyuchatel-elegazovyy-bakovyy](http://www.zeto.ru/products_and_services/high_voltage_equipment/vyklyuchateli-elegazovye-kolonkovye/vtb-110-u1-uhl1-vyklyuchatel-elegazovyy-bakovyy) . – Заглавие с экрана.
2. Видеопрезентация по теме «Коммутационные аппараты». – Режим доступа: <http://900igr.net/prezentatsii/fizika/Nizkovoltnoe-oborudovanie/013-Kommutatsionnye-i-zaschitnye-apparaty.html>. – Заглавие с экрана.
3. Лекция №8. Коммутационные электрические аппараты высокого напряжения. – Режим доступа: <https://cyberpedia.su/11xa7f2.html>. – Заглавие с экрана.
4. Видеоколлекция «Коммутационная аппаратура». – Режим доступа: <http://mirznanii.com/v/Ew-xu-Eh-No-322212/videolektsiya-kommutatsionnaya-apparatura>. – Заглавие с экрана.

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

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

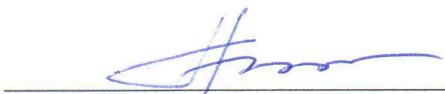
Заведующий кафедрой ЭиА _____  А.В. Белоусов

Директор института ЭИТУС _____  А.В. Белоусов

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



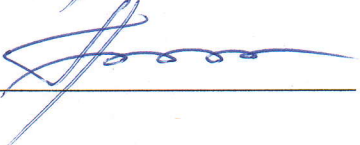
А.В. Белоусов

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