

**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 » 02 2015 г.



и.7

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования»**

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: Оптимизация электроэнергетических сетей

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: заочное

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
Второй	2/72	4	4	-	37	Экзамен (27 час.), КР
Третий	2/72	4	6		62	Зачёт
Итого:	4/144	8	10	-	99	Экзамен (27 ч.), зачёт, КР

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надёжности систем электроснабжения с помощью современных средств и методов диагностики высоковольтного оборудования (ДВО); формирование способностей использовать технические средства ДВО 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 ОПОПВО

Дисциплина «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» 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 семестра базовой и вариативной частей ОПОП магистратуры. Изучение этих дисциплин формирует «входные» знания, умения и готовности, необходимые для изучения курса «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования». 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 технических средств диагностики, понимать актуальность решения научных проблем в этой области.

К числу дисциплин базовой и вариативной частей ОПОП магистратуры, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования», 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 «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» играет важную роль в подготовке магистрантов к предусмотренной ОПОП научно-исследовательской практике и к выполнению выпускной квалификационной работы.

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

В результате освоения дисциплины «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

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





## **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 52 шт. (Набор слайдов содержится в электронном приложении к рабочей программе).

5.2. Практические занятия проводятся в компьютерном классе. Около 50% 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 ДВО на следующих объектах электроэнергетики:

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

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 ДВО систем электроснабжения, программные средства для подготовки к практическим занятиям в интерактивной форме, а также материалы учебно-методического комплекса дисциплины.

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

### **6.1. Экзаменационные вопросы второго семестра**

1. Назначение средств диагностики состояния высоковольтного оборудования в системах электроснабжения.
2. Современное состояние парка высоковольтного оборудования в России. Классификация методов и средств диагностики высоковольтного оборудования.
3. Основные понятия и принципы организации тестового диагностирования высоковольтного оборудования.
4. Основные понятия и принципы организации функциональной диагностики.

5. Основные понятия и принципы организации функциональной диагностики.
6. Определение коэффициента трансформации.
7. Определение сопротивления изоляции.
8. Методы и средства измерения тока и потерь холостого хода трансформаторов.
9. Методы и средства определения потерь короткого замыкания.
10. Трансформаторное масло как источник диагностической информации о состоянии высоковольтного оборудования.
11. Хроматографический анализ растворённых газов (ХАРГ).
12. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика.
13. Определение пробивного напряжения твёрдой изоляции.
14. Определение пробивного напряжения в жидкой изоляции.
15. Определение пробивного напряжения газообразной изоляции.
16. Контроль диэлектрических свойств высоковольтной изоляции.
17. Вибродиагностика высоковольтного оборудования.

## **6.2. Вопросы к зачёту третьего семестра**

1. Тепловизионное обследование высоковольтного оборудования.
2. Диагностика на основе анализа магнитных полей рассеяния.
3. Принципы мониторинга состояния высоковольтного оборудования.
4. Понятие интродиагностики высоковольтного оборудования.
5. Современные методы интродиагностики.
6. Физические основы электрошумовой интродиагностики.
7. Акустические методы интродиагностики и мониторинга.
8. Магнитные методы интродиагностики и мониторинга.
9. Тепловые методы интродиагностики и мониторинга.
10. Вибрационные методы интродиагностики и мониторинга.
11. СВЧ методы интродиагностики и мониторинга.
12. Интродиагностика и мониторинг методом частичных разрядов.
13. Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с элегазовой изоляцией.
14. Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с сухой изоляцией.
15. Особенности диагностики вакуумных высоковольтных аппаратов.
16. Особенности диагностики высоковольтных кабелей с различными видами изоляции.



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

#### **План самостоятельной работы и последовательность изучаемых тем:**

- Традиционные методы диагностики высоковольтного оборудования.
- Интродиагностика высоковольтного оборудования.
- Принципы мониторинга состояния высоковольтного оборудования.
- Тепловизионное обследование высоковольтного оборудования.
- Акустическое обследование высоковольтного оборудования. семестра.
- Электрошумовое обследование высоковольтного оборудования..
- Вибрационное обследование высоковольтного оборудования.
- Мониторинг состояния высоковольтного оборудования.

#### **Тесты для СРС второго семестра**

##### **Тест №1**

- Охарактеризуйте современное состояние парка высоковольтного оборудования в России.
- Классификация методов и средств диагностики высоковольтного оборудования.
- Основные понятия и принципы организации тестового диагностирования высоковольтного оборудования.
- Основные понятия и принципы организации функциональной диагностики.
- В чём заключаются главные недостатки традиционных методов диагностики высоковольтного оборудования?
- Перечислите традиционные методы диагностики высоковольтного оборудования.
- Классификация диагностических параметров и характеристик.
- Методы и средства определения коэффициента трансформации силовых трансформаторов.
- Методы и средства определения сопротивления изоляции силовых трансформаторов.
- Методы и средства измерения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика.
- Методы и средства определения пробивного напряжения.
- Методы и средства измерения тока и потерь холостого хода трансформаторов.
- Методы и средства определения потерь короткого замыкания.

- Какова структура цифровой системы анализа состояния высоковольтного оборудования?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение сопротивлений электрических цепей?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение тангенса угла диэлектрических потерь?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение сопротивлений электрических цепей?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение потерь короткого замыкания?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение тока и потерь холостого хода?

### Тест №2

- Трансформаторное масло как источник диагностической информации о состоянии высоковольтного оборудования.
- Методы и средства определения влажности жидких диэлектриков.
- Методы определения концентраций растворённых газов в трансформаторном масле.
- Какие развивающиеся дефекты трансформаторов позволяет выявить ХАРГ-диагностика?
- Оборудование и методика проведения ХАРГ.
- Оборудование и методика определения пробивного напряжения твёрдых диэлектриков.
- Оборудование и методика определения пробивного напряжения жидких диэлектриков.
- Оборудование и методика определения пробивного напряжения газообразных диэлектриков.
- Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с элегазовой изоляцией.
- Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с сухой изоляцией.



- Особенности диагностики вакуумных высоковольтных аппаратов.
- Особенности диагностики высоковольтных кабелей с различными видами изоляции.
- Перечислите важнейшие энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств диагностики.
- Перечислите основные методы расчёта энергетических показателей средств диагностики.
- Назовите важнейшие энергетические показатели качества электромагнитных процессов при диагностике высоковольтного оборудования.
- Как расшифровывается аббревиатура «УРОВ»?
- Как осуществляется контроль синхронизма для АПВ линий с двухсторонним питанием?
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных двигателей?
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных выключателей?
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных силовых трансформаторов? Физические основы методов диагностики на основе анализа частичных разрядов.
- Методы и средства определения параметров частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования.
- Технические средства электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования.
- Принципы контактного и дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования на основе метода частичных разрядов.

#### Тест для СРС третьего семестра

- Особенности методов диагностики высоковольтных аппаратов под рабочим напряжением.
- Каковы основные преимущества интродиагностики высоковольтного оборудования?
- Методы и средства диагностики на основе анализа магнитных полей рассеяния.
- Методы и средства диагностики на основе анализа высокочастотного электромагнитного излучения.
- Методы и средства тепловизионной диагностики высоковольтного оборудования.
- Методы и средства акустической диагностики.

- Методы и средства диагностики на основе анализа частичных разрядов.
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение полного сопротивления и потерь в режиме КЗ?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить анализ магнитных полей рассеяния?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить анализ высокочастотного электромагнитного излучения?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить анализ частичных разрядов?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить акустический метод диагностики?
- Каково назначение микропроцессорных устройств автоматической частотной разгрузки?
- Каковы принципы автоматического регулирования напряжения в высоковольтных сетях?
- Каковы принципы автоматического регулирования реактивной мощности в высоковольтных сетях?
- Физические основы методов диагностики на основе анализа частичных разрядов.
- Методы и средства определения параметров частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования.
- Технические средства электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования.
- Принципы контактного и дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования на основе метода частичных разрядов.
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных вентильных преобразователей?

#### **6.4. Тематика рефератов**

1. Классификация методов и средств диагностики высоковольтного оборудования.
2. Основные понятия и принципы организации тестового диагностирования высоковольтного оборудования.
3. Основные понятия и принципы организации функциональной диагностики.

4. Методы и средства определения коэффициента трансформации силовых трансформаторов.
5. Методы и средства определения сопротивления изоляции силовых трансформаторов.
6. Методы и средства измерения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика.
7. Методы и средства определения пробивного напряжения.
8. Методы и средства измерения тока и потерь холостого хода трансформаторов.
9. Методы и средства определения потерь короткого замыкания.
10. Трансформаторное масло как источник диагностической информации о состоянии высоковольтного оборудования.
11. Методы и средства определения влажности жидких диэлектриков.
12. Методы определения концентраций растворённых газов в трансформаторном масле.
13. Оборудование и методика определения пробивного напряжения жидких диэлектриков.
14. Оборудование и методика определения пробивного напряжения газообразных диэлектриков.
15. Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с элегазовой изоляцией.
16. Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с сухой изоляцией.
17. Особенности диагностики вакуумных высоковольтных аппаратов.
18. Особенности диагностики высоковольтных кабелей с различными видами изоляции.
19. Особенности методов диагностики высоковольтных аппаратов под рабочим напряжением.
20. Методы и средства диагностики на основе анализа магнитных полей рассеяния.
21. Методы и средства диагностики на основе анализа высокочастотного электромагнитного излучения.
22. Автоматическое регулирование реактивной мощности в высоковольтных сетях.
23. Физические основы методов диагностики на основе анализа частичных разрядов.
24. Методы и средства определения параметров частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования.
25. Технические средства электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования.



## 26. Принципы контактного и дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования на основе метода частичных разрядов.

### 6.5. Тематика курсовых работ

- Разработка первичных преобразователей для диагностического комплекса силового трансформатора.
- Разработка элементов системы обработки информации для диагностического комплекса силового трансформатора.
- Разработка первичных преобразователей для диагностического комплекса высоковольтного выключателя.
- Разработка элементов системы обработки информации для диагностического комплекса высоковольтного выключателя.
- Разработка элементов системы тепловизионного мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы электрошумового мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы вибрационного мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы СВЧ мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции. Разработка элементов системы СВЧ мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы электрошумового мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы ЧР мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы вибромониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы акустического мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.
- Разработка элементов системы диагностики высоковольтного выключателя методом токовых диаграмм.
- Разработка элементов системы мониторинга элегазового высоковольтного выключателя.
- Разработка элементов системы СВЧ мониторинга высоковольтного оборудования электрической подстанции.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Основная литература

1. Михеев Г.М.\* Цифровая диагностика высоковольтного оборудования систем электроснабжения. М.: Изд. дом «ДОДЭКА». 2012. 298 с.\*
2. Сви П. М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения. - М.: Энергоатомиздат, 2012. 240 с.\*
3. Важов В.Ф., Лавринович В.А. Техника высоких напряжений: Учебник М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015 ISBN 978-5-16-010565-9.\*
4. Моделирование электротехнических систем/ Гурова Е.Г. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 52 с.: ISBN 978-5-7782-2569-5\*
5. Щербаков Е.Ф. Электрические аппараты: Учебное пособие / Е.Ф. Щербаков, Д.С. Александров. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 304 с. \*

### 7.2. Дополнительная литература

1. Основы автоматизированного проектирования: Учебник/Под ред. А.П.Карпенко - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 329 с. \*
2. Шахнин В.А., Рощина С.И., Энергетическое обследование. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013, 139 с. ISBN 978-5-9984-0312-5.\*
3. Шахнин В.А. Электроснабжение технических объектов, зданий и сооружений. Владимир: Акраим, 2014, 96 с. ISBN 978-5-93767-073-1.\*

### 7.3. Периодические издания

1. Журнал «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика»\*
2. Журнал «ЭЛЕКТРО»\*

*\*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 2.12.2012 г. – Владимир: ВлГУ.
2. Микропроцессорные устройства управления средствами диагностической электроники. НТЦ «Радиус-Автоматика» / Компьютерная презентация. – Зеленоград: НТЦ «Радиус-Автоматика» 2014г.
3. Интеллектуальные диагностические модули (г. Саранск) / Компьютерная презентация. – Саранск: ОАО «Электровыпрямитель», 2015г.
4. [www.dimrus.ru](http://www.dimrus.ru)
5. [www.defekt.ru](http://www.defekt.ru)
6. [www.ess-enes.ru](http://www.ess-enes.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 «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» / Комплект из 52 слайдов. Составитель В.А. Шахнин. – Владимир: ВлГУ).

Около 50% 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 ДВО на следующих объектах электроэнергетики:

- силовом трансформаторе;
- высоковольтном выключателе;
- 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 \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_

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»

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**

**«Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования»**

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль/программа подготовки: Оптимизация электроэнергетических сетей

Уровень высшего образования: магистратура



## ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования (СМД)» 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 «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» предназначен для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы, в том числе рабочей программы дисциплины «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» для оценивания результатов обучения: знаний, умений, владений и уровня приобретенных компетенций.

### **Комплект оценочных средств по дисциплине «СМД» 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 «Средства и методы диагностики высоковольтного оборудования» 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>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- 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 СМД
<i>Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы ( ОПК-2)</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- методы исследований в сфере СМД	-оценивать и представлять результаты выполненной работы	-навыками применения орг. техники для 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>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
- средства и методы диагностики, которые находятся на передовом рубеже науки и техники	- оценивать соответствие СМД 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>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
-алгоритмы действий в нестандартных ситуациях применения СМД	- принимать решения в сфере СМД, осознавая степень ответственности за их последствия	- навыками эксплуатации СМД в нестандартных ситуациях
<i>Способность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3)</i>		
<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>
-принципы и методы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала в профессиональной сфере	- использовать источники информации в сфере СМД для саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала в профессиональной сфере	- навыками и приёмами саморазвития, самореализации, использования творческого 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 СМД объектов электроэнергетики	-применять должностные инструкции для обеспечения <b>безопасности</b> работы оборудования СМД объектов электроэнергетики	- навыками безопасной эксплуатации оборудования СМД 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 СМД 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 <b>автоматизации при проектировании и технологической подготовке СМД</b>	-выбирать САД – технологии в сфере СМД	- навыками применения САД –технологий в сфере СМД 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	- навыками подключения средств измерений для оценки свойств СМД при анализе

	для анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений	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 СМД	- применять вычислительную технику для разработки объектов СМД	- навыками сравнительного анализа алгоритмов расчёта объектов СМД
<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 СМД	- выбирать и эксплуатировать программные продукты для технико-экономической оценки проектов в сфере СМД	- навыками применения комплексов СМД 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 мультимедиа 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 объектов электроэнергетики	- выбирать и эксплуатировать средства измерений для электроэнергетических комплексов	- навыками подключения средств измерений для проведения испытаний и ремонта технологического оборудования
<i>Готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности (ПК-23)</i>		



<b>Знать</b> - алгоритмы и методы автоматизации технологического процесса диагностики высоковольтного оборудования	<b>Уметь</b> -применять вычислительную технику для автоматизации технологического процесса диагностики высоковольтного оборудования	<b>Владеть</b> - навыками сравнительного анализа средств автоматизации технологического процесса диагностики высоковольтного оборудования
<i>Способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения (ПК-24)</i>		
<b>Знать</b> -принципы и методы обеспечения энерго- и ресурсосбережения в сфере СМД	<b>Уметь</b> - выбирать и эксплуатировать комплексы средств РЗА для обеспечения энерго- и ресурсосбережения процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.	<b>Владеть</b> - навыками подключения средств диагностики для обеспечения энерго- и ресурсосбережения процессов производства, передачи и распределения электроэнергии.
<i>Способность разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем (ПК-25)</i>		
<b>Знать</b> - методики разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем	<b>Уметь</b> -выбирать САД – технологии для разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем	<b>Владеть</b> - навыками применения средств вычислительной техники для разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем
<i>Способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-26)</i>		
<b>Знать</b> - методики анализа эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники	<b>Уметь</b> - выявлять параметры, необходимые для оценки эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники	<b>Владеть</b> - навыками подключения средств измерений для оценки эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники

### 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 «СМД» предполагает тестирование и защиту лабораторных работ.

#### Критерии оценки тестирования студентов

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

#### Регламент проведения мероприятия и оценивания

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности тестирования (25 вопросов, в т.ч. 5 открытых)	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 «СМД»

#### Тесты к рейтинг-контролю №1

- Классификация методов и средств диагностики высоковольтного оборудования.
- Основные понятия и принципы организации тестового диагностирования высоковольтного оборудования.
- Основные понятия и принципы организации функциональной диагностики.
- В чём заключаются главные недостатки традиционных методов диагностики высоковольтного оборудования?
- Перечислите традиционные методы диагностики высоковольтного оборудования.
- Классификация диагностических параметров и характеристик.

- Методы и средства определения коэффициента трансформации силовых трансформаторов.
- Методы и средства определения сопротивления изоляции силовых трансформаторов.
- Методы и средства измерения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика.
- Методы и средства определения пробивного напряжения.
- Методы и средства измерения тока и потерь холостого хода трансформаторов.
- Методы и средства определения потерь короткого замыкания.
- Какова структура цифровой системы анализа состояния высоковольтного оборудования?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение сопротивлений электрических цепей?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение тангенса угла диэлектрических потерь?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение сопротивлений электрических цепей?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение потерь короткого замыкания?
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение тока и потерь холостого хода?
- Каков режим нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ?
  - а) изолированная нейтраль;
  - б) глухозаземлённая нейтраль;
  - в) воздушная нейтраль.
- Каков режим нейтрали в электрических сетях 110-1150 кВ?
  - а) компенсированная нейтраль;
  - б) с заземлением через резистор;
  - в) воздушная нейтраль.

- Каков режим нейтрали в электрических сетях с напряжением менее 1000 В?
  - а) изолированная нейтраль;
  - б) компенсированная нейтраль;
  - в) глухозаземлённая нейтраль.
  
- Какие симметричные составляющие содержат токи трёхфазных коротких замыканий?
  - а) прямой и обратной последовательностей;
  - б) только прямой последовательности;
  - в) только нулевой последовательности.
  
- Какие симметричные составляющие содержат токи двухфазных коротких замыканий?
  - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
  - б) только прямой и обратной последовательностей;
  - в) только обратной последовательности.

#### Тесты к рейтинг-контролю №2

- Трансформаторное масло как источник диагностической информации о состоянии высоковольтного оборудования.
- Методы и средства определения влажности жидких диэлектриков.
- Методы определения концентраций растворённых газов в трансформаторном масле.
- Какие развивающиеся дефекты трансформаторов позволяет выявить ХАРГ-диагностика?
- Оборудование и методика проведения ХАРГ.
- Оборудование и методика определения пробивного напряжения твёрдых диэлектриков.
- Оборудование и методика определения пробивного напряжения жидких диэлектриков.
- Оборудование и методика определения пробивного напряжения газообразных диэлектриков.
- Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с элегазовой изоляцией.
- Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с сухой изоляцией.
- Особенности диагностики вакуумных высоковольтных аппаратов.



- Особенности диагностики высоковольтных кабелей с различными видами изоляции.
- Перечислите важнейшие энергетические показатели качества использования преобразовательных устройств диагностики.
- Перечислите основные методы расчёта энергетических показателей средств диагностики.
- Назовите важнейшие энергетические показатели качества электромагнитных процессов при диагностике высоковольтного оборудования.
- Как расшифровывается аббревиатура «УРОВ»?
- Как осуществляется контроль синхронизма для АПВ линий с двухсторонним питанием?
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных двигателей?
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных выключателей?
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных силовых трансформаторов?
- Физические основы методов диагностики на основе анализа частичных разрядов.
- Методы и средства определения параметров частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования.
- Технические средства электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования.
- Принципы контактного и дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования на основе метода частичных разрядов.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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.
- В какой форме записываются номинальные значения коэффициента трансформации трансформаторов тока?
  - а) в виде двухзначного числа;
  - б) в виде дроби, числитель которой – это количество витков вторичной обмотки, а знаменатель – первичной;
  - в) в виде дроби, числитель которой – это номинальное значение тока в первичной обмотки, а знаменатель – во вторичной.

### Тесты к рейтинг-контролю №3

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- В какой форме записываются номинальные значения коэффициента трансформации трансформаторов тока?
  - а) в виде двухзначного числа;
  - б) в виде дроби, числитель которой – это количество витков вторичной обмотки, а знаменатель – первичной;
  - в) в виде дроби, числитель которой – это номинальное значение тока в первичной обмотки, а знаменатель – во вторичной.
- Особенности методов диагностики высоковольтных аппаратов под рабочим напряжением.
- Каковы основные преимущества интродиагностики высоковольтного оборудования?
- Методы и средства диагностики на основе анализа магнитных полей рассеяния.
- Методы и средства диагностики на основе анализа высокочастотного электромагнитного излучения.
- Методы и средства тепловизионной диагностики высоковольтного оборудования.
- Методы и средства акустической диагностики.
- Методы и средства диагностики на основе анализа частичных разрядов.
- Какие дефекты трансформаторов позволяет выявить измерение полного сопротивления и потерь в режиме КЗ?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить анализ магнитных полей рассеяния?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить анализ высокочастотного электромагнитного излучения?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить анализ частичных разрядов?
- Какие дефекты высоковольтного оборудования позволяет выявить акустический метод диагностики?
- Каково назначение микропроцессорных устройств автоматической частотной разгрузки?
- Каковы принципы автоматического регулирования напряжения в высоковольтных сетях?
- Каковы принципы автоматического регулирования реактивной мощности в высоковольтных сетях?
- Физические основы методов диагностики на основе анализа частичных разрядов.

- Методы и средства определения параметров частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования.
- Технические средства электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования.
- Принципы контактного и дистанционного мониторинга высоковольтного оборудования на основе метода частичных разрядов.
- Каковы функции микропроцессорных систем диагностики высоковольтных вентильных преобразователей?
- 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.
- Что представляет собой дугогасящий реактор?
  - а) катушку на ферромагнитном сердечнике;
  - б) установку для обогащения урана;
  - в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
- Как включается дугогасящий реактор?
  - а) автоматически в дугогасящей камере;
  - б) между нейтралью трансформатора и «землёй»;
  - в) последовательно с кабельной линией.
- 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.
- 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.
- 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.
- Что представляет собой дугогасящий реактор?
  - а) катушку на ферромагнитном сердечнике;



- б) установку для обогащения урана;
- в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
- Как включается дугогасящий реактор?
  - а) автоматически в дугогасящей камере;
  - б) между нейтралью трансформатора и «землей»;
  - в) последовательно с кабельной линией.
- 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.
- При каком режиме нейтрали для выявления ОЗЗ используются высшие гармоники тока короткого замыкания?
  - а) при глухозаземленной нейтрали;
  - б) при изолированной нейтрали;
  - в) при компенсированной нейтрали.
- Каков алгоритм действий оперативного персонала при проведении диагностики высоковольтного выключателя 110 кВ?
- Каков алгоритм действий оперативного персонала при проведении диагностики газовой защиты силового трансформатора?
- Каков алгоритм действий оперативного персонала при проведении диагностики защиты от ОЗЗ?
- Перечислите интерактивные формы повышения квалификации персонала пслужб диагностики .
- Перечислите меры по обеспечению безопасности персонала служб диагностики..

### Регламент проведения и оценивания защиты курсовых работ

Оценка результатов защиты курсовых работ

В целях закрепления практического материала и углубления теоретических знаний по разделам дисциплины «СМД» предполагается выполнение курсовых работ и их защита. Это позволяет углубить процесс познания, раскрыть понимание прикладной значимости осваиваемой дисциплины.

### Регламент проведения мероприятия

№	Вид работы	Продолжительность
1.	Предел длительности ответа на контрольные вопросы по курсовой работе	до 10 мин.
2.	Внесение уточнений в представленные ответы	до 3 мин.
3.	Комментарии преподавателя	до 2 мин.
	Итого (в расчете на одну курсовую работу)	до 15 мин.

## Критерии оценки защиты курсовую работу

Оценка	Критерии оценивания
5 баллов	Правильно выполнена пояснительная записка и получены обоснованные правильные ответы на все контрольные вопросы.
4 балла	Правильно выполнена пояснительная записка и получены правильные ответы на все контрольные вопросы, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений, и, возможно, приведшая к неверному ответу.
2 балла	Есть ошибки в пояснительной записке и получены частично (не менее 50%) правильные ответы на контрольные вопросы.
0 баллов	Есть ошибки в пояснительной записке и правильные ответы на большинство (менее 50%) контрольных вопросов отсутствует.

### Контрольные вопросы для защиты курсовой работы

1. Какими направлениями характеризуется структура технической диагностики высоковольтного оборудования? Какое из них применено в курсовой работе?
2. Объясните определение «Распознавание состояния электроэнергетической системы», от чего зависит число диагнозов? Сколько использовано в курсовой работе?
3. Какими свойствами должны обладать параметры, описывающие состояние системы? Какие параметры применены в курсовой работе?
4. Для диагностики каких выключателей предназначен прибор ПКВ/М7?
  - масляных
  - воздушных
  - элегазовых
  - вакуумных
5. Позволяет ли прибор производить местный пуск выключателя? Да \ Нет
6. Каков максимальный ток силового коммутатора прибора ПКВ/М7?
  - 10А
  - 15 А
  - 35А
7. Как происходит запуск прибора на измерение?
  - по моменту появления напряжения на электромагнитах привода
  - по первому замыканию/размыканию контактов выключателя
  - в момент нажатия кнопки ПУСК

8. Требуется ли разземлять выключатель с одной стороны перед измерением? Да \ Нет.
9. Для диагностики каких выключателей предназначен прибор ПКВ/М6 ?
  - масляных
  - воздушных
  - элегазовых
  - вакуумных
10. Позволяет ли прибор производить местный пуск выключателя? Да \ Нет
11. С какими приборами совместно может работать ПКВ/М6?
  - ПУВ-10
  - ПУВ-50
  - ПУВ-регулятор
  - ПКВ/М7
12. Как происходит запуск прибора на измерение?
  - по моменту появления напряжения на электромагнитах привода
  - по первому замыканию/размыканию контактов выключателя
  - в момент нажатия кнопки ПУСК
13. Что такое техническое обслуживание трансформаторного оборудования?
14. Что понимается под ремонтом высоковольтного коммутационного оборудования?
15. Что такое *Ремонтпригодность*?
16. *Какие предусматриваются виды ремонта высоковольтного оборудования? Дайте определение каждому из них.*
17. Поясните определение «Техническое состояние высоковольтных выключателей».
18. Какие виды состояния высоковольтного объекта различают? Охарактеризуйте каждое из них.
19. Разъясните термины *Правильное функционирование* и *Неправильное функционирование*.
20. Что такое *Техническое диагностирование*?
21. Что включает в себя *Система технического диагностирования*?
22. Какие задачи контроля и диагностики решаются на стадии разработки?
23. Что такое диагностический параметр (признак)?
24. Как разделяются системы технического диагностирования по степени охвата?
25. Как подразделяют системы технического диагностирования высоковольтного оборудования по характеру взаимодействия со средствами технического диагностирования ?

26. Как при выполнении курсовой работы выбирался ток срабатывания ТО на линиях с двусторонним питанием?
27. Каковы недостатки ТО и как они устраняются при выполнении курсовой работы в трехступенчатой токовой защите?
28. Какие возможны виды технических состояний высоковольтного оборудования? Какие рассмотрены в курсовой работе?
29. В чем отличие исправного технического состояния от работоспособного?
30. Что понимают под элементарной проверкой?
31. Перечислите четыре основных свойства надежности.
32. Дайте определения безотказности и ремонтпригодности.
33. По какой формуле в курсовой работе вычисляется коэффициент готовности? Что он характеризует?
34. Дайте определения контролепригодности и отказоустойчивости.
35. В чем различие тестовых и функциональных систем диагностирования?
36. Назовите виды систем диагностирования, применённые в курсовой работе.
37. Дайте определения понятия «полнота контроля» и приведите формулы для ее вычисления, использованные в курсовой работе.
38. Дайте определение понятия «глубина поиска неисправностей».
39. Какие оценки глубины поиска используются, если:
  - при ремонте заменяются все неисправные компоненты, попавшие в список подозреваемых элементов (СПН),
  - осуществляется просмотр сигналов на внутренних контрольных точках с целью выделения фактической неисправности из СПН,
  - в процессе просмотра очередная точка выделяется из условия деления множества подозреваемых неисправностей пополам.
40. Дайте определение и приведите общую формулу для вычисления достоверности контроля.
41. Что понимают под риском заказчика и изготовителя?
42. Как вычисляется вероятность непроверки неисправности  $s_k$  при цифровых контролируемых сигналах?
43. Как вычисляется вероятность непроверки неисправности  $s_k$  при аналоговых контролируемых сигналах?



44. Пусть в таблице функций неисправностей матрицы  $M_0$  и  $M_k$ , описывающие поведение цифрового исправного и неисправного объектов, имеют соответственно, вид:  
 $1111 \times 1011 \times 10$  и  $1 \times 1 \times 1011 \times 01$  .  
 Чему равна для этих матриц вероятность  $m_k$  непроверки неисправности  $s_k$ ?

**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, в т.ч. выполнение курсовой 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 «СМД»**

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.

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, допускает 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 «СМД»

### Экзаменационные вопросы

1. Назначение средств диагностики состояния высоковольтного оборудования в системах электроснабжения.
2. Современное состояние парка высоковольтного оборудования в России.
3. Основные понятия и принципы организации функциональной диагностики.
4. Определение коэффициента трансформации.
5. Определение сопротивления изоляции.
6. Хроматографический анализ растворённых газов (ХАРГ).
6. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости жидкого диэлектрика.
7. Определение пробивного напряжения.
8. Контроль диэлектрических свойств высоковольтной изоляции.
9. Вибродиагностика высоковольтного оборудования.
10. Тепловизионное обследование высоковольтного оборудования.
11. Диагностика на основе анализа магнитных полей рассеяния.
12. Принципы мониторинга состояния высоковольтного оборудования.
13. Понятие интродиагностики высоковольтного оборудования.
14. Современные методы интродиагностики.
15. Физические основы электрошумовой интродиагностики.
16. Акустические методы интродиагностики и мониторинга.
17. Магнитные методы интродиагностики и мониторинга.
18. Тепловые методы интродиагностики и мониторинга.
19. Вибрационные методы интродиагностики и мониторинга.
20. СВЧ методы интродиагностики и мониторинга.
21. Интродиагностика и мониторинг методом частичных разрядов.
22. Оборудование и методика проведения ХАРГ.
23. Оборудование и методика определения пробивного напряжения твёрдых диэлектриков.
24. Оборудование и методика определения пробивного напряжения жидких диэлектриков.

25. Оборудование и методика определения пробивного напряжения газообразных диэлектриков.

26. Особенности диагностики высоковольтных аппаратов с элегазовой изоляцией.

**Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине «СМД» 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	«Неудовл-но»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	Компетенции не сформированы