

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 учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 12 » 20 15 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики»**

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: Оптимизация электроэнергетических сетей

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очное

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
Третий	3/108	12	24	-	27	Экзамен-45 час.
Итого	3/108	12	24		27	Экзамен-45 час.

Владимир 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целями освоения дисциплины** являются: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности систем электроснабжения с помощью современных средств электронной аппаратуры и релейной защиты (ЭАРЗ); формирование способностей использовать технические средства ЭАРЗ при решении задач профессиональной деятельности магистров по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника; формирование готовности к обоснованию принятых технических решений с учётом экономических и экологических последствий их применения.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» относится к обязательным дисциплинам вариативной части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина логически, содержательно и методически тесно связана с рядом дисциплин бакалавриата по направлению 13.03.02 (профиль «Электроснабжение») и дисциплинами первого и второго семестров базовой и вариативной частей ОПОП магистратуры. Изучение этих дисциплин формирует «входные» знания, умения и готовности, необходимые для изучения курса «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики». В частности, знания методологии науки, умения обобщать и анализировать информацию о современных проблемах электроэнергетики, умения формулировать цели научных исследований и выбирать пути их достижения; готовности использовать компьютерные и математические модели как средства освоения новой дисциплины; способности выявлять физическую основу функционирования электронной аппаратуры и релейной защиты, понимать актуальность решения научных проблем в этой области.

К числу дисциплин базовой и вариативной частей ОПОП магистратуры, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» относятся «Философия технических наук», «Современные проблемы электроэнергетики», «Компьютерные, сетевые и информационные технологии» и «Современные технические средства передачи электроэнергии». В результате освоения этих дисциплин приобретаются знания основных этапов развития средств диагностики высоковольтного оборудования, формируется целостное представление о научных проблемах в этой области, методологии, способах и средствах их решения.

Дисциплина «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» играет важную роль в подготовке магистрантов к предусмотренной ОПП научно-исследовательской практике и к выполнению выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **знать** методы управления проектами разработки средств ЭАРЗ (ПК-10); методики технико-экономического обоснования проектов (ПК-11); алгоритмы планирования и проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем ЭАРЗ (ПК-25); способы обеспечения с помощью средств ЭАРЗ эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики (ПК-26)
- 2) **уметь** оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий и средств ЭАРЗ (ПК-3); проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов ЭАРЗ, подготавливать первичные материалы к патентованию изобретений, регистрации программ для ЭВМ и баз данных (ПК-4); проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений в сфере ЭАРЗ (ПК-5); уметь формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке средств ЭАРЗ (ПК-6); применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений применения средств ЭАРЗ (ПК-7); уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования ЭАРЗ (ПК-22); применять методы и средства автоматизированных систем управления при эксплуатации ЭАРЗ (ПК-23); принимать решения в области ЭАРЗ с учетом энерго- и ресурсосбережения (ПК-24);
- 3) **владеть способностями** действовать в нестандартных ситуациях, возникающих при эксплуатации ЭАРЗ (ОК-2); владеть способностями к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала в сфере ЭАРЗ (ОК-3); способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки компонент

ЭАРЗ (ОПК-1); способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2); способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области ЭАРЗ (ОПК-4); способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в сфере ЭАРЗ (ПК-1); способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов (ПК-11); способностью к реализации различных видов учебной работы при проведении занятий в группах повышения квалификации в сфере ЭАРЗ (ПК-21).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоёмкость (в часах)					Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
				Лекции	Лаб. раб.	Практ. занятия	Курс. работа	С.Р.С		
1	Теоретические методы анализа силовой электронной аппаратуры электроэнергетики	3	1-3	3	-	6	-	7	8/88	
2	Теория и средства преобразования переменного тока в постоянный и постоянного в переменный	3	4-5	2	-	4	-	5	6/100	Рейтинг-контроль
3	Теория и средства компенсации неактивных составляющих мощности	3	6	1	-	2	-	3	3/100	
4	Методы и системы управления силовой электронной аппаратурой электроэнергетики	3	7-8	2	-	4	-	4	5/83	Рейтинг-контроль
5	Основные виды релейных защит высоковольтных сетей	3	9-10	2	-	4	-	4	5/83	
6	Автоматизированное управление в системах электроснабжения	3	11-12	2	-	4	-	4	5/83	Рейтинг-контроль
7	Всего			12	-	24	-	27	32/89	Экзамен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Лекционные занятия проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами и интерактивными досками, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, общим количеством 48 шт. (Набор слайдов содержится в электронном приложении к рабочей программе).

5.2. Практические занятия проводятся в компьютерном классе. Около 40% времени практических занятий отведено на интерактивные формы обучения работе с техническими средствами автоматизированного анализа и управления. Для этого используются компьютерные симуляции предупреждения аварийных режимов с помощью средств ЭАРЗ на следующих объектах электроэнергетики:

- силовом трансформаторе;
- высоковольтном выключателе;
- разряднике и ОПН.

В ходе практических занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам ЭАРЗ в системах электроснабжения.

Программные средства для проведения практических занятий в интерактивной форме содержатся в электронном приложении к рабочей программе.

5.3. Программные средства для проведения практических занятий в интерактивной форме содержатся в электронном приложении к рабочей программе. В ходе самостоятельных занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам ЭАРЗ систем электроснабжения, программные средства для подготовки к практическим занятиям в интерактивной форме, а также материалы учебно-методического комплекса дисциплины.

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

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый в форме тестирования на 5-й, 8-й и 12-й неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

### 6.1. Рейтинг – контроль №1

Какие электронные компоненты называются вентилями?

- Обладающие односторонней проводимостью и нелинейной ВАХ
- Регулирующие давление в электрических сетях
- Имеющие винтовую передачу между электродами

Какие вентили относятся к числу неуправляемых ?

- Шаровые
- Диоды
- Тиристоры

Какие вентили называются вентилями с неполным управлением?

- Транзисторы
- Самые маленькие
- Однооперационные тиристоры

Какие вентили называются вентилями с полным управлением?

- Однооперационные тиристоры
- IGBT- транзисторы
- Диоды

Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?

- Импульсный
- Потенциальный
- Частотный

Какие два условия надо выполнить для отпираания тиристора?

- Подать прямое напряжение и нагреть
- Подать обратное напряжение и импульс тока на управляющий электрод
- Подать прямое напряжение и импульс тока на управляющий электрод

В каких устройствах наиболее часто применяются тиристоры?

- в трансформаторах
- в управляемых выпрямителях
- в редукторах

Что нужно сделать, чтобы закрыть однооперационный тиристор?

- Изменить полярность напряжения между анодом и катодом
- Снизить напряжение до 5 вольт
- Подать импульс тока на управляющий электрод

Что такое GTO-тиристоры?

- Устаревшие тиристоры
- Тиристоры с полным управлением
- Самые мощные тиристоры

## 6.2. Рейтинг – контроль №2

Какое значение выходного напряжения выпрямителя называется средневыпрямленным?

- Максимальное
- Недостаточно выпрямленное
- Среднее за период

Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе однополупериодного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?

- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного мостового выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

Для чего предназначены сглаживающие фильтры выпрямителей?

- Для сглаживания неровностей ВАХ
- Для уменьшения пульсаций выходного напряжения
- Для уменьшения скачков входного напряжения

Что называется коэффициентом сглаживания фильтра?

- Степень уменьшения складок фильтра
- Отношение коэффициентов пульсаций выходного напряжения выпрямителя без фильтра и с фильтром
- Отношение частот входного и выходного напряжений

Каково назначение инверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инвертировать полярность постоянного напряжения
- Инвертировать фазу переменного напряжения



Каково назначение конверторов напряжения?

- Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
- Инvertировать полярность постоянного напряжения
- Преобразовывать постоянное напряжение в постоянное другого значения

Кроме автономных какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?

- Суверенные
- Ведомые сетью
- Воздушные

Что называется углом управления однофазных тиристорных выпрямителей?

- Угол между электродами тиристора
- Угол, определяющий момент подачи импульса на управляющий электрод тиристора
- Угол фазового сдвига входного напряжения относительно выходного

Каково соотношение между углами управления ( $\gamma$ ) и опережения ( $\theta$ ) тиристорных преобразователей?

- $\theta = 180 - \gamma$
- $\theta = 90 - \gamma$
- $\theta = 180 + \gamma$

В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Снижают коэффициент мощности
- Ухудшают внешний вид
- Увеличивают частоту

Какие меры предпринимаются для снижения вредного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть?

- Устанавливаются ВЧ-заградители
- Устанавливаются компенсаторы реактивной мощности и фильтры
- Устанавливаются фильтры и насосы

Каковы главные функции устройств управления вентильными преобразователями?

Определяют момент подачи и формируют управляющие импульсы

Изменяют полярность напряжения на тиристорах

Управляют подачей охлаждающей жидкости

### 6.3. Рейтинг – контроль №3

При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?

- не более 30 А;
- не менее 1 кА;
- в не более 10 мА.

Что представляет собой дугогасящий реактор?

- катушку на ферромагнитном сердечнике;
- установку для обогащения урана;
- элемент конструкции высоковольтного выключателя.

Как включается дугогасящий реактор?

- автоматически в дугогасящей камере;
- между нейтралью трансформатора и «землёй»;
- последовательно с кабельной линией.

При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ измеряются токи нулевой последовательности?

- при заземлении нейтрали через резистор;
- при изолированной нейтрали;
- при компенсированной нейтрали.

При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?

- при глухозаземлённой нейтрали;
- при изолированной нейтрали;
- при компенсированной нейтрали.

Каково назначение вторичной обмотки трансформатора напряжения, соединённой по схеме «открытый треугольник»?

- выполняет роль фильтра напряжения нулевой последовательности;
- служит для подключения счётчиков электроэнергии;
- используется для питания потребителей собственных нужд.

В каких сетях применяются дистанционные защиты?

- в радиальных сетях;
- в кольцевых сетях с одним источником;
- в кольцевых сетях с несколькими источниками.

Для чего предназначены реле сопротивления?

- для измерения сопротивления заземления;
- для работы в составе дистанционных защит;
- для измерения сопротивления изоляции кабельных линий.

Что лежит в основе принципа действия дифференциальных токовых защит?

- определение производной по времени тока к.з.;
- сравнение токов в начале и конце линии;
- дифференциальное исчисление.

Каково назначение согласующего трансформатора в дифференциальных защитах с сигнальным кабелем?

- для электрического питания защиты;
- для обеспечения нужного режима работы трансформатора тока;
- для защиты от импульсных перенапряжений.

В каком частотном диапазоне передаётся сигнал ВЧ защит?

- сотни герц;
- десятки кГц;
- десятки МГц.

Для чего служат высокочастотные заградители?

- для защиты территории подстанций от несанкционированного проникновения людей;
- для защиты от импульсных перенапряжений;
- для ограничения зоны распространения сигнала ВЧ защит.

В каком режиме работают высокочастотные заградители?

- при резонансе токов;
- при резонансе напряжений;
- в согласованном режиме.

Для чего служат фильтры присоединения?

- для обеспечения связи силовых и измерительных трансформаторов;
- для передачи сигнала ВЧ защит;
- для выбора высших гармонических составляющих тока промышленной частоты.

#### 6.4. Тематика рефератов

1. Энергетические показатели качества электромагнитных процессов.
2. Энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств силовой электронной аппаратуры.
3. Методы расчёта энергетических показателей.
4. Проблема электромагнитной совместимости устройств энергетической электроники.
5. Рациональное применение составных выпрямителей.
6. Регулирующей характеристикой выпрямителя.
7. Вентильные электронные компоненты с неполным управлением
8. Вентильные электронные компоненты с полным управлением
9. IGBT- транзисторы.
10. GTO-тиристоры.
11. GCT-тиристоры
12. Энергетические показатели качества электромагнитных процессов.
13. Энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств силовой электронной аппаратуры.

14. Методы расчёта энергетических показателей.
15. Методы расчёта энергетических показателей.
16. Электронные средства компенсации реактивных составляющих полной мощности
17. Электронные средства компенсации мощности искажений.
18. Проблема электромагнитной совместимости устройств энергетической электроники
19. Повреждения и ненормальные режимы элементов систем электроснабжения.
20. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
21. Цифровые терминалы релейной защиты.
22. Рациональное применение составных выпрямителей.
23. Вентильные преобразователи тяговых подстанций.
24. Токовые защиты тяговых сетей электротранспорта.

#### **6.5. Экзаменационные вопросы**

1. Классификация компонент силовой электроники.
2. Вентильные электронные компоненты с неполным управлением
3. Вентильные электронные компоненты с полным управлением
4. Методы анализа силовой электронной аппаратуры электроэнергетики
5. Энергетические показатели качества электромагнитных процессов.
6. Энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств силовой электронной аппаратуры.
7. Методы расчёта энергетических показателей.
8. Методы расчёта энергетических показателей.
9. Средства преобразования переменного тока в постоянный
10. Средства преобразования постоянного тока в переменный
11. Частотные преобразователи
12. Преобразователи постоянного напряжения и тока (конверторы)
13. Электронные средства компенсации реактивных составляющих полной мощности
14. Электронные средства компенсации мощности искажений.
15. Проблема электромагнитной совместимости устройств энергетической электроники

16. Дифференциальная токовая защита. Область применения. Принцип действия.
17. Токовые защиты. Общие понятия. Основные требования.
18. Электронные реле тока. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
19. Электронные реле времени. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
20. Повреждения и ненормальные режимы элементов систем электроснабжения.
21. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.
22. Токовая направленная защита электрических аппаратов. Область применения. Принцип действия.
23. Цифровые терминалы релейной защиты. Основные параметры и характеристики.
24. Методы согласования цифровых и электромеханических защит.

## **6.6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **6.6.1. Укрупнённый план СРС и последовательность изучаемых тем**

1. Теоретические методы анализа силовой электронной аппаратуры электроэнергетики (1 - 3 недели семестра).
2. Теория и средства преобразования переменного тока в постоянный (4 неделя семестра).
3. Теория и средства преобразования постоянного тока в переменный (5 неделя семестра).
4. Теория и средства компенсации неактивных составляющих мощности силовой электронной аппаратуры (6 неделя семестра).
5. Методы и системы управления силовой электронной аппаратурой электроэнергетики (7-8 недели семестра).
6. Основные виды релейных защит высоковольтных сетей (9 -10 недели семестра).
7. Автоматизированное управление в системах электроснабжения (11 -12 недели семестра).

### **6.6.2. Вопросы для контроля результатов СРС**

1. Какие электронные компоненты называются вентилями?
2. Какие вентили относятся к числу неуправляемых ?

3. Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?
4. Какие два условия надо выполнить для отпирания тиристора?
5. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе однополупериодного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
6. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе мостового однофазного выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
7. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе трёхфазного нулевого выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
8. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневывпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?
9. Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?
10. Какова частота пульсаций выходного напряжения двенадцатипульсного выпрямителя?
11. Для чего предназначены сглаживающие фильтры выпрямителей?
12. Каково назначение инверторов напряжения?
13. Кроме автономных какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?
14. В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?
15. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?
16. Что представляет собой дугогасящий реактор?
17. Как включается дугогасящий реактор?
18. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ измеряются токи нулевой последовательности?..
19. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?
20. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?

21. Каково назначение вторичной обмотки трансформатора напряжения, соединённой по схеме «открытый треугольник»?
22. В каких сетях применяются дистанционные защиты?
23. Для чего предназначены реле сопротивления?
24. Что лежит в основе принципа действия дифференциальных токовых защит?
25. Каково назначение согласующего трансформатора в дифференциальных защитах с сигнальным кабелем?
26. В каком частотном диапазоне передаётся сигнал ВЧ защит?
27. Для чего служат высокочастотные заградители?
28. В каком резонансном режиме работают высокочастотные заградители?

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

### 7.1. Основная литература

1. Зиновьев Г.С. Силовая электроника. Учебник НГТУ. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2011. 547 с.\*
2. Захаров О.Г. Надёжность цифровых устройств релейной защиты. М: Изд. дом МЭИ. 2014. 342 с.
3. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем. М.: Изд. дом МЭИ. 2012. 610 с.
4. Шахнин В.А. Электроснабжение технических объектов, зданий и сооружений. Владимир: Акраим, 2014, 96 с. ISBN 978-5-93767-073-1.\*
5. Шахнин В.А. Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения. Метод. указания к лабораторным работам. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. 41 с.\*

### 7.2. Дополнительная литература

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высш. шк., 2010. 639 с.
2. Сукер К. Силовая электроника. Руководство разработчика. М.: Изд. дом «ДОДЭКА». 2010. 252 с.
3. Афонин В.И., Колесник Г.П., Шахнин В.А.\* Полупроводниковые элементы устройств силовой и информационной электроники. Учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ.. 126 с.\*
4. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи: семейства, характеристики, применение. Справочник М.: Издат. Дом «ДОДЭКА – XXI век». 2010. 384 с.



5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высш. шк., 2008. 639 с.\*
6. Энергетическая электроника: справочное пособие / Под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Энергоатомиздат, 2002. – 441 с. – ISBN 978-5-364-00531-1.
7. Зиновьев Г.С. Прямые методы определения диагностических показателей высоковольтных преобразователей. Учебник НГТУ. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2006. 377 с.
8. Шабад М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей. – СПб.: Энергоатомиздат, 2001. – 286 с.
9. Цифровые токовые защиты электрических линий, электрических аппаратов и высоковольтных электродвигателей НПО «Механотроника». СПб.: Механотроника. - 240 с.

### 7.3. Периодические издания

1. Журнал «Релейная защита и автоматизация». Индекс ISSN 2225-644X.
2. Журнал «Электро»\*. Индекс ISSN0368-1025.
3. Журнал «Силовая электроника». Индекс ISSN 2225-644X.
4. Журнал «Практическая силовая электроника». Индекс ISSN0368-1025.
5. Журнал «Современная электроника». Индекс ISSN1369-1435.

*\*Книги и журналы из фонда библиотеки ВлГУ*

### 7.4. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Электронное средство обучения по дисциплине «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» / Комплект из 52 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. Акт внедрения электронного средства обучения от 2.12.2011 г. – Владимир: ВлГУ.
2. Микропроцессорные устройства управления средствами диагностической электроники. НТЦ «Радиус-Автоматика» / Компьютерная презентация. – Зеленоград: НТЦ «Радиус-Автоматика» 2009г.
3. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики». Электронное средство обучения /составитель В.А. Шахнин. Акт внедрения электронного средства обучения от 28.10.2014 г. – Владимир: ВлГУ.

4. Электронное средство обучения по дисциплине «ЭАРЗ» / Комплект из 75 слайдов/ Составитель В.А. Шахнин. Акт внедрения электронного средства обучения от 22.12.2013 г. – Владимир: ВлГУ.
5. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики НТЦ «Радиус-Автоматика» / Компьютерная презентация. – Зеленоград: НТЦ «Радиус-Автоматика».
6. Устранение аварийных режимов на объектах электроэнергетики с помощью средств РЗА / Компьютерные симуляции. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ. 2013 г.
7. [www.rza.ru](http://www.rza.ru)
8. [www.rza.ru/catalog](http://www.rza.ru/catalog)
9. [www.zelenograd.ru](http://www.zelenograd.ru)
10. [www.cheaz.ru](http://www.cheaz.ru)

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

Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» / Комплект из 75 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ). Более 80 % времени практических занятий отведено на интерактивные формы обучения работе с техническими средствами автоматизированного анализа и управления. Для этого используются компьютерные симуляции предупреждения аварийных режимов с помощью средств ЭАРЗ в силовом трансформаторе, в высоковольтном выключателе, в разряднике и ОПН. В ходе практических занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам автоматизированного анализа и управления в системах электроснабжения.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил  
профессор каф. ЭтЭн, д.т.н.





В.А. Шахнин

Рецензент  
зав. сектором электроэнергетики  
ООО «ВП «МАГНИТ», к.т.н.



В.Н. Филинов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн  
Протокол № 6 от 12 февраля 2015 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  С.А. Сбитнев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
Протокол № 6 от 12 февраля 2015 года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_  С.А. Сбитнев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/2017 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 14 от 24 июня 2016 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 \_\_\_\_\_

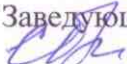
Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

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

Институт архитектуры, строительства и энергетики  
Кафедра электротехники и электроэнергетики

Актуализированная рабочая  
программа рассмотрена и  
одобрена на заседании кафедры  
протокол № 14 от 24. 06. 2016 г.

Заведующий кафедрой  
 С.А. Сбитнев

**Актуализация рабочей программы дисциплины**  
**«Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики»**

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: Оптимизация электроэнергетических сетей

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очное

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы:

а) основная литература

Шойко В.П. Автоматическое регулирование в электрических системах - Новосиб.: НГТУ, 2012. - 195 с.: ISBN 978-5-7782-1909-0
Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Ершов, О. П. Халезина, А. В. Малеев и др. - Красноярск: Сиб. 2012. - 68 с. - ISBN 978-5-7638-2555-8.
Силовая электроника: Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения: Уч.пос. / Онищенко Г.Б., Соснин О.М. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 122 с.: ISBN 978-5-16-011120-9
Шахнин В.А. Электроснабжение технических объектов, зданий и сооружений. Владимир: Акраим, 2014, 96 с. ISBN 978-5-93767-073-1.
Кузнецов С.М. Электронная защита от токов короткого замыкания и автоматика в распределительных устройствах 6–10 кВ - Новосиб.: НГТУ, 2011. - 104 с.: ISBN 978-5-7782-1453-8

б) дополнительная литература

Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Высш. шк., - 639 с.
Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению: Справочник / Шеховцов В.П., - 3-е изд. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 136 с.: 60x90 1/16. - (Профессиональное образование) (Обложка) ISBN 978-5-91134-923-3
Управляемые электротехнические комплексы технологического оборуд.. Науч.-практ. и метод. реком. по выпол. курс. и диплом. проект.: Уч. пос. / Поляков А.Е., Филимонова Е.М.- М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015-300с.:70x100 1/16.(ВО)(П) ISBN 978-5-00091-122-8
Афонин В.И., Колесник Г.П., Шахнин В.А. Полупроводниковые элементы устройств силовой и информационной электроники. Учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ.. 126 с.

Актуализацию выполнил  
профессор каф. ЭтЭн



В.А. Шахнин

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт архитектуры, строительства и энергетики  
Кафедра электротехники и электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой



С.А.Сбитнев

« 24 » июня 2016 г.

Основание:  
решение кафедры

от « 24 » июня 2016 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики»**

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: Оптимизация электроэнергетических сетей

Уровень высшего образования: магистратура

Владимир, 2016

## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики (ЭАРЗ)» разработан в соответствии с рабочей программой, входящей в ОПОП направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника. Профиль подготовки: электроснабжение.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение в курс	ОК-5, 6, 7	
2	Основные понятия и принципы организации диагностики высоковольтного оборудования (ДВО)	ОК-7, ПК-1, 5	Тесты
3	Традиционные средства и методы ДВО, требующие снятия рабочего напряжения	ПК-2, 5, 6, 7	Тесты
4	Средства и методы ДВО под рабочим напряжением	ПК-1, 3, 4	Тесты,
5	Средства мониторинга высоковольтного оборудования	ПК-2, 5, 6, 7	Тесты
6	Электрошумовая интродиагностика – перспективное направление развития ДВО	ПК-2, 5, 6, 7	Тесты

Комплект оценочных средств по дисциплине «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

### Комплект оценочных средств по дисциплине «ЭАРЗ» включает:

1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости:
  - тесты как система стандартизированных знаний, позволяющая провести процедуру измерения уровня знаний и умений обучающихся;
  - контрольные вопросы для защиты курсовых работ.
2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена:
  - контрольные вопросы для проведения экзамена.

**Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины  
«Электронная аппаратура и релейная защита электроэнергетики» при освоении  
образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02  
Электроэнергетика и электротехника**

<i>Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- методики формулирования целей и задач исследования, выявления приоритетов решения задач, выбора и создания критериев оценки	- выявлять цели и задачи исследования, приоритеты решения задач	- навыками выбирать и создавать критерии оценки решений в сфере ЭАРЗ

<i>Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы ( ОПК-2)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- методы теоретических и экспериментальных исследований в сфере ЭАРЗ	-оценивать и представлять результаты выполненной работы	-навыками применения технических средств для проведения исследований и представления результатов выполненной работы

<i>Способность использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности (ОПК-4)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- средства ЭАРЗ, которые находятся на передовом рубеже науки и техники	- оценивать соответствие средств ЭАРЗ передовым достижениям науки и техники	- навыками применения теоретических положений на практике

<i>Способность действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-2)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
-алгоритмы действий в нестандартных ситуациях применения ЭАРЗ	- принимать решения в сфере ЭАРЗ, осознавая степень ответственности за их последствия	- навыками эксплуатации ЭАРЗ в нестандартных ситуациях

<i>Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
-принципы и методики саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала в профессиональной сфере	- использовать источники информации в сфере ЭАРЗ для саморазвития, самореализации, использования творческого	- навыками и приёмами саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала в профессиональной сфере



	потенциала в профессиональной сфере	
--	-------------------------------------	--

*Способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- алгоритмы постановки задач исследования, выбора методов экспериментальной работы	- интерпретировать и представлять результаты научных исследований	- навыками использования орг. техники для представления результатов научных исследований

*Способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности (ПК-3)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- алгоритмы оценки риска и обеспечения безопасности работы оборудования ЭАРЗ объектов электроэнергетики	- применять должностные инструкции для обеспечения безопасности работы оборудования ЭАРЗ объектов электроэнергетики	- навыками безопасной эксплуатации оборудования ЭАРЗ объектов электроэнергетики

*Готовность проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений (ПК-5)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики проведения экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений	- оценивать основные параметры ЭАРЗ на основе применения конструкторской документации	- навыками проведения экспертиз.

*Способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства (ПК-6)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- алгоритмы постановки технических заданий и методы автоматизации при проектировании и технологической подготовке ЭАРЗ	- выбирать САД – технологии в сфере ЭАРЗ	- навыками применения САД – технологий в сфере ЭАРЗ в соответствии тех. заданием и норм.-техн. документацией

*Способность применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений (ПК-7)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
--------------	--------------	----------------

- методики анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	- выбирать и эксплуатировать средства вычислительной техники для анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	- навыками подключения средств измерений для оценки свойств ЭАРЗ при анализе вариантов, разработки и поиска компромиссных решений
<i>Способность управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности (ПК-10)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- алгоритмы и методики разработки объектов ЭАРЗ	-применять вычислительную технику для разработки объектов ЭАРЗ	- навыками сравнительного анализа алгоритмов расчёта объектов ЭАРЗ
<i>Способность осуществлять технико-экономическое обоснование проектов (ПК-11)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- методики технико-экономического обоснования проектов в сфере ЭАРЗ	- выбирать и эксплуатировать программные продукты для технико-экономической оценки проектов в сфере ЭАРЗ	- навыками применения комплексов ЭАРЗ для их технико-экономической оценки
<i>Способность к реализации различных видов учебной работы (ПК-21)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- методики реализации различных видов учебной работы	-выбирать мульти-медиа технологии для реализации различных видов учебной работы	- навыками применения технических средств для реализации различных видов учебной работы

<i>Готовность эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности (ПК-22)</i>		
<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
- методики определения значений параметров оборудования ЭАРЗ объектов электроэнергетики	- выбирать и эксплуатировать средства измерений для оценки состояния ЭАРЗ	- навыками подключения средств измерений для проведения испытаний и ремонта ЭАРЗ

*Готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности (ПК-23)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- алгоритмы и методы автоматизации технологических процессов в электроэнергетике с помощью ЭАРЗ	- применять ЭАРЗ для автоматизации технологических процессов в электроэнергетике	- навыками сравнительного анализа средств ЭАРЗ для автоматизации технологических процессов в электроэнергетике

*Способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения (ПК-24)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- принципы и методы обеспечения энерго- и ресурсосбережения в сфере ЭАРЗ	- выбирать и эксплуатировать комплексы средств ЭАРЗ для обеспечения энерго- и ресурсосбережения процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.	- навыками подключения средств ЭАРЗ для обеспечения энерго- и ресурсосбережения процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.

*Способность разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем (ПК-25)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики разработки планов, программ и методик проведения испытаний ЭАРЗ	- выбирать САД – технологии для разработки планов, программ и методик проведения испытаний ЭАРЗ	- навыками применения средств вычислительной техники для разработки планов, программ и методик проведения испытаний ЭАРЗ

*Способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-26)*

<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методики анализа эффективности производственно-технологических режимов работы ЭАРЗ	- выявлять параметры, необходимые для оценки эффективности производственно-технологических режимов работы ЭАРЗ	- навыками подключения средств измерений для для оценки эффективности производственно-технологических режимов работы ЭАРЗ

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций текущего контроля знаний по учебной дисциплине «СМД»**

Текущий контроль знаний, согласно «Положению о рейтинговой системе комплексной оценки знаний студентов в ВлГУ» (далее Положение) в рамках изучения дисциплины «ЭАРЗ» предполагает тестирование.

**Критерии оценки тестирования студентов**

<b>Оценка выполнения тестов</b>	<b>Критерий оценки</b>
<i>0,5 балла за правильный ответ на 1 вопрос</i>	<i>Правильно выбранный вариант ответа (в случае закрытого теста). правильно вписанный ответ (в случае открытого теста)</i>

**Регламент проведения мероприятия и оценивания**

<b>№</b>	<b>Вид работы</b>	<b>Продолжительность</b>
1.	Предел длительности тестирования	20-40 мин.
2.	Внесение исправлений	до 5 мин.
	Итого (в расчете на тест)	до 45 мин.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА  
ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ЭАРЗ»**

**Тесты к рейтинг-контролю №1**

1. Классификация методов анализа силовой электронной аппаратуры электроэнергетики
2. Перечислите энергетические показатели качества электромагнитных процессов.
3. Перечислите энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств силовой электронной аппаратуры.
4. Перечислите основные методы расчёта энергетических показателей.

6. Какие электронные компоненты называются вентилями?

- Обладающие односторонней проводимостью и нелинейной ВАХ
- Регулирующие давление в электрических сетях
- Имеющие винтовую передачу между электродами

7. Какие вентили относятся к числу неуправляемых ?

- Шаровые
- Диоды
- Тиристоры

8. Какие вентили называются вентилями с неполным управлением?

- Транзисторы
- Самые маленькие
- Однооперационные тиристоры

9. Какие вентили называются вентилями с полным управлением?

- Однооперационные тиристоры
- IGBT- транзисторы
- Диоды

10. Какой из способов управления тиристорами наиболее часто используется в устройствах силовой электроники?

- Импульсный
- Потенциальный
- Частотный

11. Какие два условия надо выполнить для отпирания тиристора?

- Подать прямое напряжение и нагреть
- Подать обратное напряжение и импульс тока на управляющий электрод
- Подать прямое напряжение и импульс тока на управляющий электрод

12. В каких устройствах наиболее часто применяются тиристоры?

- в трансформаторах
- в управляемых выпрямителях
- в редукторах

13. Что нужно сделать, чтобы закрыть однооперационный тиристор?

- Изменить полярность напряжения между анодом и катодом
- Снизить напряжение до 5 вольт
- Подать импульс тока на управляющий электрод

14. Что такое GTO-тиристоры?

- Устаревшие тиристоры
- Тиристоры с полным управлением
- Самые мощные тиристоры

15. Какое значение выходного напряжения выпрямителя называется средневыпрямленным?

- Максимальное
- Недостаточно выпрямленное
- Среднее за период

17. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе однополупериодного выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?

- $U_d=0,9U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

18. Каково соотношение между действующим значением напряжения ( $U_{вх}$ ) на входе трёхфазного мостового выпрямителя и средневыпрямленным значением напряжения ( $U_d$ ) на его выходе?

- $U_d=2,34U_{вх}$
- $U_d=0,45U_{вх}$
- $U_d=1,17U_{вх}$

19. Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного нулевого выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

20. Какова частота пульсаций выходного напряжения трёхфазного мостового выпрямителя?

- 300 Гц
- 100 Гц
- 150 Гц

### Тесты к рейтинг – контролю №2

1. Что называется коэффициентом сглаживания фильтра?
  - Степень уменьшения складок фильтра
  - Отношение коэффициентов пульсаций выходного напряжения выпрямителя без фильтра и с фильтром
  - Отношение частот входного и выходного напряжений
2. Каково назначение инверторов напряжения?
  - Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
  - Инвертировать полярность постоянного напряжения
  - Инвертировать фазу переменного напряжения
3. Каково назначение конверторов напряжения?
  - Преобразовывать постоянное напряжение в переменное
  - Инвертировать полярность постоянного напряжения

- Преобразовывать постоянное напряжение в постоянное другого значения
4. Кроме автономных какие ещё инверторы применяются в электроэнергетике?
- Суверенные
  - Ведомые сетью
  - Воздушные
5. Что называется углом управления однофазных тиристорных выпрямителей?
- Угол между электродами тиристора
  - Угол, определяющий момент подачи импульса на управляющий электрод тиристора
  - Угол фазового сдвига входного напряжения относительно выходного
6. Каково соотношение между углами управления ( $\gamma$ ) и опережения ( $\theta$ ) тиристорных преобразователей?
- $\theta = 180 - \gamma$
  - $\theta = 90 - \gamma$
  - $\theta = 180 + \gamma$
7. В чём заключается вредное влияние вентильных преобразователей на питающую сеть?
- Снижают коэффициент мощности
  - Ухудшают внешний вид
  - Увеличивают частоту
8. Какие меры предпринимаются для снижения вредного влияния вентильных преобразователей на питающую сеть?
- Устанавливаются ВЧ-заградители
  - Устанавливаются компенсаторы реактивной мощности и фильтры
  - Устанавливаются фильтры и насосы



9. Каковы главные функции устройств управления вентиляльными преобразователями?
10. Как определяют момент подачи и формируют управляющие импульсы?
11. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?
- не более 30 А;
  - не менее 1 кА;
  - в не более 10 мА.
12. Что представляет собой дугогасящий реактор?
- катушку на ферромагнитном сердечнике;
  - установку для обогащения урана;
  - элемент конструкции высоковольтного выключателя.
13. Как включается дугогасящий реактор?
- автоматически в дугогасящей камере;
  - между нейтралью трансформатора и «землёй»;
  - последовательно с кабельной линией.
14. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ измеряются токи нулевой последовательности?
- при заземлении нейтрали через резистор;
  - при изолированной нейтрали;
  - при компенсированной нейтрали.
15. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?
- при глухозаземлённой нейтрали;
  - при изолированной нейтрали;
  - при компенсированной нейтрали.
16. Каков алгоритм действий оперативного персонала при срабатывании высоковольтного выключателя 110 кВ?
17. Каков алгоритм действий оперативного персонала при срабатывании газовой защиты силового трансформатора?
18. Каков алгоритм действий оперативного персонала при срабатывании защиты от ОЗЗ?
19. Перечислите интерактивные формы повышения квалификации оперативного персонала подстанций.
20. Перечислите меры по обеспечению безопасности персонала служб РЗА.

### Тесты к рейтинг – контролю №3

1. Каково назначение вторичной обмотки трансформатора напряжения, соединённой по схеме «открытый треугольник»?
  - выполняет роль фильтра напряжения нулевой последовательности;
  - служит для подключения счётчиков электроэнергии;
  - используется для питания потребителей собственных нужд.
  
2. В каких сетях применяются дистанционные защиты?
  - в радиальных сетях;
  - в кольцевых сетях с одним источником;
  - в кольцевых сетях с несколькими источниками.
  
3. Для чего предназначены реле сопротивления?
  - для измерения сопротивления заземления;
  - для работы в составе дистанционных защит;
  - для измерения сопротивления изоляции кабельных линий.
  
4. Что лежит в основе принципа действия дифференциальных токовых защит?
  - определение производной по времени тока к.з.;
  - сравнение токов в начале и конце линии;
  - дифференциальное исчисление.
  
5. Каково назначение согласующего трансформатора в дифференциальных защитах с сигнальным кабелем?
  - для электрического питания защиты;
  - для обеспечения нужного режима работы трансформатора тока;
  - для защиты от импульсных перенапряжений.

6. В каком частотном диапазоне передаётся сигнал ВЧ защит?
- сотни герц;
  - десятки кГц;
  - десятки МГц.
7. Для чего служат высокочастотные заградители?
- для защиты территории подстанций от несанкционированного проникновения людей;
  - для защиты от импульсных перенапряжений;
  - для ограничения зоны распространения сигнала ВЧ защит.
8. В каком режиме работают высокочастотные заградители?
- при резонансе токов;
  - при резонансе напряжений;
  - в согласованном режиме.
9. Для чего служат фильтры присоединения?
- для обеспечения связи силовых и измерительных трансформаторов;
  - для передачи сигнала ВЧ защит;
  - для выбора высших гармонических составляющих тока промышленной частоты.
10. Каков режим нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ?
- а) изолированная нейтраль;
  - б) глухозаземлённая нейтраль;
  - в) воздушная нейтраль.
11. Каков режим нейтрали в электрических сетях 110-1150 кВ?
- а) компенсированная нейтраль;
  - б) с заземлением через резистор;
  - в) воздушная нейтраль.
12. Каков режим нейтрали в электрических сетях с напряжением менее 1000 В?
- а) изолированная нейтраль;

- б) компенсированная нейтраль;
- в) глухозаземлённая нейтраль.

13. Какие симметричные составляющие содержат токи трёхфазных коротких замыканий?

- а) прямой и обратной последовательностей;
- б) только прямой последовательности;
- в) только нулевой последовательности.

14. Какие симметричные составляющие содержат токи двухфазных коротких замыканий?

- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- б) только прямой и обратной последовательностей;
- в) только обратной последовательности.

15. Как расшифровывается аббревиатура «УРОВ»?

16. Как осуществляется контроль синхронизма для АПВ линий с двухсторонним питанием?

17. Какие симметричные составляющие содержат токи однофазных коротких замыканий на землю?

- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- б) только нулевой и обратной последовательностей;
- в) только обратной последовательности.

18. Каковы особенности двойных к. з. на землю?

- а) на землю замкнута одна из фаз в двух разных точках сети;
- б) на землю замкнуты две фазы в одной точке сети;
- в) на землю замкнуты две фазы в разных точках сети.

19. Как изменяется напряжение неповрежденных фаз при однофазном к.з. на землю?

- а) не изменяется;
- б) уменьшается в 3 раза;
- в) увеличивается приблизительно в 1,73 раза.

20. Какие симметричные составляющие содержат токи нагрузки при обрыве одной из фаз?

- а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
- б) только нулевой и обратной последовательностей;
- в) только обратной последовательности.

21. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?

- а) не более 30 А;
  - б) не менее 1 кА;
  - в) не более 10 мА.
22. Что представляет собой дугогасящий реактор?
- а) катушку на ферромагнитном сердечнике;
  - б) установку для обогащения урана;
  - в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
23. Как включается дугогасящий реактор?
- а) автоматически в дугогасящей камере;
  - б) между нейтралью трансформатора и «землёй»;
  - в) последовательно с кабельной линией.
24. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ измеряются токи нулевой последовательности?
- а) при заземлении нейтрали через резистор;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
25. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?
- а) при глухозаземлённой нейтрали;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
26. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭСС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?
- а) не более 30 А;
  - б) не менее 1 кА;
  - в) не более 10 мА.
27. Что представляет собой дугогасящий реактор?
- а) катушку на ферромагнитном сердечнике;
  - б) установку для обогащения урана;
  - в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
28. Как включается дугогасящий реактор?
- а) автоматически в дугогасящей камере;
  - б) между нейтралью трансформатора и «землёй»;
  - в) последовательно с кабельной линией.

- б) при изолированной нейтрали;
- в) при компенсированной нейтрали.

30. При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?

- а) при глухозаземлённой нейтрали;
- б) при изолированной нейтрали;
- в) при компенсированной нейтрали.

**Общее за семестр распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов (в соответствии с Положением), если промежуточная аттестация проводится в форме экзамена**

Рейтинг-контроль 1	Тест 20 вопросов	До 10 баллов
Рейтинг-контроль 2	Тест 20 вопросов	До 10 баллов
Рейтинг контроль 3	Тест 30 вопросов	До 15 баллов
Посещение занятий студентом		5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		15 баллов

Максимальное количество баллов, которое студент может получить по результатам текущего контроля, в соответствии с Положением составляет 60 баллов, если промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

**Показатели, критерии и шкала оценивания компетенций промежуточной аттестации знаний по учебной дисциплине «ЭАРЗ»**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Экзамен проводится по билетам, содержащим 2 вопроса. Студент пишет ответы на вопросы экзаменационного билета на листах белой бумаги формата А4, на каждом из которых должны быть указаны: фамилия, имя, отчество студента; шифр студенческой группы; дата проведения экзамена; номер экзаменационного билета. Листы ответов должны быть подписаны и студентом и экзаменатором после получения студентом экзаменационного билета.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на экзамене, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Оценка в баллах	Оценка за ответ на экзамене	Критерии оценивания компетенций
30-40 баллов	«Отлично»	Студент глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
20-29 баллов	«Хорошо»	Студент показывает твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, допуская некоторые неточности; демонстрирует хороший уровень освоения материала, информационной и коммуникативной культуры и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.
10 -19 баллов	«Удовлетворительно»	Студент показывает знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, в целом, не препятствует усвоению последующего программного материала, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена на минимально допустимом уровне.
Менее 10 баллов	«Неудовлетворительно»	Студент не знает значительной части программного материала (менее 50% правильно выполненных заданий от общего объема работы), допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой экзамена.

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ЭАРЗ»**

**Экзаменационные вопросы**

- a. Классификация компонент силовой электроники.
- b. Вентильные электронные компоненты с неполным управлением
- c. Вентильные электронные компоненты с полным управлением
- d. Методы анализа силовой электронной аппаратуры электроэнергетики
- e. Энергетические показатели качества электромагнитных процессов.
- f. Энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств силовой электронной аппаратуры.
- g. Методы расчёта энергетических показателей.
- h. Методы расчёта энергетических показателей.
- i. Средства преобразования переменного тока в постоянный
- j. Средства преобразования постоянного тока в переменный
- k. Частотные преобразователи
- l. Преобразователи постоянного напряжения и тока (конверторы)
- m. Электронные средства компенсации реактивных составляющих полной мощности
- n. Электронные средства компенсации мощности искажений.
- o. Проблема электромагнитной совместимости устройств энергетической электроники
- p. Дифференциальная токовая защита. Область применения. Принцип действия.
- q. Токовые защиты. Общие понятия. Основные требования.
- r. Электронные реле тока. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
- s. Электронные реле времени. Конструкции. Основные параметры и характеристики.
- t. Повреждения и ненормальные режимы элементов систем электроснабжения.
- u. Токовая направленная защита линий. Область применения. Принцип действия.



- v. Токовая направленная защита электрических аппаратов. Область применения. Принцип действия.
- w. Цифровые терминалы релейной защиты. Основные параметры и характеристики.
- x. Методы согласования цифровых и электромеханических защит.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «ЭАРЗ» в течение семестра равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
91 - 100	«Отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i>Высокий уровень</i>
74-90	«Хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
61-73	«Удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 60	«Неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы