

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электротехника и электроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б.1.2.14**

«Аппараты распределительных устройств»

для направления подготовки **13.03.02 ЭЛЭТ**

«Электроэнергетика и электротехника»

Профиль 3 - «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс - 4

семестр – 7

зачетных единиц – 4

часов в неделю – 4

всего часов – 144

в том числе:

лекции – 36 час.

практические занятия – нет

лабораторные занятия - 36

самостоятельная работа – 72 час.

зачет - нет

экзамен – 7 сем.

курсовая работа – 7 сем.

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины: «Основы теории электрических и электронных аппаратов» являются освоение знаний в области изучения особенностей процессов, возникающих в коммутационных устройствах и системах управления, приводах и других элементах электронных аппаратов, физических явлений в них, основных соотношений и зависимостей и характерных технических параметров.

Задачи изучения дисциплины:

научить студентов: - классифицировать различные типы ЭЭА; - применять методы анализа различных процессов в ЭЭА, методы получения и определения взаимосвязи между различными процессами в ЭЭА; - проводить элементарные испытания ЭЭА.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Аппараты распределительных устройств» (код Б.1.2.14) относится к вариативной части профессионального по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиль «Электрические и электронные аппараты». Изучение данной дисциплины должно обеспечивать приобретение студентами навыков проектирования и обслуживания аппаратов распределительных устройств соответствующих по своим технико-экономическим показателям современному уровню развития науки и техники, а также технологии и организации производства. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

Дисциплина по учебному плану			Перечень вопросов (дидактических единиц) знания по которым необходимы для изучения дисциплины	Дисциплина, в рамках которой изучается	
Шифр дисциплины	Наименование дисциплины	Трудоемкость (час)		Шифр дисциплины	Наименование дисциплины*
Б.1.2.14	Аппараты распределительных устройств	144	Дифференциальное и интегральное исчисления; обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного; гармонический анализ; преобразование Лапласа.	Б.1.1.5	Высшая математика
			Электричество и магнетизм: электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, электрический ток, электромагнитное поле.	Б.1.1.7	Физика
			Методы расчета линейных электрических цепей постоянного и синусоидального тока, переходных процессов.	Б.1.1.10	ТОЭ
			Методы построения математических моделей электрических цепей. Численные методы решения уравнений электротехники и анализа устойчивости. Методы оптимизации.	Б.1.3.3.1	Мат. мод. физ. процессов в электротехнике и электроэнергетике

Дисциплины, предшествующие данной:
«Электрический привод» (6 сем.), «Микропроцессоры и микроконтроллеры в ЭЭА» (6 сем.),

Одновременно изучаются в 7 сем. – «Интеллектуальная электроника», «Техника высоких напряжений».

Основные положения дисциплины востребованы при выполнении курсовых и дипломных проектов, связанных с расчетом и проектированием электрических и электронных аппаратов.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Выпускник должен обладать следующими общепрофессиональной (ОПК - 3) и профессиональными (ПК-5,7) компетенциями в соответствии с Приказом ФГОС ВО Министерства образования и науки РФ от 03.09.2015г. № 955.

Общепрофессиональная компетенция (ОПК-3):

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и распределительных устройств.

Профессиональная компетенция (ПК-5):

- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности.

Профессиональная компетенция (ПК-7):

- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.

Студент должен знать: принципы создания аппаратов распределительных устройств, физические закономерности, позволяющие добиться заданных техническим заданием характеристик.

Студент должен уметь: составлять и интерпретировать технические схемы, рассчитывать основные характеристики распределительных устройств.

Студент должен владеть: методами расчета основных физических закономерностей, обуславливающих основные характеристики распределительных устройств.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-дуля	№ Неде-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Колло-квиумы	Лабора-торные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1	1-3	1	Аппараты управления и защиты	24	6	-	6	-	12
	4-6	2	Защита от токов короткого замы-кания.	24	6	-	6	-	12
	7-9	3	Устройство, принцип действия и	24	6	-	6	-	12

			рабочие процессы однофазного трансформатора						
2	10-12	4	Трехфазный трансформатор	24	6	-	6	-	12
	13-15	5	Параллельная работа трансформаторов	24	6	-	6	-	12
	16-18	6	Автотрансформатор, трехобмоточный трансформатор и специальные трансформаторы	24	6	-	6	-	12
Всего				144	36	-	36	-	72

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	3	1-3	Аппараты управления и защиты. Общие сведения, классификация аппаратов управления и защиты.	1-6, 19
2	3	4-6	Защита от токов короткого замыкания. Виды коротких замыканий. Короткие замыкания в цепях постоянного и переменного тока. Границы срабатывания защиты от короткого замыкания. Алгоритм работы токовых защит. Защиты на основе принципа электромагнитного воздействия тока. Защита предохранителями. Цифровые защиты от короткого замыкания.	1-6, 19
3	3	7-9	Устройство, принцип действия и рабочие процессы однофазного трансформатора	1-6, 19
4	3	10-12	Трансформирование трехфазного тока. Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Явления, возникающие при намагничивании магнитопроводов трансформатора. Влияние схем соединения обмоток на отношение линейных напряжений трехфазных трансформаторов. Группы соединения (основные и производные), предусмотренные ГОСТ.	1-6, 19
5	3	13-15	Параллельная работа трансформаторов: назначение, условия и порядок включения, распределение нагрузки между трансформаторами.	1-6, 19
6	3	16-18	Автотрансформатор, трехобмоточный трансформатор и специальные трансформаторы. Устройство и особенности рабочего процесса автотрансформаторов, трехобмоточных трансформаторов, достоинства, недостатки и область применения.	1-6, 19

7. Перечень практических занятий - нет

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	6	1-3	Аппараты управления и защиты, принципы работы.	1-6, 19
2	6	4-6	Короткие замыкания в цепях постоянного и переменного тока.	1-6, 19

3	6	7-9	Принцип действия и рабочие процессы однофазного трансформатора.	1-6, 19
4	6	10-12	Схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Явления, возникающие при намагничивании магнитопроводов трансформатора.	1-6, 19
5	6	13-15	Условия и порядок включения, распределение нагрузки между параллельными трансформаторами.	1-6, 19
6	6	16-18	Устройство и особенности рабочего процесса автотрансформаторов, трехобмоточных трансформаторов	1-6, 19

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	6	Аппараты управления, реле.	1-6, 19
1	6	Коммутационные электрические аппараты.	1-6, 19
2	6	Поверочный расчет при проектировании токоведущего провода.	1-6, 19
2	6	Проверка на термическую стойкость для токоведущего провода.	1-6, 19
3	6	Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора.	1-6, 19
3	6	Процессы саморегулирования однофазного трансформатора с изменением нагрузки при неизменном напряжении питающей сети.	1-6, 19
4	6	Особенности конструкции, классификация и область применения трехфазных трансформаторов	1-6, 19
4	6	Потери мощности и коэффициент полезного действия.	1-6, 19
5	6	Параллельная работа трансформаторов: порядок включения, распределение нагрузки между трансформаторами.	1-6, 19
5	6	Группы соединения обмоток трехфазного трансформатора.	1-6, 19
6	6	Измерительные трансформаторы: назначение, особенности работы, схемы включения.	1-6, 19
6	6	Особенности работы трехобмоточных трансформаторов	1-6, 19

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством: защиты лабораторных работ в соответствии графиком выполнения; представления выполнения курсового проекта; опроса студентов на занятиях. Оценка текущей успеваемости студентов определяется в баллах в соответствии рейтинг – планом, предусматривающим все виды учебной деятельности.

10. Расчетно-графическая работа - не предусмотрена.

11. Курсовая работа

Эксплуатация оборудования распределительных устройств. Расчет токов короткого замыкания на шинах. Масляные выключатели с открытой дугой и с дугогасительными камерами. Эксплуатация и техническое обслуживание, надзор за выключателем во время работы.

12. Курсовой проект

Действующим учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины должны сформироваться профессиональные компетенции ПК-3,6 для формирования которых необходимы базовые знания фундаментальных разделов дисциплин Б.1.1.5 «Высшая математика», Б.1.1.7 «Физика», Б.1.1.10 «ТОЭ», Б.1.2.10 «Математические модели физических процессов в электротехнике и электроэнергетике», Б.1.2.10 «Основы САПР»

Название и шифр компетенции	Шифр составных частей	Составные части	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и распределительных устройств (ОПК-3)	А	Знает: методы анализа и моделирования коммутирующих и распределительных устройств.	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2, 13.3. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: применять соответствующие методы анализа и моделирования электрических цепей и распределительных устройств			
	В	Владеет: навыками использования методов анализа и моделирования электрических цепей и распределительных устройств			
- готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5)	А	Знает: параметры оборудования аппаратов распределительных устройств.	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2. 15.2. 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: определять параметры оборудования аппаратов распределительных устройств.			

	В	Владеет: методами проектирования аппаратов распределительных устройств.			
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; (ПК-7)	А	Знает: основные режимы и параметры технологических процессов в аппаратах распределительных устройств.	Зачет	В соответствии с пунктами 7, 13.2, 15.2, 15.3. Вопросы и тестовые задания. Собеседование.	зачтено / не зачтено
	Б	Умеет: обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.			
	В	Владеет: методами обеспечения требуемых режимов работы распределительных устройств.			

13.1 Вопросы для зачета

Действующим учебным планом зачет не предусмотрен.

13.2 Вопросы для экзамена

1. Электроэнергетические системы и электрические сети (определение, краткая характеристика).
2. Резервы мощности в энергосистеме.
3. Основное электрооборудование станций и подстанций.
4. Основные требования, предъявляемые к главным схемам станций и подстанций.
5. Схемы тупиковых и ответвительных подстанций с двумя трансформаторами.
6. Краткая характеристика аппаратов распределительных устройств и подстанций и методика их выбора.
7. Характеристика и параметры силовых трансформаторов
8. Характеристика и параметры автотрансформаторов.
9. Выбор типа и числа трансформаторов на подстанции.
10. Измерительные трансформаторы напряжения.
11. Измерительные трансформаторы тока.
12. Системы собственных нужд тепловых электростанций.
13. Системы собственных нужд подстанций.

14. Системы управления и измерения.
15. Источники оперативного тока на ЭС и подстанциях.
16. Баланс активных мощностей в энергосистеме и последствия его нарушения.
17. Баланс реактивных мощностей в энергосистеме последствия его нарушения.
18. Методы ограничения ТКЗ.
19. Классификация режимов работы нейтрали.
20. Режим работы изолированной нейтрали, область применения.
21. Режим работы компенсированной нейтрали, область применения.
22. Режим работы глухозаземленной нейтрали, область применения.
23. Схемы замещения ЛЭП, краткая характеристика параметров.
24. Схемы замещения трансформаторов, краткая характеристика параметров.
25. Омическое и активное сопротивление ЛЭП.
26. Полное сопротивление одного провода, системы провод-земля, транспонированной фазы трехфазной линии.
27. Расщепление проводов, назначение, полное сопротивление расщепленной фазы трехфазной линии.
28. Активная и емкостная проводимости линий.
29. Схема замещения и параметры двухобмоточного трансформатора.
30. Схема замещения и параметры трехобмоточного трансформатора.
31. Схема замещения и параметры автотрансформатора.
32. Потери мощности в ЛЭП.
33. Потери мощности в трансформаторах.
34. Потери электроэнергии в ЛЭП и трансформаторах.
35. Электрический расчет разомкнутой распределительной сети с одной и несколькими симметричными нагрузками.
36. Определение сечения проводов по допустимой потере напряжения. Экономическая плотность тока.
37. Методика расчет разомкнутой питающей сети напряжением 110кВ и выше.

38. Этапы расчета разомкнутой электрической сети.
39. Методика расчета разомкнутых питающих сетей.
40. Электрический расчет кольцевой сети.
41. Электрический расчет магистральных линий с двумя источниками питания, перенос нагрузок в другие узлы.
42. Электрический расчет сложно-замкнутых сетей методом преобразований.
43. Электрический расчет замкнутых сетей методом уравнений состояний электрической сети.
44. Матричный способ расчета сложно-замкнутых сетей.
45. Метод узловых напряжений для расчета сложно-замкнутых сетей.
46. Расчет сложно-замкнутых сетей методом наложения.
47. Молниезащита.
48. Защита от перенапряжений.
49. Заземляющие устройства в электрических сетях.
50. Методика расчета заземляющих устройств.
51. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях.

13.3 Тестовые задания по дисциплине

Тестовые задания выдаются на кафедре ЭТЭ, а также находятся у преподавателя. Примеры теста.

1 вариант.

1 Работа трансформатора основана на явлении ...

- а) вращающегося магнитного поля;
- б) взаимной индукции;
- в) взаимодействия токов в обмотках;
- г) возникновения вихревых токов.

2 Обмотка трансформатора, которую подключают к источнику переменного напряжения, называется ...

- а) первичной;
- б) вторичной;
- в) нагрузкой;
- г) потребителем.

3 Обмотку низшего напряжения трансформатора делают из ... сечения

- а) медного провода большого;
- б) медного провода малого;

- в) алюминиевого провода большого;
 - г) алюминиевого провода малого.
- 4 Сердечник трансформатора собирают из ...
- а) железных стержней;
 - б) алюминиевых листов;
 - в) листов электротехнической стали;
 - г) стержней электротехнической стали.
- 5 Трансформатор будет понижающим, если ...
- а) $U_1 > U_2$;
 - б) $E_1 = E_2$;
 - в) $U_1 < U_2$
 - г) $U_1 > E_1$
- 6 Передавать электроэнергию целесообразно при напряжении ...
- а) низком;
 - б) высоком.
- 7 Понижающий трансформатор повысить напряжение сети ...
- а) может;
 - б) не может.
- 8 Расширитель трансформатора полностью заполнить минеральным трансформаторным маслом ...
- а) можно;
 - б) нельзя.
- 9 Трансформаторы нашли широкое применение ...
- а) в линиях электропередачи;
 - б) в технике связи;
 - в) в автоматике и измерительной технике;
 - г) во всех перечисленных областях.
- 10 Действующее значение ЭДС E первичной обмотки определяется по формуле ...
- а) $E_2 = 4,44 f w_2 \Phi_m$;
 - б) $E_1 = 4,44 f w_1 \Phi_m$;
 - в) $E_1 = 4,44 f w_2 \Phi_m$;
- 2 вариант.
- 1 Трансформатором называется электротехническое устройство, служащее для преобразования ...
- а) постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения;
 - б) переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты;
 - в) постоянного тока в переменный ток.
- 2 Обмотка трансформатора, которую подключают к приёмнику переменного тока, называется:
- а) первичной;
 - б) вторичной;
 - в) нагрузкой;

- г) потребителем.
- 3 Обмотку высшего напряжения трансформатора делают из... сечения.
- медного провода большого;
 - медного провода малого;
 - алюминиевого провода большого;
 - алюминиевого провода малого.
- 4 Сердечник трансформатора собирают, из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга для того, чтобы...
- увеличить потери электрической энергии;
 - уменьшить потери на вихревые токи;
 - повысить потери на вихревые токи;
 - понизить электрическую энергию.
- 5 Основные части трансформатора ...
- обмотки, магнитопровод;
 - преобразователь напряжения, обмотки;
 - электромагнит, катушки; расширитель;
 - обмотки, электроприёмник.
- 6 Потреблять электроэнергию целесообразно при напряжении ...
- высоком;
 - низком.
- 7 Повышающий трансформатор понизит напряжение сети ...
- может;
 - не может;
- 8 Ближе к стержню магнитопровода трансформатора располагается обмотка ... напряжения
- высшего;
 - низшего.
- 9 Магнитопровод трёхфазного трансформатора имеет стержней ...
- один;
 - два;
 - три;
 - четыре.
- 10 Трансформатор будет повышающим, если...
- $U_1 > U_2$;
 - $E_1 = E_2$;
 - $U_1 < U_2$
 - $U_1 > E_1$

14. Образовательные технологии

По курсу «Аппараты распределительных устройств» при выполнении практических работ используется программное обеспечение: Multisim, MathCad, Matlab.

При проведении лекционных занятий по дисциплине преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (30%).

15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине

Обязательные издания:

1. Красник, В.В. Эксплуатация электрических подстанций и распределительных устройств: Производственно-практическое пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ЭНАС, 2012. — 320 с.
Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/38549>
2. Электрические подстанции [Электронный ресурс]: учебник / В.С. Почаевец-М.:УМЦЖДТ,2012. -
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785890356796.html>
3. Алиев И.И. Электротехника и электрооборудование [Электронный ресурс]: справочник. Учебное пособие для вузов/ Алиев И.И.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2014.— 1199 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9654.html>.

Дополнительные издания:

4. Наладка устройств электроснабжения напряжением свыше 1000 вольт [Электронный ресурс] / Г.Н. Дубинский, Л.Г. Левин - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5980032088.html>
5. Козлова И.С. Электротехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Козлова И.С.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2012.— 158 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6271.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Гуревич, В.И. Электрические реле. Устройство, принцип действия и применения. Настольная книга электротехника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2011. — 688 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/13796>

Периодические издания:

7. Изв. вузов. Электромеханика: науч.-техн.журн. – Новочеркасск: ФГБОУ ВО "Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова", ISSN 0136-3360.
8. Силовая Электроника. – Санкт-Петербург.:ООО "Медиа КиТ" – ISSN 2079-9322.
9. Электротехнические Системы и Комплексы: науч.-техн. журн. – Магнитогорск.: ФГБОУ ВПО Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова – ISSN 2311-8318

Интернет-ресурсы:

10. Библиотека СГТУ имени Гагарина Ю.А. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru>

11. Информационно-образовательная среда. - Режим доступа: <https://portal3.sstu.ru>.
12. Электронный каталог Научно-технической библиотеки СГТУ. - Режим доступа: <http://irbis.sstu.ru>.
13. Электронный читальный зал Научно-технической библиотеки СГТУ. - Режим доступа: <http://lib.sstu.ru/index.php/elmrazdel/melellib>
14. Министерство образования и науки Российской Федерации. - Режим доступа: <http://минобрнауки.рф>
15. Федеральный портал «Российское образование». - Режим доступа: <http://www.edu.ru/>
16. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
17. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов. - Режим доступа: <http://school-collection.edu.ru/>
18. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. - Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>

Источники ИОС:

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/ETE/13.03.02-3/B.1.2.15-7/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях со стандартным оснащением площадью не менее 40 кв.м.

Для проведения практических занятий используются лаборатории кафедры ЭТЭ: 1 – площадь 100 кв.м, 2 - площадь 80 кв.м, 3 – площадь 60 кв.м., 4 – площадь 60 кв.м., каждая оборудована мультимедийными средствами: мультимедийный проектор, экран для демонстрации презентаций, интерактивная доска, компьютер с выходом в Интернет; программные средства для мультимедийных презентаций.

Для самостоятельной работы студентов используются лаборатории кафедры ЭТЭ, оснащенная шестью компьютерами и аудитория с тремя компьютерами.

При проведении занятий преподаватель использует:

- раздаточный материал для практических занятий;
- учебный материал в электронном виде (методические указания по выполнению СРС практических заданий);
- презентации лекционного курса;
- наглядные пособия.

При выполнении СРС студенты могут пользоваться разработанными преподавателями кафедры методическими указаниями, размещенными в ИОС.

На лекционных занятиях применяются мультимедийные средства.

При изучении дисциплины используется оборудование:

1. Технические средства: компьютер с базовым программным обеспечением (Windows 7, Microsoft Office Профессиональный плюс 2007). электронная лаборатория Тина Ти, системы автоматизированного проектирования цепей вторичной коммутации электроустановок САПР ЦВК, проектор.

2. Лабораторные стенды (комплекты типового лабораторного оборудования).

Аппаратная часть комплекта выполнена по блочному (модульному) принципу и содержит: источники питания; электрические аппараты; измерительные приборы.