

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
(ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 24 » 06 2016г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Оборудование электрических станций и подстанций»**

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и Электротехника»

профиль подготовки: Электроснабжение

уровень высшего образования: **бакалавриат**

форма обучения: **заочная**

| Семестр | Трудоёмкость,<br>Зач.ед./час. | Лекций,<br>час. | Практич.<br>занятий,<br>час. | лаб.<br>работ,<br>час. | СРС,<br>час. | форма<br>промежуточного<br>контроля<br>(экз./зачет) |
|---------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------|--------------|---|
| Шестой  | 5/180                         | 4               | 6                            | 2                      | 141          | Экзамен(27часов)                                    |
| Итого   | 5/180                         | 4               | 6                            | 2                      | 141          | Экзамен(27часов)                                    |

Владимир 2016

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Оборудование электрических станций и подстанций» являются приобретения основополагающих знаний в построении структуры объектов электроэнергетики, классификации основного оборудования электрических станций и подстанций, их конструкции и принципа работы.

Достижение названных целей предполагает решение следующих задач:

- ❖ овладение навыками проектирования, анализа и синтеза электрических устройств оборудования электрических станций и подстанций;
- ❖ приобретение умений правильно выбирать, налаживать и эксплуатировать электрические схемы в системах различного назначения оборудования электрических станций и подстанций;
- ❖ изучение основных методов и средств защиты электрических схем и цепей от повреждений и ненормальных режимов функционирования при работе оборудования электрических станций и подстанций.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Оборудование электрических станций и подстанций» относится к дисциплинам базовой части подготовки бакалавров для направления «Электроэнергетика и электротехника» профиля «Электроснабжения». Дисциплина логически и содержательно – методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

Эта дисциплина изучается после получения студентом математической подготовки в объёме, предусмотренном Государственным образовательным стандартом ВО и приобретение знаний основ физики в части электрических и магнитных явлений, а так же теоретической электротехники. Поэтому требованиями к «входным» знаниям студентов является освоение таких предшествующих дисциплин: математика, физика, теоретические основы электротехники, электромеханика, элементная база электроэнергетики.

В результате освоения этих дисциплин студенты получают необходимые для изучения электрических и электронных схем и цепей **знания** основных понятий и законов и теории электрических и магнитных цепей, элементной базы современной электротехники и электроэнергетики. Приобретают **умение** применять современные методы расчёта и измерения параметров электрических устройств и приборов оборудования объектов электроэнергетики.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины «Оборудование электрических станций и подстанций» обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

- 1) знать:- элементную базу электрических и электронных устройств и приборов электрических станций и подстанций;
- 2) уметь:- эксплуатировать электрические устройства и объекты энергетического назначения электрических станций и подстанций;  
- определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-4);
- 3) владеть: - способностью к самоорганизации (ОК-7);  
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-5).



## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № | Раздел дисциплины   | Семестр | Недели семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах) |                     |                      |                    |     | Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах/%) | Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации |
|---|---|---------|-----------------|--|---------------------|----------------------|--------------------|-----|--|--|
|   |   |         |                 | лекции   | лабораторные работы | Практические занятия | Контрольные работы | СРС |  |  |
| 1 | Основное электрооборудование электрических станций и подстанций. Общий обзор.                     | 6       |                 | 1  |                     | 1                    |                    | 35  | 1/50   |  |
| 2 | Синхронные генераторы. Виды синхронных генераторов, принцип действия, конструктивные особенности. | 6       |                 | 1  |                     | 2                    |                    | 36  | 2/66   |  |
| 3 | Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Принцип действия, конструктивные исполнения.         | 6       |                 | 1  | 2                   | 2                    |                    | 35  | 3/60   |  |
| 4 | Синхронные и статические компенсаторы. Устройство и принцип действия. Назначение.                 | 6       |                 | 1  |                     | 1                    |                    | 35  | 1/50   |  |
|   |   |         |                 | 4  | 2                   | 6                    |                    | 141 | 7/58   | Экзамен  |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и электронными досками, что

позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения знаний. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов.

Практические и лабораторные занятия по дисциплине проводятся в аудиториях кафедры ЭтЭн.

## **6.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

Для текущего контроля успеваемости применяется контроль, проводимый в форме ответов на вопросы на практических занятиях.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

В ходе самостоятельной работы по освоению дисциплины студенты имеют возможность использовать:

- ❖ Рабочую программу дисциплины;
- ❖ Тексты лекций;
- ❖ Методические указания по изучению теоретического материала и выполнению практических и лабораторных работ;
- ❖ Задания для самостоятельной работы;
- ❖ Учебную литературу и интернет-ресурсы;

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

1. Выбрать дугогасящий реактор для компенсации емкостного тока сети 10 кВ, присоединённой к шинам подстанции(схема подстанции даётся).

2. Выбрать ошиновку в цепи генератора и сборные шины 10 кВ по заданным токам короткого замыкания(исходные данные в задании).
3. Выбрать сборные шины 110 кВ и токоведущие части от сборных шин до выводов трансформатора связи по условиям примера 2.
4. Выбрать кабель к электродвигателю собственных нужд мощностью 550 кВт;  $U_{ном}=6\text{кВ}$ ;  $I_{ном}=74\text{А}$ (схема задана).
5. Выбрать сечение кабеля в линии, присоединённой к шинам 10,5 кВ через реактор РБ-10-400-0,35;  $I_{ном}=200\text{А}$ ;  $I_{макс}=310\text{А}$ ;  $x_p=0,35\text{ Ом}$ .  
Кабель прокладывается в кабельном полуэтаже закрытого распределительного устройства(схема задана).
6. Выбрать выключатель Q2 и разъединитель QS1 в цепи трансформатора связи Т2 (схема и данные в задании);
7. Выбрать трансформаторы тока для присоединения измерительных приборов в цепи трансформатора собственных нужд 10 МВА на стороне 6,3 кВ (схема задана). Ударный ток КЗ равен 27 кА, интеграл Джоуля  $B_k=135\text{ кА}^2\text{с}$ .
8. Выбрать мощность трансформатора связи, если на ТЭЦ установлены три генератора ТВФ-63,  $U_{ном}=10,5\text{ кВ}$ ,  $\cos\phi=0,8$ . Нагрузка на генераторном напряжении  $P_{нmax}=65\text{ МВт}$ ,  $P_{нmin}=50\text{ МВт}$ ,  $\cos\phi=0,9$ , остальная мощность выдаётся в энергосистему по линиям 110 кВ. Расходы на собственные нужды принять 10%.
9. Выбрать мощность трансформаторов на узловой подстанции 220/110/35/10кВ. Расчётные нагрузки:  $P_{110}=114\text{ МВт}$ ,  $\cos\phi=0,9$ ;  $P_{35}=43\text{ МВт}$ ,  $\cos\phi=0,8$ ;  $P_{10}=27\text{ МВт}$ ,  $\cos\phi=0,85$ .



## Вопросы к самостоятельной работе по дисциплине «Оборудование электрических станций и подстанций»

1. Значение электротехнической подготовки для специалистов. Основные термины и определения электротехники, активные и пассивные компоненты.

2. Электротехнические устройства постоянного и переменного тока и электрические цепи.

3. Генерирующие и приёмные устройства. Условные графические обозначения электротехнических устройств постоянного и переменного тока.

4. В чём состоит принципиальное различие в технологическом процессе КЭС и ТЭЦ?

5. Каково принципиальное различие в электрической части КЭС и ТЭЦ?

6. Чем отличается синхронный компенсатор от синхронного генератора?

7. Какой эффект даёт применение в энергосистемах быстродействующих устройств релейной защиты и отключающих аппаратов?

8. Какие типы проводников применяются в следующих цепях ТЭЦ: а) сборные шины; б) цепь генератора; в) цепь трансформатора связи со стороны ВН и НН; г) цепь линии 6-10 кВ; д) цепи линий 35-110 кВ?

9. Какие типы проводников применяются в блочных КЭС в основных электрических цепях?

10. Каково назначение контакторов и пускателей, чем они различаются?

11. Назовите достоинства и недостатки бесконтактных коммутационных аппаратов.

12. Почему разъединителем нельзя отключить ток нагрузки?

13. Каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях?

14. В чём заключаются достоинства вакуумных выключателей в сравнении с масляными и воздушными?

15. Для какой цели применяются измерительные преобразователи?

16. Какими преимуществами обладают ЗРУ перед ОРУ?

17. Какие типы выключателей устанавливаются в закрытых распределительных устройствах 35 кВ и выше?

18. Системы возбуждения синхронных генераторов.

19. Чем отличаются КРУ для внутренней и для наружной установки?

20. Какие типы выключателей применяются в КРУ?

21. В чём преимущества КРУ перед ЗРУ?

22. Назовите конструктивные особенности КРУ с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Их преимущества перед КРУ с воздушной изоляцией.

23. Какова область применения комплектных трансформаторных подстанций (КТП)?

24. В чём заключается особенность конструкции ОРУ с гибкой ошиновкой

по сравнению с ОРУ, имеющим жёсткую ошинокку?

25. Какова область применения открытых токопроводов, комплектных токопроводов и кабельных соединений между генераторами, силовыми трансформаторами и ЗРУ 6 – 10 кВ?

26. Каково назначение главных щитов управления (ГЩУ), центральных щитов управления (ЦЩУ)? Объясните их расположение на электростанциях разного типа.

27. На каких электростанциях предусматриваются блочные щиты управления (БЩУ)?

28. Какие элементы входят в состав энергетической системы?

29. Какие виды электроустановок входят в состав электроэнергетической системы?

30. С какой целью производится секционирование сборных шин распределительных устройств?

31. Каково назначение секционных и линейных реакторов?

32. В чём состоит принцип обратимости электрических машин?

33. Опишите конструкцию синхронной машины.

34. Каково чередование полюсов синхронной машины?

35. От чего зависит частота генерируемого напряжения синхронной машины? Назовите частоты вращения синхронных машин в Европе и США.

36. Объясните принцип действия синхронной машины.

37. Что такое угонная частота вращения синхронного генератора?

38. Объясните особенности способов охлаждения турбо- и гидрогенераторов

39. Охарактеризуйте задачи и структуру систем возбуждения синхронных машин.

40. Изобразите характеристики синхронных генераторов, работающих на автономную нагрузку.

41. Как правильно включить синхронный генератор на параллельную работу с сетью?

42. Что означает статическая устойчивость синхронного генератора?

43. В чём назначение синхронных генераторов?

44. Объясните назначение главных элементов трансформатора.

45. На каком физическом явлении основано действие трансформатора?

Что такое коэффициент трансформации?

46. Объясните понятия групп трансформатора.

47. Трансформаторы. Назначение. Устройство и принцип действия.

48. Электрические машины постоянного тока. Устройство и принцип действия. Область применения.

49. Асинхронные электрические машины. Устройство и принцип действия. Область применения.

50. Синхронные электрические машины. Устройство и принцип действия. Область применения.

51. Параллельная работа трансформаторов.



52. Регулирование напряжения трансформаторов.
53. Нагрузочная способность трансформаторов.

**Вопросы к экзамену по дисциплине «Оборудование электрических станций и подстанций»**

1. Какие физические законы лежат в основе работы электрооборудования электростанций?
2. На каких законах электротехники основан принцип действия генераторов электростанций?
3. Генерирующие и приёмные устройства в системах электроснабжения.
4. Конструкции синхронных генераторов.
5. Принцип действия синхронных генераторов.
6. Системы возбуждения генераторов.
7. Способы охлаждения генераторов.
8. Синхронные двигатели.
9. Синхронные компенсаторы.
10. В чём состоит принцип обратимости электрических машин?
11. Принцип работы и устройство трансформатора.
12. Автотрансформаторы.
13. Конструкция трансформатора.
14. Изоляция в трансформаторах.
15. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
16. Реакторы. Назначение и виды.
17. Способы охлаждения трансформатора.
18. Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения.
19. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
20. Воздушные выключатели высокого напряжения.
21. Элегазовые выключатели высокого напряжения.
22. Масляные выключатели высокого напряжения.
23. Электромагнитные выключатели высокого напряжения.
24. Вакуумные выключатели высокого напряжения.
25. Разъединители, отделители, короткозамыкатели.
26. Комплектные распределительные устройства 10-35 кВ.
27. Герметизированные комплектные распределительные устройства на основе элегаза (КРУЭ).
28. Защитные аппараты.
29. Токоограничивающие аппараты.
30. Силовые конденсаторы. Основные характеристики.
31. Электротехнические материалы, применяемые в силовых конденсаторах.

32. Конструкции и области применения силовых конденсаторов.
33. Дугогасительные устройства элегазовых выключателей.
34. Электроника в электроэнергетике.
35. Открытые распределительные устройства.
36. Закрытые распределительные устройства.
37. Релейная защита. Структурная схема релейной защиты.
38. Распределительные щиты и щиты управления.
39. Токовые защиты.
40. Общая характеристика кабельных линий.
41. Изоляторы и линейная арматура.
42. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы.
43. Электротехнические материалы. Изоляционные материалы.
44. Силовые кабели.
45. На каком физическом явлении основано действие трансформатора? Что такое коэффициент трансформации?
46. Трёхфазный трансформатор. Конструкция, принцип действия.
47. Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформатора.
48. Параллельная работа трансформаторов.
49. Асинхронные двигатели собственных нужд электростанций.
50. Электрические машины постоянного тока. Устройство и принцип действия.

**Темы рефератов по дисциплине «Оборудование электрических станций и подстанций»**

1. Электрическая энергия, её особенности и область применения.
2. Этапы развития энергомашиностроения.
3. Синхронные генераторы. Конструкция, принцип действия.
4. Турбогенераторы.
5. Гидрогенераторы.
6. Системы возбуждения синхронных генераторов.
7. Синхронные двигатели. Конструкция, принцип действия.
8. Синхронные компенсаторы. Конструкция, принцип действия.
9. Асинхронные двигатели. Конструкция, принцип действия.
10. Принцип работы и устройство трансформаторов.
11. Автотрансформаторы.
12. Конструкция трёхфазного трансформатора.
13. Режимы холостого хода и короткого замыкания трансформаторов.
14. Работа трансформаторов под нагрузкой.
15. Параллельная работа трансформаторов.
16. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
17. Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения. Общий обзор.



18. Условия работы аппаратов высокого напряжения.
19. Воздушные выключатели высокого напряжения.
20. Элегазовые выключатели высокого напряжения.
21. Масляные выключатели высокого напряжения.
22. Электромагнитные выключатели высокого напряжения.
23. Вакуумные выключатели высокого напряжения.
24. Разъединители, отделители, короткозамыкатели.
25. Комплектные распределительные устройства высокого напряжения.
26. Защитные токоограничивающие аппараты.
27. Силовые конденсаторы.
28. Электроника в электроэнергетике.
29. Релейная защита. Структурная схема релейной защиты.
30. Токовые защиты.
31. Общая характеристика кабельных линий.
32. Изоляторы и линейная арматура.
33. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы.
34. Электротехнические материалы. Изоляционные материалы.
35. Распределительные щиты и щиты управления.
36. Открытые распределительные устройства.
37. Закрытые распределительные устройства.
38. Щиты распределительных устройств.
39. Силовые кабели.
40. Система измерений на электростанциях и подстанциях.  
(Объем реферата 6 – 8 страниц машинописного текста).

## **7.УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Основная литература:

1. Промышленные теплоэнергетические установки и системы:  
учеб.пособие для вузов./Б.В.Сазанов, В.И.Ситас.-М.: -Изд. дом  
МЭИ,2014.  
[http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI\\_221/html](http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI_221/html)
- 2.В.А.Шахнин, Электроснабжение технических объектов, зданий и  
сооружений.Учеб.пособие; Влад. гос.ун-т. Владимир. ООО «Аркаим». 2014.  
96с.ISBN 978-5-93767-073-1(библ.ВлГУ);



3. Передача и распределение электрической энергии: учебное пособие (А.А.Герасименко, В.Т.Федин) -4-е изд. М.: КНОРУС, 2014.-648с. ISBN978-5-406-03226-8 (библ.ВлГУ)

#### Дополнительная литература

1. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2-х т./под. ред. Аметистова Е.В.: Изд. дом МЭИ. 2011.  
<http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI83.html>
2. Кудрин Б.И., Системы электроснабжения, учеб. пособие.- М.: Издательский центр «Академия», 2011.-352с. ISBN978-5-7695-6789-6 (библ.ВлГУ)
3. Электрооборудование электрических станций и подстанций (Л.Д.Рожкова, Л.К.Корнеева, Т.В.Чиркова), -2-е изд., М.: Изд. центр «Академия». 2013.-448с. ISBN978-5-4468-0290-6 (библ.ВлГУ).

**При изучении данной дисциплины использовались следующие лицензионное ПО:**

1. Программный комплекс MathCad.
2. Программный комплекс Comsol Multiphysics.

#### **Internet-ресурсы:**

1. [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org)
2. <http://www.rao-ees.ru>;
3. [cdu.elektra.ru](http://cdu.elektra.ru);

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия по дисциплине проводятся в аудиториях кафедры ЭТЭн с применением мультимедийных технологий. Кроме того в аудиториях имеются наглядные пособия, натурные образцы оборудования и плакаты.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Рабочую программу составил доцент  В.И.Афонин

Рецензент: Главный инженер ООО КПП  К.М.Рыбаков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электротехники и электроэнергетики

Протокол № 14 от 24.06 2016года

Заведующий кафедрой  /С.А.Сбитнев/

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно - методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

«24» 06 2016 г., протокол № 14

Председатель комиссии  С.А.Сбитнев

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_