

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 02 » 10 2015 г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «Высоковольтная коммутационная аппаратура»

Направление подготовки: 13.03.02. «Электроэнергетика и электротехника»

профиль подготовки: Электроснабжение

уровень высшего образования: **бакалавриат**

форма обучения: **заочная**

Семестр	Трудоёмкость, Зач.ед./час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Контрольн. работ, час.	СРС, час.	форма промежуточного контроля (экз./зачет)
Шестой	4/144	6	8		130	Зачёт
итого	4/144	6	8		130	Зачёт

г.Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Высоковольтная коммутационная аппаратура» приобретение знаний основополагающих основ принципов функционирования, теории, конструкции и эксплуатационных характеристик высоковольтной коммутационной аппаратуры, которая применяется в электрических системах, схемах электроснабжения промышленных предприятий и других объектов.

Результатом достижения названных целей является приобретение компетенций, к наиболее важным из которых относятся следующие:

- ❖ Способность к самоорганизации (ОК – 7) ;
- ❖ Способность применять элементы высоковольтной коммутационной аппаратуры для реализации вопросов электроснабжения; осуществлять оперативные изменения схем и основных параметров объектов электроснабжения;

Достижение названных целей предполагает решение следующих задач:

- ❖ изучение понятий и принципов теории электрических цепей, электрического и магнитного полей, теории электрических аппаратов;
- ❖ овладение навыками проектирования, анализа и синтеза электрических цепей, содержащих электрические аппараты и другие высоковольтные устройства;
- ❖ приобретение умений правильно выбирать, налаживать и эксплуатировать системы электроснабжения промышленных предприятий с высоковольтной аппаратурой;
- ❖ изучение основных методов и средств защиты электрических цепей от повреждений с помощью высоковольтных электрических аппаратов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Высоковольтная коммутационная аппаратура» относится к дисциплинам базовой части подготовки бакалавров направления «Электроэнергетика и электротехника» для профиля «Электроснабжение». Дисциплина тесно связана с рядом теоретических дисциплин предшествующего периода обучения и изучается после получения студентом математической подготовки в объеме, предусмотренным Государственным образовательным стандартом ВО и знаний разделов физики в части электрических и магнитных явлений, а так же теоретической электротехники, электромеханики, промышленной электроники. Поэтому требования к «входным» знаниям студентов является освоение таких предшествующих дисциплин, как: математика, физика, теоретическая электротехника, основы теории электромагнитного поля, электрические аппараты, численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений.

В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения систем электроснабжения **знания** основных понятий и законов и теории высоковольтной коммутационной аппаратуры; методов и средств электрических измерений, элементной базы современной электроники.

Приобретают **умения** выполнять измерения электрических величин; собирать и налаживать схемы простых электротехнических и электронных устройств с аппаратами защиты и управления.

**Овладевают** программными средствами для решения задач электроснабжения.

Важную роль в изучении дисциплины «Высоковольтная коммутационная аппаратура» играют производственные практики (экскурсии), в ходе которых студенты знакомятся с электрическими схемами и аппаратурой

электроснабжения технологических и управляющих систем промышленных предприятий.

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

В результате освоения дисциплины «Высоковольтная коммутационная аппаратура» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать:- историю развития, область применения и инновационные тенденции совершенствования электрических схем и цепей, содержащих высоковольтные электрические аппараты;
  - основные понятия и принципы построения электрических и электронных схем и цепей с электрическими аппаратами;
  - физические процессы в электрических и электронных цепях и схемах с электрическими аппаратами, основы теории их функционирования;
  - элементную базу, характеристики высоковольтных электрических аппаратов;
  
- 2) Уметь: - проводить расчеты цепей постоянного и переменного тока с применением законов электротехники;
  - определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК – 4);
  - собирать электрические схемы различного назначения ;
  
- 3) Владеть: - методами расчета и анализа основных параметров и характеристик электрических цепей и схем;
  - навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации в области высоковольтной коммутационной аппаратуры;
  - способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК – 5).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
				лекции	лабораторные работы	Практика.	Контр. работа	СРС.		
1	Введение в курс. Область применения высоковольтной аппаратуры.	6		0,5				10	0,5/100	
2	Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования к ним.	6		0,5		1		15	0,5/33	
3	Выключатели высокого напряжения. Воздушные, элегазовые, электромагнитные выключатели.	6		1		1		15	1/50	
4	Масляные высоковольтные выключатели. Вакуумные выключатели. Реклоузеры.	6		1		1		15	1/50	
5	Разъединители, отделители, короткозамыкатели.	6		0,5		1		15	1/66	
6	КРУ 5кВ. Герметизированные комплектные РУ.	6		1		1		15	1/50	
7	Защитные и токоограничивающие аппараты. Предохранители высокого напряжения.	6		0,5		1		15	0,5/33	
8	Силовые конденсаторы.	6		0,5		1		15	0,5/33	
9	Диагностика высоковольтных выключателей.	6		0,5		1		15	1/66	
				6		8		130	7/50	Зачёт

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Лекционные и практические занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и электронными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций и практические занятия сопровождаются демонстрацией компьютерных слайдов.

## **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 зачёта после защиты реферата.

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

- ❖ Рабочую программу дисциплины;
- ❖ Тексты лекций;
- ❖ Методические указания по изучению теоретического материала и по выполнению практических работ;
- ❖ Учебную литературу;

**Вопросы к самостоятельной работе студентов по дисциплине  
«Высоковольтная коммутационная аппаратура»**

1. Значение электротехнической подготовки для специалистов в области электроэнергетики и электроснабжения.
2. Переходный процесс при нагреве и охлаждении аппаратов.
3. Охарактеризуйте процесс нагрева элементов конструкции электрических аппаратов.
4. Активные потери энергии в аппаратах.
5. Контактторы и магнитные пускатели.
6. Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов.
7. Нагрев контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов.
8. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Ток электродинамической стойкости. Ударный ток короткого замыкания.
9. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.
10. Электрическая дуга и дугогасительные системы.
11. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
12. Воздушные выключатели высокого напряжения.
13. Элегазовые выключатели высокого напряжения.
14. Масляные выключатели высокого напряжения.
15. Электромагнитные выключатели высокого напряжения.
16. Вакуумные выключатели высокого напряжения. Реклоузеры.
17. Коммутационные аппараты: предохранители, разъединители, короткозамыкатели, отделители.
18. С какой целью используют вентильные разрядники и ОПН в РУ?

19. Комплектные распределительные устройства (КРУ).
20. Защитные и ограничивающие аппараты (предохранители, токоограничивающие реакторы).
21. Защитные и ограничивающие аппараты (разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений).
22. Герметизированные комплектные распределительные устройства на основе элегаза.
23. Силовые конденсаторы. Основные характеристики.
24. Электротехнические материалы, применяемые в силовых конденсаторах.
25. Силовые конденсаторы. Конструкция и область применения.

### **Вопросы к зачёту по дисциплин «Высоковольтная коммутационная аппаратура»**

1. Особенности гашения электрической дуги в воздушных выключателях.
2. Объясните понятия: «номинальный ток» и «номинальный ток отключения».
3. Принцип модульного построения конструкции воздушных выключателей на напряжение выше 220 кВ?
4. Гашение дуги в элегазе.
5. В чём достоинства элегазовых ячеек КРУ?
6. Гашение дуги в масляных выключателях. Основные этапы процесса.
7. Особенности гашения дуги в электромагнитном выключателе.
8. Каковы достоинства вакуумных дугогасительных камер в сравнении с масляными и электромагнитными?
9. Какова роль разъединителей в схемах РУ?
10. Цель использования реактора в цепи.
11. Какие способы гашения дуги применяются в аппаратах свыше 1 кВ?



12. Почему разъединителем нельзя отключить ток нагрузки?
13. Каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях?
14. Дугогасительный модуль. Конструкция. Применение.
15. Что такое электрическая прочность вакуумного промежутка?
16. Механизмы масляных выключателей.
17. Режим газового пузыря в масляном выключателе.
18. Режим газового дутья в масляном выключателе.
19. Восстановление напряжения на выключателе.
20. Выключатели с газонаполненным отделителем.
21. Маломасляный выключатель.
22. Баковые выключатели.
23. Разъединители внутренней установки.
24. Разъединители наружной установки.
25. Назначение и выбор шунтирующих элементов.
26. Назовите основные виды приводов к выключателям переменного тока высокого напряжения.
27. Электрические аппараты высокого напряжения. Назначение и классификация.
28. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
29. Выключатели высокого напряжения.
30. Воздушные выключатели. Конструкция. Дугогасительные устройства.
31. Элегазовые выключатели. Свойства элегаза. Конструкция выключателей.
32. Дугогасительные устройства элегазовых выключателей.
33. Масляные выключатели. Принцип действия. Конструкция.
34. Электромагнитные выключатели. Принцип действия. Конструкция.

- 35.Вакуумные выключатели. Конструкция. Область применения.
- 36.Разъединители, отделители, короткозамыкатели.
- 37.Комплектные распределительные устройства внутренней установки.
- 38.Комплектные распределительные устройства наружной установки.
- 39.Защитные и токоограничивающие аппараты.
- 40.Силовые конденсаторы. Основные характеристики.

### **Темы рефератов по дисциплине «Высоковольтная коммутационная аппаратура»**

1. Электротехнические материалы, применяемые в аппаратах.
- 2.Приводы к выключателям переменного тока высокого напряжения.
- 3.Приводы к разъединителям.
- 4.Разрядники. Общие сведения. Трубочатые разрядники.
- 5.Вентильные разрядники. Разрядники постоянного тока.
- 6.Нагрев электрических аппаратов. Активные потери энергии. Способы передачи тепла в аппаратах.
- 7.Нагрев электрических аппаратов в установившихся и переходных режимах.
- 8.Нагрев аппаратов при коротком замыкании. Допустимая температура и термическая стойкость.
- 9.Электрические контакты. Режимы работы .Конструкция .Материалы.
- 10.Дуга постоянного тока в электрическом аппарате.
- 11.Дуга переменного тока в электрическом аппарате.
- 12.Способы гашения электрической дуги.
- 13.Высоковольтные предохранители.
- 14.Реакторы. Принцип действия. Конструкция. Сдвоенные реакторы.

15. Ограничители перенапряжений.
16. Коммутационные аппараты 1 кВ и выше.
17. Комплектные распределительные устройства высокого напряжения.
18. Открытые распределительные устройства.
19. Назначение и выбор шунтирующих элементов.
20. Реклоузеры.
21. Дугогасительные системы.

## **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.-Москва, 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 распространение электрической энергии: учебное пособие/А.А.Герасименко, В.Т.Федин.-М.: КНОРУС. 2014. 648с. ISBN 978-5-406-03226-8 (библ.ВлГУ)

### Дополнительная литература

1. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2-х т.д ред. Аметистова Е.В.: М.: Изд.дом МЭИ. 2011 , [http://www/studentlibrary/ru/book/MPEI\\_83.html](http://www/studentlibrary/ru/book/MPEI_83.html)
2. Системы электроснабжения: учебное пособие/Б.И.Кудрин. М.:Изд.центр «Академия» 2011, 352с. ISBN 978-5-7695-6789-6 (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.–448 с. ISBN 978-5-4468-0290-6( библи. ВлГУ )

### Программное обеспечение (ПО) и Internet-ресурсы.

При изучении данной дисциплины использовались следующее лицензионное ПО:

1. Программный комплекс Math Cad.
2. Программный комплекс ComsolMultiphysics.

Internet-ресурсы:

ru.wikipedia.org.stoom.ru

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Практические занятия по дисциплине проводятся в специализированной лаборатории электротехники и электроники кафедры ЭтЭн, в которой имеются натурные образцы оборудования, наглядные пособия и плакаты.


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению "Электроэнергетика и электротехника" и профилю подготовки «Электроснабжение»

Рабочую программу составил  доцент Афонин В.И.

Рецензент: Главный инженер ООО «КПП»  К.М.Рыбаков

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электротехники и Электроэнергетики

<< 02 >> 10 2015 г., протокол № 2

Зав. Кафедрой  /С.А. Сбитнев/-

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

« 02 » 10 2015 г.,

протокол № 2

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 \_\_\_\_\_