****

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента)**:

Протокол от «24» сентября 2018 г. № 1

Заведующий кафедрой ЭЭиЭТ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Силин Н.В.

 (подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента)**:

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой/директор академического департамента

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(подпись) (И.О. Фамилия)

**АННОТАЦИЯ**

###### Дисциплина Б1.В.ОД.3 «Диагностика электроэнергетического оборудования» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе аспирантуры по направлению подготовки 13.06.01, профилю «Теоретическая электротехника» и входит в вариативную часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (16 часов, в том числе 8 часов с использованием методов активного обучения), практические занятия (20 часов, в том числе 12 часов с использованием методов активного обучения), самостоятельная работа (135 часов). Дисциплина реализуется на втором курсе в третьем-и четвертом семестрах.

Дисциплина «Диагностика электроэнергетического оборудования» связана с изучением теории, методов и средств обнаружения дефектов, должна способствовать расширению научного кругозора в области предотвращения аварийных ситуаций и техногенных катастроф, развитию мышления о необходимости разработки и использования современных методов диагностики на основе последних достижений в области информационных технологий.

**Цель** дисциплины*-*формирование представлений об основах технической диагностики и ее роли в обеспечении надежной работы высоковольтного электроэнергетического оборудования.

**Задачи** дисциплины:

 - ознакомить со специальными знаниями по электрофизическим процессам в изоляции высоковольтного оборудования, приводящим к появлению и развитию дефектов;

- ознакомить с теорией, методами и средствами обнаружения и поиска дефектов;

- ознакомить с существующими и разрабатываемыми системами диагностики.

- Ознакомить с современными информационно-измерительными и информационно-вычислительными системами получения диагностической информации.

**В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные компетенции (элементы компетенций).**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования компетенции** |
| УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях | Знает | основные концепции современной технической диагностики и ее роли в обеспечении надежной работы высоковольтного электроэнергетического оборудования.  |
| Умеет | использовать положения методик технической диагностики для анализа и оценки их эффективности |
| Владеет | навыками анализа основных методов технической диагностики, используемых в мировой практике |
| УК-3 Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач | Знает | особенности представления результатов научной дея-тельности в устной и письменной форме при  работе в российских и международных исследовательских кол-лективах |
| Умеет | следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач  |
| Владеет | осуществлять личностный выбор в процессе работы в российских и международных исследовательских коллективах, оценивать последствия принятого решения и нести за него ответственность перед собой, коллегами и обществом  |
| ОПК-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности | Знает | основные методы теоретических и экспериментальных исследований в области технической диагностики и ее роли в обеспечении надежной работы высоковольтного электроэнергетического оборудования |
| Умеет | использовать положения методик технической диагностики с целью мониторинга и оценки технического состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования |
| Владеет | навыками обработки результатов теоретических и экспериментальных исследований по оценке технического состояния высоковольтного оборудования |
| ОПК-2 Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий | Знает | Основные виды специализации научно-исследовательских исследований |
| Умеет | осуществлять выбор вида научного исследования, организовать эффективное использование трудовых ресурсов |
| Владеет | навыками научного исследования с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий |
| ОПК-3 Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности | Знает | нормативно-правовые основы организации научных исследований, современные методы исследований |
| Умеет | осуществлять разработку новых методов исследования в области профессиональной деятельности  |
| Владеет | методами применения новых методов исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности  |
| ОПК-4 Готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности | Знает | нормативно-правовые основы организации деятельности исследовательского коллектива в области диагностики высоковольтного оборудования |
| Умеет | осуществлять рациональный подбор оборудования и материалов для осуществления профессиональной деятельности |
| Владеет | методами подготовки и изложения результатов деятельности коллектива на высоком научном уровне  |
| ПК-1 Способность самостоятельно ставить задачи, выполнять научные исследования в области теоретической электротехники и ее приложений, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии с целью создания научных основ и моделирования электродинамических процессов нового поколения электротехнических устройств, обладающих качественно новыми функциональными свойствами; совершенствования существующей техники, обеспечения эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования | Знает | методы научного поиска, получения информации о состоянии высоковольтного оборудования, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях  |
| Умеет | анализировать полученные результаты, альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, обобщать, создавать, сопоставлять и оценивать эти варианты, формулировать выводы и давать практические рекомендации по использованию результатов исследований |
| Владеет | навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования |
| ПК-3 Способность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по электродинамическим процессам в электротехнических устройствах, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов. | Знает | современные методы описания технических объектов математическими моделями и программные средства для их исследования с целью выявления дефектов оборудования |
| Умеет | описывать технические объекты математическими моделями и применять современные средства экспериментальных исследований состояния высоковольтного оборудования |
| Владеет | Современными методами и средствами экспериментальных исследований, обработкой и анализом полученных результатов |

Интерактивные формы обучения составляют 20 часов и включают в себя проблемные лекции, дискуссии, групповая консультация, проблемный семинар, практические оценки технического состояния проблемного оборудования.

1. **СТРУКТУРА И содержание теоретической части курса**

**(8/8 час., в том числе 4/6 час.с использованием методов**

**активного обучения)**

**Раздел I.Основные положения технической диагностики.Высоковольтное электрооборудование как объект диагностирования(8час.)**

**Тема 1. Введение. Техническая диагностика, как отрасль научно-технических знаний. Виды диагностирования. Вопросы проектирования средств диагностики(лекция-визуализация) (2 час.)**

Основные понятия и определения. Техническая диагностика и прогнозирование. Связь технической диагностики с надежностью и качеством.

Тестовое диагностирование. Функциональное диагностирование. Современные системы диагностирования по состоянию. Математическое моделирование в системах диагностики. Этапы проектирования технических устройств диагностики.

**Тема 2. Методы и средства измерения диагностических параметров (2 час.)**

Параметры диагностирования. Электрические и неэлектрические параметры. Классификация дефектов. Допустимые и недопустимые дефекты. Методы и средства измерения электрических величин. Измерительные информационные системы. Измерительно-вычислительные комплексы.

**Тема 3. Высоковольтное оборудование станций и подстанций(лекция-визуализация) (2 час.)**

Состав и назначение высоковольтного электроэнергетического оборудования на электрических станциях и подстанциях. Режимы в электрических сетях и их влияние на техническое состояние оборудования. Электрофизические процессы в изоляции высоковольтного оборудования и их влияние на процесс износа и старения изоляции.

**Тема 4. Силовые трансформаторы и их основные узлы, подлежащие диагностированию(2 час.)**

Общие сведения о роли силовых трансформаторов в системе электроэнергетики. Схемы и состав силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Типы и разновидности переключающих устройств. Диагностические режимы. Особенности условий работы изоляции конструктивных элементов силовых трансформаторов. Высоковольтные вводы, обмотки, регуляторы напряжения.

**Раздел II. Методы диагностики ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК в эксплуатации. Линии электропередачи и вспомогательное оборудование как объект ДИАГНОСТИРОВАНИЯ (8 час.)**

**Тема 1. Периодический контроль технического состояния с отключением оборудования (2 час.)**

**Занятие проводится с использованием метода интерактивного обучения – «дискуссия» (2 час.)**

Испытания изоляции приложением повышенного напряжения. Измерения сопротивления и тангенса угла диэлектрических потерь, абсорбционных характеристик.

Диагностические характеристики, основанные на измерении электромагнитных параметров. Определение коэффициента трансформации. Измерение тока и потерь холостого хода. Измерение сопротивления короткого замыкания. Измерение потерь короткого замыкания. Измерение сопротивления обмоток постоянному току.

Диагностические характеристики, основанные на определении химического состава. Газохроматографический анализ. Диагностика состояния бумажной изоляции по продуктам старения. Применение тонкослойной хроматографии при определении микроколичеств фурановых производных в изоляционном масле. Контроль качества трансформаторных масел при их эксплуатации в электрооборудовании.

**Тема 2. Периодический контроль технического состояния под напряжением (2 час.)**

**Занятие проводится с использованием метода интерактивного обучения – «дискуссия» (2 час.)**

Основы электрического и акустического методов регистрации частичных разрядов (ЧР). Тепловизионный контроль. Контроль маслонаполненного оборудования путём испытания проб масла (измерение физико-химических свойств масла, хроматографический анализ растворённых в масле газов).

Трансформаторное оборудование. Испытание масла в процессе эксплуатации трансформаторов. Контроль качества трансформаторных масел при их эксплуатации в электрооборудовании. Диагностика вводов трансформаторного оборудования.

Коммутационная аппаратура. Вибрационные характеристики. Тепловизионное обследование.

Измерительное оборудование. Измерение tgδ изоляции в трансформаторах тока. Измерение сопротивления обмоток постоянному току в трансформаторах тока. Испытание встроенных трансформаторов тока. Измерение сопротивления изоляции обмоток в трансформаторах напряжения. Испытание обмоток повышенным напряжением частоты 50 Гц в трансформаторах напряжения. Измерение сопротивления обмоток постоянному току в трансформаторах напряжения.

Вспомогательное оборудование. Диагностика переключающих устройств трансформаторного оборудования. Диагностика устройств регулирования напряжения силовых трехфазных трансформаторов. Диагностика системы защиты и контрольно-измерительной аппаратуры трансформаторного оборудования. Диагностика систем охлаждения трансформаторного оборудования. Диагностика баков трансформаторного оборудования.

**Тема 3. Диагностика воздушных и кабельных линий (2 час.)**

Особенности линий электропередачи как объекта диагностики. Методы локации повреждений в кабельных линиях. Аэросканирование воздушных линий электропередачи.

Требования к диагностированию воздушных линий. Схемы замещения воздушных линий электропередачи и их параметры. Кабельные линии электропередачи. Схемы замещения кабельных линий электропередачи и их параметры. Методики определения целости жил и фазировкикабельных линий. Методики определения целости жил, характера и места повреждения кабельных линий. Приборы и оборудование для определения зоны повреждения кабеля. Диагностирование кабельных линий. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь и емкости изоляции.

**Тема 4. Особенности диагностики отдельных видов электрооборудования (2 час.)**

Специфические задачи и особенности контроля технического состояния изоляции крупных вращающихся машин, коммутирующих и защитных аппаратов.Анализ дефектов, возникающих в электрическихмашинах. Диагностика изоляции электрических машин. Аппаратура диагностического контроля. Диагностика технического состояния обмотки статора и ротора, качества крепления обмоток в пазу. Датчики для измерения частичных разрядов. Диагностика остаточного коммутационного ресурса главных контактов, привода, изоляционной системы.

1. **СТРУКТУРА И содержание практической части курса**

**( 10/10 час., в том числе 4/6 час.с использованием методов**

 **активного обучения)**

Занятия проводятся **с использованиемметода интерактивного обучения - «Дискуссия по поставленным проблемным вопросам».** Цель: найти «правильное» решение, основанное на своем персональном опыте и опыте своего коллеги. Происходит всестороннее обсуждение, формируется оценочное суждение по предлагаемой позиции и сравнивается с предлагаемыми позициями других сторон. На основном этапе формулируется общее мнение, выражающее совместную позицию по творческому заданию. Выполняется задание. Оценивается достоверность и эффективность выбранных путей решения.

**Занятие 1. Критический анализ деятельности технических комитетов СИГРЭ в области диагностики высоковольтного электроэнергетического оборудования (дискуссия) (2 час.)**

1. Обзор технических комитетов СИГРЭ.
2. Технические комитеты СИГРЭ, деятельность которых направлена на решение проблем диагностики высоковольтного оборудования.
3. Анализ решений, принятых на последний сессиях СИГРЭ в области диагностики высоковольтного оборудования.
4. Анализ путей реализации решений СИГРЭ в области диагностики трансформаторного оборудования.

**Занятие 2,3. Диагностика силового трансформатора на основе анализа данных о хроматографическом составе растворенных в масле газов (4 час.)**

1. Анализ состава газов при вводе трансформатора в эксплуатацию.
2. Анализ состава газов за несколько лет эксплуатации.
3. Построение линии жизни трансформатора на основе данных концентрации газов.
4. Расчет значений критериев состояния изоляции трансформаторов по методикам МЭК и Дюваля.
5. Разработка рекомендаций по прогнозу работы трансформатора.

**Занятие 4,5. Оценка технического состояния трансформатора на основе анализа характеристик частичных разрядов(дискуссия) (4 час.)**

1. Критический анализ представления данных о частичных разрядах в трансформаторе.
2. Анализ осциллограмм частичных разрядов трансформаторов.
3. Расчет сил мощности частичных разрядов по их осциллограммам.
4. Анализ амплитудно-фазовых диаграмм частичных разрядов.
5. Оценка состояния трансформатора по величине кажущегося частичного разряда.

**Занятие 6,7. Оценка технического состояния трансформатора на основе анализа спектров его собственного электромагнитного излучения (дискуссия) (4 час.)**

1. Определение информационных диапазонов в спектрах собственного излучения трансформатора.
2. Расчет мощности излучения в информационных диапазонах.
3. Определение эталонного трансформатора.
4. Оценка технического состояния на основании анализа амплитуд отдельных спектральных линий.

**Занятие 8,9.Оценка технического состояния изоляции с помощью методов диэлектрической спектроскопии(4 час.)**

1. Расчет спектров диэлектрической проницаемости изоляции трансформаторов.
2. Анализ экспериментальных спектров диэлектрической проницаемости.
3. Расчет концентраций веществ, входящих в состав изоляции.
4. Оценка состояния изоляции на основе данных диэлектрической спектроскопии.

**Занятие 10.Критический анализ комплексной диагностики высоковольтного оборудования, проводимой в Приморском предприятии магистральных электрических сетей (2час.)**

1. Организация системы диагностики в ППМЭС.
2. Сравнительный анализ систем диагностики в электроэнергетических компаниях России. Обсуждение и выбор наиболее оптимальных систем.
3. Критический анализ результатов регламентных испытаний трансформаторов.
4. Разработка рекомендаций по организации текущего контроля высоковольтного оборудования.
5. **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ обеспечение**

**самостоятельной работы ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования» представлено в приложении 1 и включает в себя:

* план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
* характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся
и методические рекомендации по их выполнению;
* требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
* критерии оценки выполнения самостоятельной работы.
1. **контроль достижения цели курса**

1 семестр

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды, наименование и этапы формирования компетенций | Оценочные средства  |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Основные положения технической диагностики. Высоковольт-ноеэлектрообо-рудование как объект диагностиро-вания | УК-1 | знает – современные отечественные и зарубежные достижения в области общей электроэнергетики и средств диагностики; | 3,5,7 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО)9,12,17 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО) | Зачет по разделу 1. Вопросы 1-20 перечня типовых вопросов зачета. ИДЗ.(Приложе-ние 2) |
| умеет - дать глубокий критическийанализ состояния энергетическогооборудования наоснове диагностической информации; |
| владеет - навыками оценки степени надежности работы энергетического оборудования. |
| УК – 3 | знает - возможности современных отечественных диагностических комплексов; |
| умеет – в научном коллективе дать техническую оценку применимости комплекса при решении оиспользовании на конкретной подстанции; |
| владеет – навыками работы в научном коллективе. |
| ОПК- 1 | знает - принципы и способы организации и построения теоретической и практической деятельности в области электроэнергетики; |
| умеет - формулировать проблемы исследований; |
| владеет - методами проверки полученного результата с точки зрения его истинности, т. е. соответствия объекту изучения. |
| ОПК-2  | знает - новейшие информационно-коммуникационные технологии; |
| умеет - использовать информационно-коммуникационные технологии; |
| владеет - культурой научных исследований и обсуждений результатов, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий. |
| ОПК – 3 | знает – новые методы исследования технических систем; |  |  |
| умеет - самостоятельно проводить научные исследования |
| владеет - знаниями, позволяющими самостоятельно проводить научные исследования и разрабатывать новые методы технической диагностики энергетического оборудования. |
| ОПК – 4 | знает - принципы формирования исследовательского коллектива (руководитель должен иметь представление о нравственно-психологических особенностях личности, способности выполнить исследовательскую работу, взаимодействовать с другими сотрудниками, деловые качества и интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность, умение работать в команде); |
| умеет - оценивать деловые и личностные качества работников, позволяющие формировать производительные коллективы исследователей; |
| Владеет -организационными навыками организации продуктивной работы исследовательского коллектива. |
| ПК-1 | знает – глубоко теоретическую электротехнику, физико-математический аппарат, вычислительные методы для моделирования электродинамических процессов; |
| умеет - самостоятельно формулировать задачи по совершенствованию существующей техники, по обеспечению эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования; |
| владеет - навыками постановки задач по совершенствованию существующей техники, на основе глубоких знаний по теоретической электротехнике, вычислительных методов, физико-математического аппарата моделирования электродинамических процессов и создания диагностических моделей дефектов силового энергетического оборудования. |
| ПК - 3 | знает - методики экспериментальных исследований электродинамических процессов в электротехнических устройствах; |
| умеет - обрабатывать, анализировать и обобщать результаты диагностических экспериментов; |
| владеет - способностью овладения новыми современными подходами и средствами измерений для решения сложных задач электродинамических исследований, обеспечивающих оценку надежности электротехнического оборудования. |

2 семестр

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролиру-емые разделы / темы дисциплины | Коды, наименование и этапы формирования компетенций | Оценочные средства  |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Основные положения технической диагностики. Высоковольт-ноеэлектрообо-рудование как объект диагностиро-вания | УК - 1 | знает –современные отечественные и зарубежные достижения в области диагностики оборудования электроэнергетики, а также, на их основе, примеры систем, в которых осуществляется непрерывный мониторинг; | 3,5,7 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО)9,12,17 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО) | Экзамен по разделу 2. Вопросы 21-90 перечня типовых вопросов зачета. ИДЗ.(Приложе-ние 2) |
| умеет – на основе диагностической информации дать анализ состояния энергетического оборудования и остаточного ресурса, и разработать ремонтные мероприятия на основе современного отечественного производства; |
| владеет –теоретическими и практическими навыками, позволяющими технически грамотно доказать целесообразность проведения ремонтных мероприятий оборудования для обеспечения надежности на длительный период. |
| УК - 3 | Знает - возможности современных зарубежных диагностических комплексов, обеспечивающих оценку надежности энергетического оборудования; |
| умеет - на основе диагностической информации дать анализ состояния энергетического оборудования и остаточного ресурса, и разработать ремонтные мероприятия на основе современного зарубежного производства; |
| владеет – навыками самостоятельно выполнять диагностические исследования, а также в научно-исследовательском коллективе. |
| ОПК - 1 | знает – методы и способы организациипостроения теоретической и практической деятельности в области электроэнергетики; |
| умеет - технически грамотно формулировать проблемы исследований; |
| владеет - методами проверки полученного результата с точки зрения его истинности, т. е. соответствия объекту изучения. |
| ОПК – 2 | знает – область применения новейшие информационно-коммуникационных технологий; |
| умеет – в совершенстве использовать современные информационно-коммуникационные технологии; |
| владеет – культурой научных исследований. |
| ОПК – 3 | знает – новые методы исследования, применяемые в электроэнергетике; |
| умеет - самостоятельно проводить научные исследования по новейшим методикам; |
| владеет - знаниями, позволяющими самостоятельно проводить научные исследования по новым методикам и разрабатывать на их основе технические средства диагностики энергетического оборудования. |
| ОПК – 4 | знает – как при формировании исследовательского коллектива выявить такие качества сотрудников как: нравственно-психологические особенности личности, способность выполнять исследовательскую работу, взаимодействовать с другими сотрудниками, деловые качества и интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность, умение работать в команде; |
| умеет - формировать производительные коллективы исследователей, оцениваяих деловые и личностные качества; |
| владеет –психологическими правилами и принципамиорганизации продуктивной работы исследовательского коллектива(неадекватности отображения исследователя исследователем, ложного согласия, снисхождения, логической ошибки, ошибки контраста). |
| ПК – 1 | знает - вычислительные методы и компьютерные технологии для создания научных основ и моделирования электродинамических процессов нового поколения электротехнических устройств, обладающих качественно новыми функциональными свойствами |
| умеет - самостоятельно формулировать задачи по совершенствованию существующегоэлектротехнического оборудования и диагностических средств, по обеспечению эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования; |
| владеет - навыками решения задач по совершенствованию существующей техники, на основе глубоких знаний по теоретической электротехнике, вычислительных методов, физико-математического аппарата, моделирования электродинамических процессов и создания диагностических моделей дефектов силового энергетического оборудования. |
| ПК - 3  | знает - методы обработки экспериментальных результатов исследования электродинамических процессов в электротехнических устройствах; |
| умеет - обрабатывать, анализировать и обобщать результаты диагностических экспериментов при наличии погрешностей измерений в сложных измерительных комплексах; |
| владеет - способностью овладения новыми современными подходами и средствами измерений для решения сложных задач электродинамических исследований, а также способностью обрабатывать, анализировать и обобщать результаты исследований. |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2

1. **СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основная литература**

1. Киншт Н.В. Диагностика электрических цепей и систем / Н.В. Киншт, Н.Н. Петрунько. – Институт автоматики и процессов управления, Дальневосточное отделение, Российская академия наук.- Владивосток: Дальнаука, 2013. – 241 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:742015&theme=FEFU>
2. Малкин, В.С. Техническая диагностика: учебное пособие / В.С. Малкин. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 267 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:770070&theme=FEFU>
3. Шишмарев, В.Ю. Диагностика и надежность автоматизированных систем : учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. – Москва: Академия, 2013. – 352 с.<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:791634&theme=FEFU>
4. Алексеев, Б.А. Определение  состояния  (диагностика) крупных гидрогенераторов [Текст]/ Б.А. Алексеев.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: НЦ  ЭНАС, 2013.- 144 с.

5. Арбузов Р.С., Овсянников А.Г. Современные методы диагностики воздушных линий электропередачи. – Новосибирск.: Наука, 2009.- 136 с.

6. Бортник И.М., Вершинин Ю.Н., Верещагин И.П. Электрофизические основы техники высоких напряжений/ Под ред. И.П. Верещагина. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010.- 702 с.

7. Калявин В.П., Рыбаков Л.М. Надежность и диагностика элементов электроустановок.- СПб.: Элмор, 2009.-336 с.

1. Михеев Г. В. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования. – М.: Изд-во Додэка-ХХI, 2010. – 224 с.
2. Михеев Г.М. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования.- М.: ДМК, 2015.- 298 с.

10. Петрухин, В. В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учеб.пособие / В. В. Петрухин, С. В. Петрухин. – М.: Инфра-Инженерия, 2010. – 176 с.

1. Основы технической диагностики: Учебное пособие / В.А. Поляков. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 118 с.<http://znanium.com/bookread.php?book=447237>

**Дополнительная литература**

* 1. Григорьев, С. Н. Диагностика автоматизированного производства [Электронный ресурс] / С. Н. Григорьев, В. Д. Гурин, М. П. Козочкин и др.; под.ред. С. Н. Григорьева. - М.: Машиностроение, 2011. - 600 с.[http://znanium.com/bookread.php?book= 374861](http://znanium.com/bookread.php?book=%20374861)
	2. Демирчян, К.С. Теоретические основы электротехники: учебное пособие для вузов в трех томах / К.С.Демирчян, Л.Р.Нейман, Н.В.Коровкин, В.Л.Чечурин. - С.Петербург.: Питер, 2006. - 376 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:276542&theme> = FEFU

* 1. Гуменюк В.М. Основы теории надежности и технической диагностики: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Владивосток: Издательство ДВФУ, 2013.

<http://ini-fb.dvgu.ru/scripts/refget.php?ref=/gumenyuk1.pdf>

* 1. Основы технической диагностики: Учебное пособие / В.А. Поляков. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 118 с.<http://znanium.com/bookread.php?book=447237>
	2. Григорьев, С. Н. Диагностика автоматизированного производства [Электронный ресурс] / С. Н. Григорьев, В. Д. Гурин, М. П. Козочкин и др.; под.ред. С. Н. Григорьева. - М.: Машиностроение, 2011. - 600 с.[http://znanium.com/bookread.php?book= 374861](http://znanium.com/bookread.php?book=%20374861)
	3. Дубов Г.М. Дубинкин Д.М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учеб.пособие. Издательство: КузГТУ. 2011г. – 224стр.<http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6659>
	4. Алексеев Б.Л. Контроль состояния крупных силовых трансформаторов.- М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2002.- 216 с.
	5. Браун, М.  Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления [Текст]/ М. Браун.-  М.: Изд.дом Додека-ХХ1, 2010.- 328 с.
	6. Дубов Г. М. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: учеб.пособие / Г. М. Дубов, Д. М. Дубинкин; Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2011. – 224 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\_cid=25&pl1\_id=6659.

* 1. Кудрин Б. И. Электрооборудование промышленности: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» направлениеподгот. «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Б. И. Кудрин, А. Р. Минеев. – М.: Академия, 2008. – 432 с.
	2. Малкин, В. С. Техническая диагностика: учеб.пособие. – СПб.: Лань, 2013. – 272 с.

12. Макаров Е.Ф. Обслуживание и ремонт электрооборудования электростанций и сетей [Текст]: учеб.  / Е.Ф. Макаров. – М.: ИРПО; Изд. центр Академия, 2011. -  448 с.

13. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (с изменениями и дополнениями) [Текст] – М.: КНОРУС, 2015. - 168 с.

14. Объем и нормы испытаний электрооборудования / под ред. Б. А. Алексеева. – М.: Изд-во ЭНАС, 2004. – 256 с.

15. Правила устройства электроустановок [Текст] - 7-е издание. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2015. – 701 с.

16. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Текст] - 15-е изд. перераб. и доп. – СПб.: Изд. Деан, 2015.- 352 с.

17. Сибикин Ю.Д. Техническое обслуживание, ремонт электрооборудования и сетей промышленных предприятий [Текст]. В 2-х кн.: учебник.-5-е изд., стер.- М.: «Академия», 2011. - 208 с.

18. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения: учеб.пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. – СПб.: Лань, 2012.— 480 с.

http://e.lanbook.com/view/book/4544/.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

 **«Интернет»**

1. <http://www.elitarium.ru/psychology/> - Система дистанционного образования
2. <http://sbiblio.com/biblio/archive/frolov_soc/soc_frol16.aspx#top-> библиотека учебной и научной литературы
3. <http://window.edu.ru/window/library> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
4. <http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
5. <http://diss.rsl.ru/->Электронная библиотека диссертаций РГБ.
6. <http://e.lanbook.com/> - [**Электронно-библиотечная система «Лань**](http://e.lanbook.com/)**».**
7. <http://znanium.com/> - Электронно-библиотечная система «Научно-издательского центра ИНФРА-М».

**Профессиональные базы данных и информационные**

**справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>
5. Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

**Перечень информационных технологий**

**и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса используется следующее программное обеспечение: MicrosoftOffice (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д); программное обеспечение для выполнения математических расчётов Mathcad; программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно справочные системы: ЭБС ДВФУ, профессиональная поисковая система JSTOR, электронная библиотека диссертаций РГБ, Научная электронная библиотека eLIBRARY, электронно-библиотечная система издательства «Лань», электронная библиотека "Консультант студента", электронно-библиотечная система IPRbooks, информационная система "ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам".

1. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины «Диагностика электроэнергетического оборудования» отводится 36 часов аудиторных занятий и 135 часов самостоятельной работы.

Современные образовательные технологии предусматривают взаимосвязанную деятельность преподавателя и учащихся. При изучении данной дисциплины используются традиционные и интерактивные образовательные технологии:

- **лекции** (рассмотрение теоретического материала) с использованием мультимедийных технологий (презентации), диалог с аудиторией, устные блиц-опросы в начале лекции ориентированы на обобщение и определение взаимосвязи лекционного материала;

-**практические занятия** проводятся на основе совмещения коллективного и индивидуального обучения. На практических занятиях преподаватель рассматривает принципы построения систем диагностики, их элементную базу. Осуществляется обсуждение масштабных преобразователей, измерительных приборов (аналоговых, электронных, цифровых, микропроцессорных). Оценивается практика осуществления типовой методики выполнения измерений; подготовка и выполнение измерений в электроустановках, оценка точности измерительной информации, правила оформления результатов измерений, погрешности измерений. Проводится расчет основных составляющих погрешностей.

Во второй части практического занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания по расчёту точности измерительной информации задания по домашней задаче темы практического занятия. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и методы решения. Последующая защита задания развивает навыки работы в коллективе, умение доказательно обосновывать свою речь, развивает коммуникативные и творческие навыки;

- **самостоятельная работа** в виде подготовки к рубежному тестированию и выполнению индивидуальных заданий направлена на закрепление материала, изученного в ходе лекций и практических занятий. Самостоятельная работа студентов в виде сообщений на семинаре основана на самостоятельном выборе обучающимися вопроса, который вызывает у него наибольший интерес, и позволяет расширить знания по изучаемой дисциплине.

По данной дисциплине разработаны учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

1. Горбенко Ю.М. Метрология: учеб.пособие/ Ю.М. Горбенко, Н.В. Силин, А.Н. Шеин, В.С. Яблокова; Дальневост. федерал. ун-т.- Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал.ун-та, 2012.- 132 с. - Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:671926&theme=FEFU>
2. **мАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приморский край, г. Владивосток, Фрунзенский р-н, Русский Остров, ул. Аякс п., д. 10, корп. Е, Этаж 5, каб. Е-544 б.

(Лаборатория электротехнических материалов и техники высоких напряжений).

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Учебная мебель на 19 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), переносное мультимедийное оборудование: ноутбук. Экран. Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex;

.Комплектация лаборатории учебными стендами:

1. Установка испытания изоляции силовых кабелей АИД-70М – 3 шт.;

2. Измеритель параметров изоляции Вектор 2.0 М – 1 шт.;

3. Типовой комплект учебного оборудования «Электротехнические материалы», настольный вариант, компьютерная версия ЭТМ-НК (без ПК) – 3 шт.;

4. Комплект типового лабораторного оборудования "Электрическая прочность" ЭТМ1-ЭП-Н-Р – 1 шт.;

Лицензионное соглашение OpenValueSubscription/EducationSolutions № V5770601 от 2019-01-31 , Договор №011-18-ЗКЭ-В от 25.01.2019 г.:

ПО Microsoft для лицензирования рабочих станций WinPro 10 RUS UpgrdAcdmc, OfficeProPlus 2019 RUS Acdmc, WinSvrCAL 2019 RUSAcdmc (ПО Microsoft по подписке для учебных заведений позволяющее использовать на всех компьютерах в учебных классах операционные системы MicrosoftWindows 7, 8 Pro, 10 RUS, офисные пакеты MicrosoftOffice 7, 10, 13, 19 Plus; (Word, Excel,Access, PowerPoint ), ПО Microsoft для лицензирования рабочих станций Microsoft®lmagineStandard, в том числе Windows server2016, VisualStudioCommunity, WindowsEmbedded, OneNote, SQL Server, срок действия соглашения 31.01.2019-31.01.2022 г., в течение срока действия бесплатное обновление всех программных продуктов, входящих в лицензионное соглашение.

Приложение 1



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**Название школы**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ обеспечение самостоятельной работы ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования»**

Направление подготовки 13*.06.01 Электро – и теплотехника*

Профиль «Теоретическая электротехника»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**

**201\_**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

1 семестр

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****п/п****тема работы** | **Дата/сроки выполнения** | **Вид самостоятельной работы** | **Примерные нормы времени** **на выполнение** | **Форма контроля** |
| 1. Критический анализ деятельности технических комитетов СИГРЭ в области диагностики высоковольтного электроэнергетического оборудования (дискуссия)
 | 1-я – 3-янеделя | ИДЗ | 3 недели | УО |
| 2. Диагностика силового трансформатора на основе анализа данных о хроматографическом составе растворенных в масле газов  | 4-я – 6-янеделя | ИДЗ | 3 недели | УО |
| 3. Диагностика силового трансформатора на основе анализа данных о хроматографическом составе растворенных в масле газов  | 7-я – 10-янеделя | ИДЗ | 4 недели | УО |
| 4. Оценка технического состояния трансформатора на основе анализа характеристик частичных разрядов  | 11-я – 14-янеделя | ИДЗ | 4 недели | УО |
| 5. Оценка технического состояния трансформатора на основе анализа характеристик частичных разрядов  | 15-я – 18-янеделя | ИДЗ | 4 недели | УО |

2 семестр

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****п/п****тема работы** | **Дата/сроки выполнения** | **Вид самостоятельной работы** | **Примерные нормы времени** **на выполнение** | **Форма контроля** |
| 1. Оценка технического состояния трансформатора на основе анализа спектров его собственного электромагнитного излучения.  | 1-я – 3-янеделя | ИДЗ | 3 недели | УО |
| 2. Оценка технического состояния трансформатора на основе анализа спектров его собственного электромагнитного излучения.  | 4-я – 6-янеделя | ИДЗ | 1. недели
 | УО |
| 3. Оценка технического состояния изоляции с помощью методов диэлектрической спектроскопии  | 7-я – 10-янеделя | ИДЗ | 4 недели | УО |
| 1. Занятие 8,9. Оценка технического состояния изоляции с помощью методов диэлектрической спектроскопии
 | 11-я – 14-янеделя | ИДЗ | 4 недели | УО |
| 1. Критический анализ комплексной диагностики высоковольтного оборудования, проводимой в Приморском предприятии магистральных электрических сетей
 | 15-я – 18-янеделя | ИДЗ | 4 недели | УО |

**Характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению**

Варианты ИДЗ представляют собой вопросы и задачи по теме занятия.

Варианты ИДЗ выдаются в виде рефератов.

Контрольная работа: Выбор измерительной аппаратуры для создания измерительного комплекса в высоковольтной трехпроводной цепи трехфазного тока.

 **Критерии оценки выполнения самостоятельной работы**

* 10-9 баллов выставляется аспирантам, если они выполняют все пункты задания и все задачи. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно. При защите аспиранты отвечают на все вопросы преподавателя.
* 8-7 - баллов – работа выполнена полностью; допущено не более 1 ошибки при решении задач. При защите аспиранты отвечают на все вопросы преподавателя.

**Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результаты реферативной работы аспирант выполняет в виде письменного отчета. Реферат является документом аспиранта, в котором раскрыта тема индивидуального задания и приведены подробные сведения об изучаемом объекте.

Изложение в реферате должно быть сжатым, ясным и сопровождаться цифровыми данными, схемами, чертежами, графиками и диаграммами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц. Сложные и громоздкие схемы, конструктивные чертежи могут быть оформлены как приложения к реферату с обязательной ссылкой на них в тексте.

Материал в реферате представляется в следующей последовательности:

* титульный лист;
* содержание;
* введение;
* материал по теме индивидуального задания;
* заключение;
* список использованных источников;
* приложения.

Материалы реферата должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Реферат выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4.

Реферат может состоять из двух частей: основной и приложений. Объем основной части отчета составляет не более 15-20 страниц. Вторая часть представляет собой приложения к отчету и может включать схемы, чертежи, графики, таблицы, документацию предприятия и т.д.

Основная часть и приложения к реферату нумеруются сплошной нумерацией. Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Допускается использование цветных рисунков, схем и диаграмм.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст, следует набирать шрифтом TimesNewRoman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Приложения идентифицируются номерами или буквами, например «Приложение 1» или «ПриложениеА». На следующей строке при необходимости помещается название приложения, которое оформляется как заголовок 1-го уровня без нумерации. В раздел «СОДЕРЖАНИЕ» названия приложений, как правило, не помещают.

Аспиранты представляют на кафедру «Электроэнергетики и электротехники» рефераты во второй половине семестра, готовят краткое сообщение, которое докладывают на практических занятиях.

Реферат является одной из составляющих итоговой аттестации по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования».

Приложение 2



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**Название школы**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования»**

Направление подготовки 13*.06.01 Электро – и теплотехника*

Профиль «Теоретическая электротехника»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**

**201\_\_**

**Паспорт ФОС**

|  |  |
| --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования компетенции** |
| УК-1–способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области диагностики энергетического оборудования, в том числе в междисциплинарных областях | Знает | современные научные и практические достижения в области обеспечения диагностики энергетического оборудования |
| Умеет | генерировать новые идеи в области создания диагностических комплексов на основе последних достижений технической диагностики энергетических установок |
| Владеет | теоретическими знаниями и практическими навыками, позволяющими обоснованно оценить применимость современных научных достижений для создания новых методик и на их основе технических диагностических комплексов |
| УК-3– готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач по созданию диагностических комплексов, обеспечивающих оценку надежности энергетического оборудования | Знает | Российские и мировые достижения в области энергетического оборудования и его диагностики |
| Умеет | научно аргументировано доказать правоту выдвигаемых решений, работая в научных коллективах |
| Владеет | навыками выступлений в форме научного доклада при обсуждении предлагаемых решений научных задач |
| ОПК-1– владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электроэнергетики | Знает | принципы и способы организации и построения теоретической и практической деятельности в области электроэнергетики |
| Умеет | формулировать проблемы исследований (именно здесь чаще всего совершаются методологические ошибки, приводящие к выдвижению псевдопроблем или существенно затрудняющие получение результата) |
| Владеет | методами проверки полученного результата с точки зрения его истинности, т. е. соответствия объекту изучения |
| ОПК-2 – владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий | Знает | новейшие информационно-коммуникационные технологии |
| Умеет | использовать информационно-коммуникационные технологии  |
| Владеет | культурой научных исследований и обсуждений результатов, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологии |
| ОПК-3 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в электроэнергетике | Знает | новые современные методы исследования в области диагностики энергетического оборудования |
| Умеет | самостоятельно проводить научные исследования |
| Владеет | знаниями, позволяющими самостоятельно проводить научные исследования и разрабатывать новые методы технической диагностики энергетического оборудования |
| ОПК-4 – готовность организовать работу исследовательского коллектива по анализу состояния энергетического оборудования. | Знает | принципы формирования исследовательского коллектива (руководитель должен иметь представление о нравственно-психологических особенностях личности, способности выполнить исследовательскую работу, взаимодействовать с другими сотрудниками, деловые качества и интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность, умение работать в команде) |
| Умеет | оценивать деловые и личностные качества работников, позволяющие формировать производительные коллективы исследователей |
| Владеет | организационными навыками и психологическими правилами и принципами (неадекватности отображения исследователя исследователем, ложного согласия, снисхождения, логической ошибки, ошибки контраста) организации продуктивной работы исследовательского коллектива |
| ПК-1– способность самостоятельно ставить задачи, выполнять научные исследования в области теоретической электротехники и ее приложений, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии с целью создания научных основ и моделирования электродинамических процессов нового поколения электротехнических устройств, обладающих качественно новыми функциональными свойствами; совершенствования существующей техники, обеспечения эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования | Знает | современные достижения в теоретической электротехнике и ее приложениях, вычислительные методы и компьютерные технологии с целью создания научных основ и моделирования электродинамических процессовэлектротехнических устройствнового поколения, обладающих качественно новыми функциональными свойствами |
| Умеет | самостоятельно формулировать задачи по совершенствованию существующей техники, по обеспечению эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования |
| Владеет | навыками постановки и решения задач по совершенствованию существующей техники, на основе глубоких знаний по теоретической электротехнике, вычислительных методов, физико-математического аппарата моделирования электродинамических процессов и создания диагностических моделей дефектов силового энергетического оборудования |
| ПК-3 способность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по электродинамическим процессам в электротехнических устройствах, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов. | Знает | методики экспериментальных исследований электродинамических процессов в электротехнических устройствах и методы обработки экспериментальных результатов |
| Умеет | обрабатывать, анализировать и обобщать результаты диагностических экспериментов при наличии погрешностей измерений в сложных измерительных комплексах |
| Владеет | способностью овладения новыми современными подходами и средствами измерений для решения сложных задач электродинамических исследований, обеспечивающих оценку надежности электротехнического оборудования |

**Перечень используемых оценочных средств**

1 семестр

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды, наименование и этапы формирования компетенций | Оценочные средства  |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Основные положения технической диагностики. Высоковольт-ноеэлектрообо-рудование как объект диагностиро-вания | УК-1 | знает – современные отечественные и зарубежные достижения в области общей электроэнергетики и средств диагностики | 3,5,7 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО)9,12,17 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО) | Зачет по разделу 1. Вопросы 1-20 перечня типовых вопросов зачета. ИДЗ.(Приложе-ние 2) |
| умеет - дать глубокий критический анализ состояния энергетического оборудования на основе диагностической информации |
| владеет - навыками оценки степени надежности работы энергетического оборудования; |
| УК – 3 | знает - возможности современных отечественных диагностических комплексов |
| умеет – в научном коллективе дать техническую оценку применимости комплекса при решении о применении на конкретной подстанции |
| владеет – навыками работы в научном коллективе |
| ОПК- 1 | знает - принципы и способы организации и построения теоретической и практической деятельности в области электроэнергетики |
| умеет - формулировать проблемы исследований  |
| владеет - методами проверки полученного результата с точки зрения его истинности, т. е. соответствия объекту изучения |
| ОПК-2  | знает - новейшие информационно-коммуникационные технологии |
| умеет - использовать информационно-коммуникационные технологии |
| владеет - культурой научных исследований и обсуждений результатов, в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологии |
| ОПК – 3 | знает – новые методы исследования технических систем |  |  |
| умеет - самостоятельно проводить научные исследования |
| владеет - знаниями, позволяющими самостоятельно проводить научные исследования и разрабатывать новые методы технической диагностики энергетического оборудования |
| ОПК – 4 | знает - принципы формирования исследовательского коллектива (руководитель должен иметь представление о нравственно-психологических особенностях личности, способности выполнить исследовательскую работу, взаимодействовать с другими сотрудниками, деловые качества и интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность, умение работать в команде) |
| умеет - оценивать деловые и личностные качества работников, позволяющие формировать производительные коллективы исследователей |
| Владеет -организационными навыками организации продуктивной работы исследовательского коллектива |
| ПК-1 | знает – глубоко теоретическую электротехнику, физико-математический аппарат вычислительные методы для моделирования электродинамических процессов |
| умеет - самостоятельно формулировать задачи по совершенствованию существующей техники, по обеспечению эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования |
| владеет - навыками постановки задач по совершенствованию существующей техники, на основе глубоких знаний по теоретической электротехнике, вычислительных методов, физико-математического аппарата моделирования электродинамических процессов и создания диагностических моделей дефектов силового энергетического оборудования |
| ПК - 3 | знает - методики экспериментальных исследований электродинамических процессов в электротехнических устройствах  |
| умеет - обрабатывать, анализировать и обобщать результаты диагностических |
| владеет - способностью овладения новыми современными подходами и средствами измерений для решения сложных задач электродинамических исследований, обеспечивающих оценку надежности электротехнического оборудования |

2 семестр

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды, наименование и этапы формирования компетенций | Оценочные средства  |
| текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Основные положения технической диагностики. Высоковольт-ноеэлектрообо-рудование как объект диагностиро-вания | УК - 1 | знает –современные отечественные и зарубежные достижения в области диагностики оборудования электроэнергетики, а также, на их основе, примеры систем, в которых осуществляется непрерывный мониторинг | 3,5,7 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО)9,12,17 недели –блиц-опрос на лекции и практичес-ком занятии (УО) | Зачет по разделу 2. Вопросы 21-90 перечня типовых вопросов зачета. ИДЗ.(Приложе-ние 2) |
| умеет – на основе диагностической информации дать анализ состояния энергетического оборудования и остаточного ресурса, и разработать ремонтные мероприятия на основе современного отечественного производства |
| владеет –теоретическими и практическими навыками, позволяющими технически грамотно доказать целесообразность проведения ремонтных мероприятий оборудования для обеспечения надежности на длительный период |
| УК - 3 | Знает - возможности современных зарубежных диагностических комплексов, обеспечивающих оценку надежности энергетического оборудования |
| умеет - умеет – на основе диагностической информации дать анализ состояния энергетического оборудования и остаточного ресурса, и разработать ремонтные мероприятия на основе современного зарубежного производства |
| владеет – навыками самостоятельно выполнять диагностические исследования, а также в научно-исследовательском коллективе |
| ОПК - 1 | знает – методы и способы организациипостроения теоретической и практической деятельности в области электроэнергетики |
| умеет - технически грамотно формулировать проблемы исследований  |
| владеет - методами проверки полученного результата с точки зрения его истинности, т. е. соответствия объекту изучения |
| ОПК – 2 | знает – область применения новейшие информационно-коммуникационных технологий |
| умеет – в совершенстве использовать современные информационно-коммуникационные технологии |
| владеет – культурой научных исследований |
| ОПК – 3 | знает – новые методы исследования, применяемые в электроэнергетике |
| умеет - самостоятельно проводить научные исследования по новейшим методикам |
| владеет - знаниями, позволяющими самостоятельно проводить научные исследования по новым методикам и разрабатывать на их основе технические средства диагностики энергетического оборудования |
| ОПК – 4 | знает – как при формировании исследовательского коллектива выявить такие качества сотрудников как: нравственно-психологические особенности личности, способность выполнять исследовательскую работу, взаимодействовать с другими сотрудниками, деловые качества и интеллектуальный уровень, творческий потенциал, инициативность, умение работать в команде |
| умеет - формировать производительные коллективы исследователей, оцениваяих деловые и личностные качества |
| Владеет –психологическими правилами и принципамиорганизации продуктивной работы исследовательского коллектива(неадекватности отображения исследователя исследователем, ложного согласия, снисхождения, логической ошибки, ошибки контраста) |
| ПК – 1 | Знает - вычислительные методы и компьютерные технологии для создания научных основ и моделирования электродинамических процессов нового поколения электротехнических устройств, обладающих качественно новыми функциональными свойствами |
| умеет - самостоятельно формулировать задачи по совершенствованию существующегоэлектротехнического оборудования и диагностических средств, по обеспечению эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования |
| Владеет - навыками решения задач по совершенствованию существующей техники, на основе глубоких знаний по теоретической электротехнике, вычислительных методов, физико-математического аппарата моделирования электродинамических процессов и создания диагностических моделей дефектов силового энергетического оборудования |
| ПК - 3  | знает - методы обработки экспериментальных результатов исследования электродинамических процессов в электротехнических устройствах  |
| умеет - обрабатывать, анализировать и обобщать результаты диагностических экспериментов при наличии погрешностей измерений в сложных измерительных комплексах |
| владеет - способностью овладения новыми современными подходами и средствами измерений для решения сложных задач электродинамических исследований, а также способностью обрабатывать, анализировать и обобщать результаты исследований |

**Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код и формулировка компетенции** | **Этапы формирования** **компетенции** | **Критерии** | **Показатели** |
| УК-1–способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области диагностики энергетического оборудования, в том числе в междисциплинарных областях | **знает** (пороговый уровень) | современные научные достижения в области диагностики энергетического оборудования  | основные методы диагностики энергетического оборудования как при выводе из работы, так и находящегося под напряжением  | электромагнитные параметры, характеризующие степень надежности функционирования энергетического оборудования  |
| **умеет** (продвинутый) | применять новейшие научные достижения для генерирования новых подходов создания средств диагностики энергетического оборудования  | применить научные достижения для выявления возникающих как медленно протекающих, так и быстротечных дефектов  | обосновать, что выбранный метод диагностирования однозначно позволяет выявить конкретный дефект  |
| **владеет** (высокий) | навыками критического анализа современных диагностических средств на основании современных теоретических достижений  | информацией о показателях, определяющих состояние энергетического оборудования | навыками анализа функциональных возможностей современных диагностических средств при использовании на конкретных объектах энергетики  |
| УК-3–готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач по созданию диагностических комплексов, обеспечивающих оценку надежности энергетического оборудования | **знает** (пороговый уровень) | новые результаты научных коллективов, решающих научные и научно-образовательные задачи по диагностике энергетических установок  | основные российские и международные организации и формы их деятельности в области энергетики | достижения международных и российских научных организаций осуществляющих непрерывный мониторинг энергетических установок  |
| **умеет** (продвинутый) | оценивать надежность энергетического оборудования, как самостоятельно, так и в научном коллективе | определять параметры энергоустановок, по которым производится оценка надежности | обосновать выбранный параметр, как основной при оценке надежности энергетических установок  |
| **владеет** (высокий) | навыками работы в научном коллективе при решении энергетических задач, что позволит работать в исследовательских коллективах разного уровня  | информацией о прикладных программах и правилами представления результатов выполненногодиагностического исследования | навыками работы в коллективе, в том числе при составлении отчета о диагностическом эксперименте, а также навыками коллективного выступления с техническим докладом  |
| ОПК-1–владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области электроэнергетики | **знает** (пороговый уровень) | методы обработки результатов диагностических измерений | основные методы оценки точности измерительной диагностической информации | параметры, характеризующие точность измерительной информации при равноточных и неравноточных измерениях  |
| **умеет** (продвинутый) | применять математические методы к решению поставленных задач | применить методы оценки точности, как для измерительных преобразователей, так и для измерительной диагностической системы | обосновать выбранный метод оценки точности измерительной диагностической информации |
| **владеет** (высокий) | навыками работы с пакетами прикладных программ | информацией о прикладных программах и правилами представления результатов выполненной работы | навыками использования прикладных программ для решения профессиональных задач и навыками выбора программ в зависимости от реализуемого алгоритма диагностики |
| ОПК-3–способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в электроэнергетике | **знает** (пороговый уровень) | современные методы научных исследований в области общей технической диагностики и диагностики электроустановок | основные методы оценки точности измерительной диагностической информации, в новых диагностических системах | параметры, характеризующие точность измерительной информации при равноточных и неравноточных измерениях новых диагностических систем  |
| **умеет** (продвинутый) | применять математические методы к решению новых поставленных задач | применить методы оценки точности, как для измерительных преобразователей, так и для измерительной диагностической системы | обосновать выбранный метод оценки точности измерительной диагностической информации |
| **владеет** (высокий) | навыками работы с пакетами прикладных программ, позволяющих дать оценку новых диагностических систем на основе новых методов исследования | информацией о прикладных программах и правилами представления результатов выполненной работы | навыками использования прикладных программ для решения профессиональных задач и навыками выбора программ в зависимости от реализуемого алгоритма диагностики |
| ОПК-4–готовность организовать работу исследовательского коллектива по анализу состояния энергетического оборудования | **знает** (пороговый уровень) | технические возможности серийных объектов диагностики в энергетике | показатели основных параметров энергетических объектов в нормальных режимах | как определить характеристики энергетического оборудования |
| **умеет** (продвинутый) | выбирать серийные и проектировать новые энергетические объекты с учетом непрерывной диагностики | по основным параметрам дать техническое заключение о целесообразности использования серийного или нового оборудования | пользоваться моделями энергетических объектов |
| **владеет** (высокий) | навыками проектирования новых энергетических объектов, а также навыками использования серийных | высокой технической эрудицией, позволяющей доказать правильность предложенного решения | высокой технической эрудицией, позволяющей доказать правильность предложенного решения в научно-исследовательском коллективе |
| ПК-1–способность самостоятельно ставить задачи, выполнять научные исследования в области теоретической электротехники и ее приложений, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии с целью создания научных основ и моделирования электродинамических процессов нового поколения электротехнических устройств, обладающих качественно новыми функциональными свойствами; совершенствования существующей техники, обеспечения эффективности, надежности и безопасности работы электроэнергетического оборудования; | **знает** (пороговый уровень) | основные нерешенные задачи по диагностике энергетических установок, особенно в электродинамических режимах | физико- математический аппарат, вычислительные методы и методы теоретической электротехники для моделирования электродинамических процессов | параметры, характеризующие электродинамическую модель энергетического объекта  |
| **умеет** (продвинутый) | применять физико- математический аппарат, вычислительные методы и методы теоретической электротехники для моделирования электродинамических процессов | оценить качество нового поколения электротехнических устройств, обладающих качественно новыми функциональными свойствами | обосновать выбор показателей качества нового оборудования, обладающего качественно новыми функциональными свойствами,которое обеспечивает эффективность, надежность и безопасность работы электроэнергетического оборудования; |
| **владеет** (высокий) | навыками самостоятельно ставить и решать научные задачи  | информацией о решении диагностической задачи по выявлении одного и того же дефекта разными способами  | навыками самостоятельного заключения на основании анализа диагностической информации о надежности энергетической установки  |
| ПК-3–способность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по электродинамическим процессам в электротехнических устройствах, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов | **знает** (пороговый уровень) | современные методы научных исследований в области общей технической диагностики и диагностике электроустановок | современные подходы к экспериментальным исследования | параметры, по которым можно сделать диагностическое заключение  |
| **умеет** (продвинутый) | овладевать новыми методами и средствами проведения экспериментальных исследований электродинамических процессов  | оценивать на основании новых методик и средств диагностическую информацию и остаточный ресурс трансформаторов и другого энергетического оборудования | дать оценку выработанного ресурса оборудования на основании электромагнитных диагностических параметров  |
| **владеет** (высокий) | навыками понимания и осмысливания современных методов диагностики  | информацией о современных методах и средствах диагностирования  | навыками обработки, анализа и обобщения результатов диагностических экспериментов по оценки надежности и выработанного ресурса энергетического оборудования |

**Методические рекомендации, определяющие процедуры**

**оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация аспирантов**. Текущая аттестация аспирантов по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования» проводится в форме контрольных мероприятий (устного опроса, защиты индивидуального домашнего задания, тестирования) по оцениванию фактических результатов обучения аспирантов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Каждому объекту оценивания присваивается конкретный балл. Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине и внесения данных в АРС. По окончании семестра аспирант набирает определенное количество баллов.

**Промежуточная аттестация аспирантов.** Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Цель тестов – определение уровня усвоения аспирантами знаний по вопросам диагностики электроэнергетического оборудования в электроэнергетике в соответствии с учебной программой при проведении промежуточной аттестации.

Содержание тестов. В соответствии с учебной рабочей программой тесты соответствуют разделам дисциплины «Диагностика электроэнергетического оборудования»:

* 1. К параметрам синхронного генератора не относится

А) Коэффициент полезного действия

В) Номинальный ток

С) Номинальная мощность

D) Коэффициент мощности

Е) Коэффициент трансформации

2. Ротор выполняется неявнополюсным

A) только у синхронных компенсаторов

* только у гидрогенераторов

C) у гидрогенераторов и синхронных компенсаторов

D) у всех электрических машин

E) у турбогенераторов

3. Марка турбогенераторов имеющих косвенное охлаждение обмотки статора и непосредственное (форсированное) охлаждение обмотки ротора водородом

A) СВК

* СВФ

C) ТВФ

D) ТВВ

Е) ТВМ

4. Тип гидрогенератора синхронного вертикального с непосредственным охлаждением обмотки статора водой и форсированным охлаждением обмотки ротора воздухом

A) ТВМ

* ТВФ

C) СВФ

D) СВ

Е) ВГС

5. К элементам конструкции синхронного генератора не относится:

A) Обмотки

* Статор

C) Сердечник

D) Расширитель

Е) Ротор

6. Частота вращении турбогенератора, при числе пар полюсов р=2

A) 750 об/мин

* 300 об/мин

C) 1500 об/мин

D) 3000 об/мин

E) 1000 об/мин

7. Номинальная полная мощность генератора может быть определена по следующей формуле

А) Sном=Uном∙Iном/√3

В) Sном=3∙Uном∙Iном

С) Sном=Uном∙Iном/3

D) Sном=Uном∙Iном

Е) Sном=√3∙Uном∙Iном

8. Номинальная активная мощность генератора может быть определена по следующей формуле

А) Рном = Um • Im • cosφm

В) Р\_ном = 〖√3 U〗\_m • I\_m • 〖cosφ〗\_m

С) Р\_ном = 〖√3 U〗\_m • I\_m

D) Рном = 3Um • Im • cosφm

Е) Р\_ном = U\_m • I\_m • 〖cosφ〗\_m/√3

9. Укажите достоинство, которое нельзя применить к водородной системе охлаждения

А) Пожаробезопасность

В)Отсутствие окисления изоляции в среде водорода

С) Более сложная, чем у воздуха, теплопроводность

D) Меньшая плотность у водорода, чем у воздуха

Е) Взрывобезопасность

10. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы предназначены

А) Для понижения напряжения и тока

В) Для повышения напряжения и тока

С) Для преобразования напряжения

D) Для преобразования тока

Е) Для преобразования энергии с одного напряжения на другое

11. Тип трансформатора трехфазного с расщепленной обмоткой НН с системой охлаждения «Д» с регулятором напряжения РПН

А) ТРДЦНС

В) ТРДЦН

С) ТДТН

D) ТНЦ

Е) ТРДН

12. Конструктивной и механической основой трансформатора является

A) Бак трансформатора

* Охлаждающее устройство

C) Защитные и измерительные устройства

D) Обмотки

E) Магнитопровод

13. Не изготавливаются силовые транс форматоры

A) Трехобмоточные

* Автотрансформаторы

C) С расщепленными обмотками

D) Двухобмоточные

E) Однообмоточные

14. Обычно на ТЭЦ устанавливается следующее число трансформаторов связи

A) 2

4

С) 5

D)1

Е)3

15. Автотрансформаторы на ГРЭС предназначены

A) Для подключения генератора

* Для подключения резервного трансформатора собственных нужд

C) Для связи РУ высшего и среднего напряжений

D) Для связи РУ высшего и низшего напряжений

E) Для подключения рабочеютрансформатора собственных нужд

16. Автотрансформатор по конструкции отличается от обыкновенного трансформатора

A) Наличием электрической связи между обмотками СН и НН

* Наличием электрической связи между обмотками ВН , СН и НН

C) Наличием электрической связи между обмотками ВН и СН

D) Наличием электрической связи между обмотками ВН и НН

E) Наличием встроенного автоматического регулятора напряжения

17. Регулировать напряжение трансформатора без отключения его от сети позволяет устройство

A) АБР

* APB

C) РПН

D) ПБВ

Е) УБФ

18. Наиболее часто в электроустановках встречается

A) Двухфазное короткое замыкание

* Двухфазное короткое замыкание, на землю через дугу

C) Трехфазное короткое замыкание

D) Двухфазное короткое замыкание, на землю

Е) Однофазное короткое замыкание

19. К симметричным видам к.з. относится

A) Однофазное к.з в сетях с заземленной нейтралью

* Однофазное к.з в сетях с изолированной нейтралью

С) Двухфазное к.з в сетях с заземленной нейтралью

D) Двухфазное к.з в сетях с изолированной нейтралью

Е) Трехфазное к.з в сетях с изолированной нейтралью

20. Вид симметричного короткого замыкания

A) Все виды короткого замыкания

* Двухфазное короткое замыкание

C) Трехфазное короткое замыкание

D) Двухфазное короткое замыкание, на землю

E) Однофазное короткое замыкание

21. Короткое замыкание в электроустановках сопровождается

A) Увеличением тока и сопротивления

* Понижением тока и увеличением сопротивления

C) Понижением напряжение и увеличением сопротивления

D) Понижением напряжение и уменьшением тока

Е) Понижением напряжение и увеличением тока

22. Короткое замыкание сопровождается

A) Изменением напряжения в допустимых пределах и увеличение тока у потребителя

* Увеличением тока, при этом напряжение остается неизменным

C) Резким повышением тока и напряжения на выходе генератора

D) Увеличением тока и сопротивления, что вызывает повышенный нагрев

Е) Резким снижением напряжения вблизи места повреждения и увеличением тока

23. К специальным техническим средствам для ограничения тока К.З, относятся

A) АПВ на линиях

* Трансформаторы с расщепленной обмоткой низкого напряжения

C) Дугогасящие реакторы

D) Секционирование сети

Е) Токоограничивающие реакторы

24. Расчет токов к.з. для времени t>0 необходим

A) Для выбора силовых трансформаторов

* Для выбора изоляторов

C) Для выбора гибких шин

D) Для выбора коммутационных аппаратов

Е) Для выбора жестких шин

25. Расчеты токов короткого замыкания выполняются

А) для выбора схемы релейной зашиты

* для оценки электродинамического действия тока

C) для выбора схемы и уставок релейной защиты

D) для выбора и проверки параметров электрооборудования, а также уставок релейной защиты

Е) для оценки термического и электродинамического действия тока

26. Наибольший ток при трехфазном коротком замыкании в электрической сети

А) Iп

В) iа

С) Iоо

D) Iпо

Е) iу

27. При оценке электродинамического действия тока КЗ, учитывается ток

А) iy

В) ia

С) I

D) Iпo

E) Iп

28. Токи КЗ не ограничивает

А) Секционирование

В) Применение БТУ

С) Применение трансформатора с расщепленной обмоткой

D) Установка реакторов

Е) Применение автотрансформатора

29. В отключающих аппаратах выше 1кВ не применяется способ гашение дуги

A) Гашение дуга в воздухе высокого давления

* Гашение дуга в элегазе высокого давления

C) Гашение дуги в вакууме

D) Гашение дуги в масле

Е) Удлинение дуги

30. На напряжение до 1000 В не применяются

A) Рубильники

* Предохранители

C) Контакторы

D) Силовые выключатели

Е) Переключатели

31. На напряжение до 1000В применяются следующие аппараты

A) Разъединители

* Автоматические выключатели

C) Короткозамыкатели

D) Отделители

Е) Разрядники

32. Рубильник - это коммутационный аппарат предназначенный

A) Для управления и защиты от перегрузок электрической цепи постоянного и переменного тока

* Для автоматического отключения и включения цепи постоянного и переменного тока

C) Для автоматического отключения цепи постоянного и переменного тока в ненормальных режимах

D) Для переключения электрической цепи постоянного и переменного тока

E) Для ручного отключения и включения цепи постоянного и переменного тока с токами до номинального

33. Расцепители являются основными элементами конструкции

А) Рубильников

* Переключателей

C) Контакторов

D) Магнитных пускателей

E) Автоматических воздушных выключателей

34. Контактор - это коммутационный аппарат предназначенный...

А) Для управления и защиты от перегрузок электрической цепи постоянного и переменного тока

В) Для автоматического отключения и включения цепи постоянного и переменного тока в нормальных режимах

C) Для автоматического отключения цепи постоянного тока в ненормальных режимах

D) Для частых (до 600-1500раз/час) коммутаций электрической цепи постоянного и переменного тока в нормальных режимах
E) Для ручного отключения и включения цепи постоянного и переменною тока с токами до номинального

35. Магнитные пускатели предназначены

A) Дня ручного отключения и включения цепи постоянного и переменного тока с токами до номинального

* Для управления электродвигателями в нормальном режиме

C) Для автоматического отключения и включения цепи постоянного и переменного тока в нормальных режимах

D) Для управления электродвигателями в нормальном режиме и защиты их от токов короткого замыкания

Е) Для управления электродвигателями в нормальном режиме и защиты их от перегрузки

36. Для управления электродвигателями в нормальном режиме и защиты их от перегрузки в установках до 1000В применяются

A) переключатели

* магнитные пускатели

С) рубильники

D) предохранители

E) автоматические воздушные выключатели

37. Автоматические воздушные выключатели до 1000 В предназначены

А) Для автоматического отключения и включения цепи переменного тока в нормальном режиме

В) Для частых (до 600-1500) коммутаций электрической цепи постоянного и переменного тока в нормальных режимах

С) Для коммутаций электрической цепи постоянного и переменного тока в аварийных режимах, а также нечастых (от 6 до 30 раз в сутки) оперативных включений и отключений

D) Для переключения электрической цепи постоянного и переменного тока

Е) Для управления и защиты от перегрузок электрической цепи постоянного и переменного тока

38. Разъединитель - это ...

A) контактный коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения токов в любых режимах

* коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи в аварийных режимах

C) коммутационный аппарат, предназначенный для переключения электрических цепей

D)контактный аппарат, предназначенный для реверсивного пуска двигателей

Е) контакгный коммутационный аппарат, предназначенный для включения и отключения цепи без тока или с незначительным током

39. Конструктивно отсутствуют разъединители...

A) Рубящего типа

* Подвесного типа

C) Горизонтально - поворотного типа

D) Катящего пита

Е) Вакуумного типа

40. Гибкие шины не проверяются на схлестывание при значении тока к.з. Iп.о.,

А) Iп.о. < 60кА

* Iп.о. < 40кА

C) Iп.о. < 50кА

D) Iп.о. < 30кА

Е) Iп.о.< 20кА

41. Для сборных шин и ошиновок ГРУ применяются

A) Жесткие стальные шины

* Гибкие медные провода

C) Жесткие алюминиевые шины

D) Гибкие алюминиевые провода

E) Гибкие стальные провода

42. При токах более 3000 А при следующих сечениях применяют шины

A) Коробчатые

* Прямоугольные трех полосные

C) Прямоугольные двух полосные

D) Круглые

Е) Прямоугольные однополосные

43. Трансформаторы тока не выбирают по следующему условию

A) по классу точности

* по току

C) по вторичной нагрузке

D) по напряжению

Е) по отключающей способности

44. Экономическая целесообразность схемы при технико-экономическом сравнении структурных схем вариантов определяется

A) Капиталовложениями и годовыми эксплуатационными издержками

* Стоимостью потерь электрической энергии

C) Годовыми эксплуатационными издержками

D) Капиталовложениями на сооружение электроустановок

Е) Минимальными приведенными затратам

45. Дуговой разряд при размыкании электрической цепи начинается за счет

A) Термоионизации промежутка в стволе дуги

* Ударной ионизации

C) Термоэлектронной эмиссии

D) Переходного процесса, который связан с синусоидальным характером напряжения

Е) Автоэлектронной эмиссии

46. Горение электрической дуги между контактами поддерживается
A) переходным процессом, который связан с синусоидальным характером напряжения

* ударной ионизацией

C) термоэлектронной эмиссией

D) автоэлектронной эмиссией

E) термоионизацией промежутка в стволе дуги

47. В отключающих аппаратах до1кВ не применяется способ гашения дуги

A) Движение дуги в магнитном поле

* Многократный разрыв цепи тока

C) Гашение дуги в узких цепях

D) Удлинение дуги

E) Деление длинной дуги на ряд коротких

48. Способы гашения электрической дуги используемые в аппаратах до 1000 В

A) Гашение дуги в газах высокого давления, движение дуги в магнитном поле, удлинение дуги

* Удлинение дуги, движение дуги в магнитном поле, гашение дуги в вакууме

C) Гашение дуги в вакууме, удлинение дуги, движение дуги в магнитном поле

D) Деление длинной дуги на ряд коротких, гашение дуги в масле, удлинениедуга

E) Удлинение дуги, движение дуги в магнитном поле, деление длинной дуги на ряд коротких, гашение дуги в узких щелях

49. Для гашения электрической дуги в аппаратах до и выше 1000 В используется

A) Гашение в элегазе

* Гашение дуги в масле

C) Гашение дуги в вакууме

D) Гашение дуги за счет синхронизации момента отключения с бестоковой паузой

Е) Гашение дуга в узких щелях, удлинение дуги

50. Для гашения электрической дуги в выключателях нагрузки тина ВН-16, УСП-35У используется:

A) Затягивание электрической дуги в узкие щели

* Газ под давлением, постоянно находящийся в дугогасительной камере

C) Деление дуги на ряд коротких дуг

D) Вращение дуги в ноле постоянных магнитов, встроенных в подвижные и неподвижные контакты

E) Газ, выделяющийся в дугогасительной камере в момент горения электрической дуги

51. При оценке термического действия тока КЗ, учитывается ток

А) iy

* ia

C) I

D) Iпo

E) Iп

52. Определить тепловой импульс тока КЗ (импульс квадратичного тока КЗ) Дано Iпо=10 кА; t=0.1c; Та=0,02 с

А) 8 кА2 с

В) 83,3 кА2 с

С) 100 кА2 с

D) 1,2 кА2 с

Е) 12 кА2 с

53. В предохранителях с разборными патронами типа ПР плавкие вставки могут быть выполнены из

А) меди и цинка

В) меди и алюминия

С) Серебра и алюминия

D) Меди и серебра

Е) Цинка и свинца

54. Разъединителями не допускается выполнять следующие операции

A) Отключение и включение нейтралей трансформаторов в любых режимах

* Создание видимого разрыва в отключенной электрической цепи

C) Отключение и включение зарядного тока шин
D) Отключение тока нагрузки до 15 А при напряжении до 10 кВ

Е) Отключение тока короткого замыкания

55. Короткозамыкатель - это коммутационный аппарат...

A) Предназначенный для отключения электрической цепи в ненормальных режимах работы трансформатора

* Предназначенный для отключения электрической цепи при коротком замыкании

C) Предназначенный для создания искусственного короткого замыкания в цепи трансформатора при витковом замыкании внутри трансформатора с целью его дальнейшего отключения

D) С самовозвратом предназначенный для создания искусственного короткого замыкания при витковом коротком замыкании

E) Предназначенный для управления электрической цепью при коротких замыканиях

56.Отделители предназначены

A) для ручного отключения обесточенных цепей

* для ручного отключения цепей под нагрузкой

C) для автоматического отключения обесточенных цепей

D) для дистанционного отключения цепей с нагрузкой

E) для автоматического отключения цепей под нагрузкой

57. Отделитель от разъединителя отличается

A) Габаритами

* Способом гашения дуги

C) Плоскостью движения ножей

D) Контактной системой

E) Приводом

58. Токоограничивающим свойством обладают электрические аппараты

A) Разъединители

* Магнитные пускатели

C) Предохранители

D) Контакторы

E) Силовые выключатели

59. В предохранителях ПК ребристый керамический сердечник предусматривается…

A) Для обеспечения механической прочности корпуса предохранителя

* Для обеспечения электродинамической прочности при коротком замыкании

C) При токах до 7,5А для обеспечения механической прочности вставки

D) При токах до 50А для обеспечения механической прочности вставки

Е) Для ограничения коммутационных перенапряжений

60. В предохранителях типа ПВТ для гашения электрической дуги, образовавшейся после расплавления вставок, используются

А) Деление дуги на ряд коротких с одновременным удлинением дуги

В) Давление инертного газа в трубке предохранителя

С) Деление дуги на ряд коротких дуг

D) Удлиннение дуги, которому способствует особая конструкция плавкой вставки

Е) Давление и интенсивное продольное дутье газа, интенсивно выделяющегося газогенерирующей трубкой

61. Для снижения температуры плавления вставки в предохранителях с наполнителем используется

A) Металлургический эффект - на полоски меди напаяны шарики олова

* Прорези, уменьшающие сечение

C) Устанавливаются параллельные плавкие вставки из разных материалов

D) Пластины переменного сечения

E) Наполнитель, который при гашении дуги окисляется (реакция протекает с поглощением энергии)

62. В качестве материала плавкой вставки предохранителей типа ПКТ используют

A) Серебро, алюминий

* Алюминий, сталь

C) Медь, алюминий

D) Медь, сталь

Е) Медь, серебро

63. Выкатная тележка КРУ может занимать положения

А) Рабочее, испытательное и отключенное

* Рабочее и испытательное

C) Ремонтное и испытательное

D) Рабочее и ремонтное

Е) Рабочее, испытательное и ремонтное

64. Причиной взрыва масляных выключателей является:

A) Перенапряжение на выводах выключателя

* Высокий уровень масла в баке

C) Сложный температура окружающей среды

D) Коммутационные перенапряжения

Е) Низкий уровень масла в баке

65. Баки (горшки) малообъемных масляных выключателей типа МГТ окрашиваются в красный цвет для предупреждения, что ...

A) Выключатель взрывоопасен

* Выключатель пожароопасен

C) Поверхность имеет высокую температуру нагрева

D) Внутри горшка повышенное давление

E) Горшок находится под напряжением

66. Подогрев в баках многообъемных масляных выключателях предусмотрен

A) Для сохранения скорости движения контактов при низких температурах, когда вязкость масла увеличивается

* Для исключения сильного охлаждения бака выключателя

C) Для обеспечения нормальной работы встроенных трансформаторов тока

D) Для подогрева контактов выключателя с целью исключения появления масляной пленки

E) Для обеспечения работы привода выключателя

67. Непрерывная продувка у воздушных выключателей выполнена

A) Для охлаждения дуги и удаления продуктов горения

* Для вентиляции воздуховодов с целью поддержания необходимой чистоты

C) Для исключения увлажнения внутренней полости изоляторов, гасительной камеры и отделителя, которое может образоваться из-за выпадения росы при охлаждении окружающего воздуха

D) Для обеспечения быстродействия выключателей

Е) Для более точной регулировки давления воздуха (сброс лишнего воздуха), обеспечивающей надежную работу выключателя

68. Недостатком баковых выключателей является:

A) Взрывоопасность, большая масса, необходимость контроля уровня и состояния масла, сложность конструкции

* Пожароопасность, большой объем масла, сложность конструкции, трудность транспортировки

C) Пожаро - и взрывоопасность, большой объем масла, сложность конструкции

D) Пожаро - и взрывоопасность, большой объем масла, необходимость контроля за уровнем и состоянием масла, неудобство транспортировки, монтажа и наладки

Е) Пожаро- и взрывоопасность, большой объем масла, низкая отключающая способность

69. Недостатком вакуумных выключателей является:

А) отсутствие шума при операциях

В) низкая надежность

С) сложность конструкции

D) загрязнение окружающей среды

Е) возможность коммутационных перенапряжений

70. Недостатками электромагнитных выключателей являются:

A) Пожаро - и взрывоопасность

* Большой износ дугогасительных контактов

C) Относительно несложная отключающая способность

D) Непригодность для работы в условиях частых включений и отключений

E) Сложность конструкции дугогасителя с системой магнитного дутья

71. Трансформаторы тока предназначены

А) для преобразования первичного тока до значений наиболее удобных для измерительных приборов

В) для отделения первичных цепей от вторичных

С) для преобразования тока в первичных цепях

D) для преобразования первичного тока до стандартных величин и для

отделения первичных цепей от вторичных

Е) для выравнивания переменного тока

72. Коэффициент трансформации трансформатора тока определяется

А) K=I1/I2

В) K=I2/I1

С) K=U2/U1

D) K=U1/U2

Е) K=I1/U2

73. Трансформаторы тока предназначенные для наружной установки

А) ТПЛ, ТЗЛ

В) ТПЛ, ТВТ

C) ТЗЛ, ТФЗМ

D) ТФУМ, ТВТ

E) ТФУМ, ТФЗМ

74. Напряжение на зажимах обмотки НН, соединенной по схеме разомкнутого треугольника, трансформатора напряжения НТМИ в нормальном режиме составляет

А) 0

В) U\_0⁄√3

С) U0

D) √3 U\_0

E) 3 U0

75. Трансформаторы напряжения с масляной изоляцией применяются на напряжение

A) от 6 кВ до 35 кВ

* от 6 кВ до 110 кВ

C) от 35 кВ до 500 кВ

D) от 1 кВ до 10 к В

Е) от 6 кВ до 1150 кВ

76. Согласно ПУЭ, на термическую стойкость при К.З. не проверяются

A) трансформаторы напряжения

* жесткие шины

C) высоковольтные выключатели

D) трансформаторы тока

Е) разъединители

77. Коэффициент трансформации трансформатора напряжения определяется

А) Кu=U2ном/ U1ном Кт

В) Кu=U2ном/ U1ном\*Кт

С) Кu=U1ном/ U2ном

D) Кu=U2ном/ U1ном\*Кт

Е) Кu=U2ном/ U1ном

78. Сопротивление «ХТВ%» для автотрансформатора определяется по формуле

A) ХТВ % = 0,125UKВ.Н%

* ХТВ% = UKВ.Н%

C) ХТВ %= 2 UKВ . H%

D) ХТВ% = 1,5UKВ.Н%

Е) ХТВ% = 0,5(UKВ.Н% + UКВ-С% .- UKС.Н%)

79. Система охлаждения трансформатора ТДТН

A) Масляное водяное охлаждение с направленным потоком масла

* Естественное масляное охлаждение

C) Масляное охлаждение с дутьем и принудительной циркуляцией масла

D) Естественное воздушное охлаждение

Е) Масляное охлаждение с дутьем и естественной циркуляцией масла

80.На трансформаторах с системой охлаждения ДЦ и Ц, устройства циркуляции масла включаются автоматически

A) если при минусовых температурах воздуха температура масла+45градусов

* при температуре масла выше +-50градусов

C) при нагрузке 50% от номинальной

D)при температуре окружающей среди выше +25градусов

E) одновременно с включением трансформатора

81. Устройство РПН применяется на трансформаторах с целью

A) Регулирования напряжения в режимах холостого хода

* Восстановления в работе трансформатора при исчезновении напряжения со стороны питающей линии

C) Сезонного регулирования напряжения

D) Регулирования напряжения в аварийных ситуациях

E) Суточного регулирования напряжения

82. Устройство ПБВ применяется на трансформаторах с целью

А) Восстановления в работе трансформатора при отключении питающей линии

В) Регулирования напряжения в режимах холостого хода

С) Регулирования напряжения в аварийных ситуациях

D) Суточного регулирования напряжения

Е) Сезонного регулирования напряжения

83. Нейтралью электроустановок называется:

А) общая точка обмоток- генераторов и трансформаторов, соединенных в треугольник

В) общая точка обмоток основного электрооборудования, соединенных в звезду

 С) общая точка обмоток трансформаторов, соединенных в звезду

D) общая точка обмоток генератора, соединенных в звезду

Е) общая точка обмоток oсновного электрооборудования, соединенных в треугольник

84. К теп

* ТЭЦ

C) ЛГУ

D) ГАЭС

Е) ГЭС

85. Основной тип электростанций располагаемый в центре электрических и тепловых нагрузок

A) ГТУ

* ГРЭС

C) АЭС

D) ГЭС и ГАЭС

Е) ТЭЦ

86. Меньшие эксплуатационные расходы и себестоимость производства электрической энергии характерно для станции типа

А) АЭС

В) ГТУ

С) КЭС

D) ГЭС

Е) ТЭЦ

87. На территории Казахстана большая часть электрической энергии вырабатывается...

A) на тепловых электростанциях

* на дизельных электростанциях

C) на гидроэлектростанциях

D) на атомных электростанциях

Е) газотурбинных электростанциях

88. Электрические сети называются « сетями с малыми токами замыкания на землю», если призамыкание одной фазы на землю токи

A) менее 300 А

* менее 500 А

C) менее 30 А

D) менее 10 А

E) менее 20 А

89. Электрические сети называются « сетями с большими токами замыкания на землю», если призамыкание одной фазы на землю токи

A) более 20 А

* более 200 А

C) более 100 А

D) более 10 А

Е) более 500 А

90. Электроэнергетическая система- это...

A) совокупность элементов, предназначенных для распределения и потребления энергии

* совокупность элементов, предназначенных для производства и потребления электроэнергии

C) совокупность элементов, предназначенных для передачи и распределения электроэнергии

D) совокупность элементов, предназначенных для преобразования и распределения электрической энергии

E) Совокупность электрических станций, подстанций, тепловых и электрических сетей( далее- элементов), расположенных на одной территории и объединенных общим процессом производства, преобразования, передачи, распределения и потребления тепловой и электрической энергии

91. К элементам электроэнергетической системы относится:

A) Линии, генераторы, трансформаторы

* Генераторы, трансформаторы, линии, вспомогательное оборудование, устройства управления и регулирования

C) Устройства управления и регулирования, линии, трансформаторы

D) Трансформаторы, генераторы, устройства управления

Е) Вспомогательное оборудование, гeнерaтopы, трансформаторы

92. Объединенные энергосистемы имеют преимущества. Какое из перечисленных не является преимуществом?

A) Повышение гибкости работы электроустановок

* Увеличение надежности

C) Повышение качества электроэнергии

D) Экономичность

E) Увеличение суммарного резерва мощности

93. Для потребителей первой категорий допускается перерыв на время электроснабжения

A) На время включения резервного питания действиями дежурного персонала

* На время автоматического восстановления питания

C) 3 минуты

D) 1 сутки

E) 1 час

94. Электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции относится к следующей категории

A) V

* I

C) III

D) IV

Е) II

95. Для электроснабжения потребителей 1 категории не применяется схема

A) одна система сборных шин

* одна секционированная система сборных шин замкнутая в кольцо

C) одна секционированная система сборных шин с секционным реактором

D)одна секционированная система сборных шин

E) две системы сборных шин

96. Качество электрической энергии характеризуется

A) Напряжением, частотой сети, мощностью

* Частотой, симметрией и синусоидальностью

C) Напряжением, симметрией и синусоидальностью

D) Напряжением, частотой сети, электрическим током

E) Напряжением, частотой сети, симметрией и синусоидальностью

97. Электрические подстанции предназначены:

A) Для передачи и распределения электроэнергии

* Дня трансформации электроэнергии

C) Для выработки и распределения электроэнергии

D) Для передачи электроэнергии

E) Для преобразования и распределения электроэнергии

98. К тупиковым относятся подстанции

A) Присоединенные глухой отпайкой к одной или двум проходящим линиям

* Расположенные в начале линии электропередач

C) Включенные в рассечку одной или двух линий с двусторонним питанием

D) К которым присоединено более двух линий питающей сети, приходящих от двух или более электроустановок

E) Получающие электроэнергию от одной электроустановки по одной или нескольким параллельным линиям

99. номинальным напряжением электроустановок называется

А) Напряжение электрической цепи, к которой подключена электроустановка

В) Напряжение на 5-10 % выше напряжения электрической сети

С) линейное напряжение электроустановок

D) напряжение, при котором электроустановки предназначены для длительной работы

Е) напряжение, которое выдерживают электроустановки

100. С точки зрения надежности электроснабжения потребители разделяются на следующее число категорий

А) IV

В) II

С) V

D) I

Е) III

101. Какая автоматика резервирует отказы выключателей в электроустановках 110 кВ и выше?

А) АПВ

В) АВР

С) АРВ

D) УРОВ

102. На каких ВЛ устанавливаются фиксирующие приборы для определения мест повреждений?

А) На ВЛ 220 кВ и выше
В) На ВЛ 220 кВ и выше длиной более 20 км
С) На ВЛ 110 кВ и выше длиной более 20 км

D) На ВЛ 110 кВ и выше

104. Какие надписи должен иметь аппарат защиты на напряжение до 1 кВ?

А) Значения номинального напряжения, максимального тока КЗ, уставкирасцепителя

В) Значения номинального тока и напряжения аппарата

С) Значения номинального тока аппарата, уставкирасцепителя и номинального тока плавкой вставки

 D) Значения номинального напряжения и максимального пускового тока

105. Для какого электрооборудования должны быть выполнены маслоприемники, маслоотводы и маслосборники для предотвращения растекания масла и распространения пожара при его повреждении?

А) Для маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) и баковых выключателей 110 кВ и выше

В) Для баковых выключателей 220 кВ

С) Для маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) с количеством масла более 1 тонны в единице

D) Для маслонаполненных силовых трансформаторов (реакторов) с массой масла более 5 тонн в единице (одном баке)

106. Какие меры применяются для защиты при косвенном прикосновении от поражения электрическим током в случае повреждении изоляции?

A) По отдельности или в сочетании зануление, защитное отключение, уравнивание потенциалов, выравнивание потенциалов, двойная или усиленная изоляция, сверхнизкое (малое) напряжение, защитное электрическое разделение цепей, изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки

B) По отдельности или в сочетании заземление, зануление, защитное отключение, разделительный трансформатор, малое напряжение, двойная изоляция, выравнивание потенциалов

C) По отдельности или в сочетании защитное заземление, автоматическое отключение питания, уравнивание потенциалов, выравнивание потенциалов, двойная или усиленная изоляция, сверхнизкое (малое) напряжение, защитное электрическое разделение цепей, изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки

D) Заземление, защитные отключения

107. Каков уровень частоты, снижение ниже которого должно быть полностью исключено автоматическим ограничением снижения частоты?

A) 46 Гц

B) 45 Гц

C) 45 Гц в течение 30 сек

D) 47 Гц

108. Распределительные устройства какого напряжения должны быть оборудованы оперативной блокировкой?

A) РУ напряжением выше 1 кВ

B) РУ напряжением 6 кВ и выше

C) РУ напряжением 35 кВ и выше

D) Все РУ

109. В какой цвет должны окрашиваться проводники защитного заземления и нулевые защитные проводники в электроустановке?

A) В зеленый цвет по всей длине с черными продольными полосами

B) В голубой цвет

C) В черный цвет

D) В голубой цвет по всей длине и желто-зеленые полосы на концах
Продольные полосы желтого и зеленого цветов

110. Допускается ли в электропомещениях с установками до 1 кВ применение изолированных и неизолированных токоведущих частей без защиты от прикосновения?

A) Допускается во всех случаях

B) Не допускается, это запрещено Правилами устройства электроустановок

C) Допускается, если при нормальном обслуживании нет опасности прикосновения к ним

D) Допускается, если в помещениях может находиться только оперативный персонал

111. Для какого диапазона напряжений электроустановок действуют ПУЭ в части релейной защиты?

A) Для всех напряжений 0,4кВ и выше

B) Для всех напряжений 1 кВ и выше

C) Для напряжений от 1 кВ до 500 кВ

D) Для напряжений от 1 кВ до 750 кВ

112. Допускается ли действие релейной защиты при повреждении электрооборудования только на сигнал?

A) Не допускается, это запрещено Правилами устройства электроустановок

B) Допускается во всех случаях

C) Допускается, если повреждение этого элемента непосредственно не нарушает работу электрической системы

D) Допускается при наличии постоянного оперативного персонала

113. Допускается ли неселективное действие релейной защиты?

A) Не допускается

B) Допускается, при использовании упрощенных главных электрических схем с отделителями в цепях линий или трансформаторов, отключающими поврежденный элемент в бестоковую паузу, а также если это необходимо, для обеспечения ускорения отключения КЗ

C) Допускается при наличии быстродействующих защит

D) Допускается для обеспечения дальнего резервирования

114. Вопрос 14.От каких повреждений в трансформаторе не предусмотрены устройства релейной защиты?

A) Многофазных замыканий в обмотках и на выводах

B) Однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью

C) Витковых замыканий в обмотках

D) Однофазных замыканий на землю в сетях 3-10 кВ с изолированной нейтралью

115. Для каких целей предназначено освещение безопасности?

A) Для продолжения работы, при аварийном отключении рабочего освещения

B) Для временного продолжения работы до останова оборудования, при аварийном отключении рабочего освещения

C) Для эвакуации

D) Как временное при пуско-наладочных работах и испытаниях оборудования

116. Каков режим работы нейтрали сетей 220 кВ и выше?

A) С изолированной нейтралью

B) С эффективно заземлённой нейтралью

C) С глухозаземлённойнейтралью

D) С нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор

117. Каков режим работы нейтрали сетей 2-35 кВ?

A) С эффективно заземлённой нейтралью

B) С глухозаземлённойнейтралью

C) С изолированной нейтралью или с нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор

D) С нейтралью заземляемой через конденсатор

118. Сколько категорий надежности электроприемников существует?

A) Одна категория

B) Две категории

C) Три категории

D) Четыре категории

119. Сколько стационарных заземлителей, как правило, должна иметь секция (система) шин РУ 35 кВ и выше?

A) Один стационарный заземлитель

B) Два стационарных заземлителя

C) Три стационарных заземлителя

D) Зависит от типа схемы РУ

120. Допускается ли применение тросовых молниеотводов на ОРУ 35 кВ и выше?

A) Не допускается

B) Допускается на всей территории ОРУ

C) Допускается только над ошиновкой, если зоны защиты стержневых молниеотводов не закрывают всю территорию ОРУ

D) Допускается только над секциями и шинами

121. Допускается ли на открытом воздухе совмещенная прокладка на общих опорах гибких токопроводов напряжением выше 1 кВ и технологических трубопроводов?

A) Не допускается

B) Допускается во всех случаях

C) Допускается, если токопроводы располагаются выше трубопроводов

D) Допускается, если обеспечивается безопасность ремонта трубопроводов

122. При каком количестве силовых кабелей до 35 кВ, идущих в одном направлении, рекомендуется производить их прокладку в туннелях, по эстакадам и в галереях?

A) При количестве силовых кабелей более 10

B) При количестве силовых кабелей более 15

C) При количестве силовых кабелей более 20

D) При количестве силовых кабелей более 6

123. При каких условиях для ограничения несимметрии тока и напряжений выполняется один полный цикл транспозиции?

A) При напряжении ВЛ 35 кВ и выше и длине ВЛ более 30 км

B) При напряжении ВЛ 220 кВ и выше

C) При длине ВЛ более 100 км и напряжении ВЛ 110 кВ и выше

D) При длине ВЛ более 150 км и напряжении ВЛ 35 кВ и выше

124. При каких условиях изолированное крепление грозозащитного троса на ВЛ 150 кВ и ниже требуется выполнять только на металлических и железобетонных анкерных опорах?

A) При отсутствии организации каналов высокочастотной связи на тросе, а также если не предусмотрена плавка гололеда

B) При прохождении линии по населённой местности

C) При пересечении с автомобильными дорогами

D) При пересечении с железными дорогами

125. Каким должен быть угол пересечения ВЛ с электрифицированной железной дорогой?

A) Не нормируется

B) Угол пересечения должен быть не менее 65O

C) Угол пересечения должен быть не менее 55O

D) Угол пересечения должен быть 90O

126. Какие требования по включению трансформаторов на номинальную нагрузку в зависимости от температуры окружающего воздуха в соответствии с "ПТЭ электростанций и сетей РФ" указаны неверно?

A) Включение трансформаторов с системами охлаждения М и Д на номинальную нагрузку допускается при любой отрицательной температуре наружного воздуха

B) Включение трансформаторов с системами охлаждения ДЦ и Ц на номинальную нагрузку допускается при значениях температуры окружающего воздуха не ниже 25OC

C) При включении трансформаторов с системами охлаждения ДЦ и Ц при температурах ниже 25OC трансформатор должен быть прогрет включением на нагрузку около 0,3 номинальной без запуска системы циркуляции масла до достижения температуры верхних слоев масла плюс 15 град., после чего должна быть включена система циркуляции масла

D) В аварийных условиях допускается включение трансформаторов с системами охлаждения ДЦ и Ц на полную нагрузку независимо от температуры окружающего воздуха

127. Какая периодичность осмотров оборудования РУ без отключения от сети указана неверно?

A) На объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в смену

B) На объектах с постоянным дежурством персонала - не реже 1 раза в сутки

C) На объектах без постоянного дежурного персонала – не реже 1 раза в месяц

D) В трансформаторных и распределительных пунктах – не реже 1 раза в 6 месяцев

F) В темное время суток для выявления разрядов, коронирования - не реже 1 раза в месяц

128. Какое из перечисленных требований при эксплуатации резервуаров воздушных выключателей и других аппаратов высокого напряжения указано неверно?

A) Резервуары воздушных выключателей и других аппаратов должны удовлетворять положениям правил устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением

B) Гидравлические испытания резервуаров воздушных выключателей должны проводиться в тех случаях, когда при осмотре обнаруживаются дефекты, вызывающие сомнение в достаточной прочности резервуаров

C) Внутренний осмотр резервуаров воздушных выключателей и других аппаратов должен производиться не реже 1 раза в 2 года

D) Внутренние поверхности резервуаров должны иметь антикоррозийное покрытие

129. Какое из перечисленных требований при эксплуатации конденсаторной установки указано неверно

A) Работа конденсаторной установки запрещается, если токи в фазах различаются более чем на 10%

B) Осмотр конденсаторной установки без отключения должен производиться не реже 1 раза в 3 месяца

C) Повторное включение конденсаторной установки допускается не ранее чем через 1 мин. после отключения

D) Включение конденсаторной установки, отключившейся действием защит, разрешается после выяснения и устранения причины ее отключения

130. Какое количество соединителей допускается на каждом проводе или тросе пересекающей ВЛ в пролете пересечения ее с другими ВЛ и линиями связи?

A) Не более 1 соединителя

B) Не более 2 соединителей

C) Не более 3 соединителей

D) Не регламентируется

131. С какой периодичностью на ВЛ напряжением 35 кВ и выше или их участках, имеющих срок службы 20 лет и более, должны проводиться верховые осмотры с выборочной проверкой проводов и тросов в зажимах и в дистанционных распорках?

A) Не реже одного раза в год

B) Не реже одного раза в 12 лет

C) Не реже одного раза в 6 лет

D) Не реже одного раза в четыре года

132. С какой периодичностью должна проводиться проверка состояния антикоррозийного покрытия металлических опор и траверс ВЛ, металлических подножников и анкеров оттяжек с выборочным вскрытием грунта?

A) Не реже 1 раза в 3 года

B) Не реже 1 раза в 5 лет

C) Не реже 1 раза в 6 лет

D) Не реже 1 раза в 10 лет

133. С какой периодичностью должна проводиться проверка состояния железобетонных опор и приставок ВЛ?

A) Не реже 1 раза в год

B) Не реже 1 раза в 3 года

C) Не реже 1 раза в 6 лет

D) Перед подъемом на опору или сменой деталей

134. На период послеаварийного режима для кабелей, находящихся в эксплуатации более 15 лет, перегрузка по току не должна превышать:

A) 0.1

B) 0.15

C) 0.18

D) 0.3

135. О каких неполадках устройств РЗА должна быть проинформирована вышестоящая организация, в управлении или ведении которой они находятся?

A) О каждом случае неправильного срабатывания или отказа срабатывания устройств РЗА

B) О выявленных дефектах схем и аппаратуры

C) Обо всех вышеперечисленных случаях

136. Каковы действия при обнаружении угрозы неправильного срабатывания устройства РЗА?

A) Вывод из работы устройства РЗА после оформления заявки на отключение в диспетчерскую службу или соответствующий орган оперативно-диспетчерского управления

B) Вывод из работы устройства РЗА с последующим оформлением заявки на отключение в диспетчерскую службу или соответствующий орган оперативно-диспетчерского управления либо вывод из работы устройства РЗА без разрешения вышестоящего оперативно-диспетчерского персонала, но с последующим сообщением ему

C) Вывод из работы устройства РЗА с разрешения вышестоящего оперативно-диспетчерского персонала

D) Вывод из работы устройства РЗА с разрешения технического руководителя, с последующим сообщением оперативно-диспетчерскому персоналу

137. Какие методы устранения повреждений контрольных кабелей или их наращивания не предусмотрены "ПТЭ электростанций и сетей РФ

A) Соединение жил кабеля с металлической оболочкой должно осуществляться с установкой герметичных муфт или с помощью предназначенных для этого коробок. Указанные муфты и коробки должны быть зарегистрированы

B) Кабели с поливинилхлоридной и резиновой оболочкой должны соединяться, как правило, с помощью эпоксидных соединительных муфт или на переходных рядах зажимов

C) На каждые 50 м одного кабеля в среднем должно быть не более одного соединения

D) На каждые 50 м одного кабеля в среднем должно быть не более 2-х соединений

138. Как должно быть выполнено присоединение заземляющих проводников к корпусам аппаратов, машин и опорам воздушных линий электропередачи?

A) Сваркой или болтовым соединением

B) Только сваркой

C) Только болтовым соединением

139. Какая периодичность измерения сопротивления заземляющих устройств указана неверно?

A) После монтажа, переустройства и капитального ремонта этих устройств на электростанциях, подстанциях и линиях электропередач

B) При обнаружении на тросовых опорах ВЛ напряжением 110 кВ и выше следов перекрытий или разрушений изоляторов электрической дугой

C) На подстанциях воздушных распределительных сетей напряжением 35 кВ и ниже – не реже 1 раза в 12 лет

D) В сетях напряжением 35 кВ и ниже у опор с разъединителями, защитными промежутками, трубчатыми и вентильными разрядниками и у опор с повторными заземлителями нулевых проводов – не реже 1 раза в 12 лет

140. С какой периодичностью должна проводиться проверка трубчатых разрядников со снятием их с опор?

A) 1 раз в год

B) 1 раз в 5 лет

C) 1 раз в три года

D) 1 раз в два года

141. Какое из перечисленных условий при установке дугогасящих реакторов для компенсации емкостных токов замыкания на землю в электрических сетях указано неверно?

A) Установка дугогасящих реакторов на тупиковых подстанциях не допускается

B) Дугогасящие реакторы должны быть подключены к нейтралям трансформаторов, генераторов или синхронных компенсаторов через разъединители

C) Для подключения дугогасящих реакторов, как правило, должны использоваться трансформаторы со схемой соединения обмоток звезда-треугольник

D) Ввод дугогасящего реактора, предназначенный для заземления, должен быть соединен непосредственно с общим заземляющим устройством

142. Какие требования из перечисленных к рабочему и аварийному освещению помещений и рабочих мест энергообъектов указаны неверно?

A) Рабочее и аварийное освещение в нормальном режиме должно питаться от разных независимых источников питания

B) При отключении источников питания на электростанциях и подстанциях, и на диспетчерских пунктах аварийное освещение должно автоматически переключаться на аккумуляторную батарею или другой независимый источник питания

C) Присоединение к сети аварийного освещения других видов нагрузок, не относящихся к этому освещению, не допускается

D) В помещениях главного, центрального и блочного щитов управления электростанций и подстанций, а также на диспетчерских пунктах все лампы аварийного освещения должны быть присоединены к шинам постоянного тока через предохранители или автоматы и включены круглосуточно

143. Какие сроки осмотров и проверки осветительной сети на электростанциях, подстанциях и диспетчерских пунктах указаны неверно?

A) Проверка действия автомата аварийного освещения – не реже 1 раза в месяц в дневное время

B) Проверка исправности аварийного освещения при отключении рабочего освещения – 2 раза в год

C) Измерение освещенности рабочих мест – при вводе в эксплуатацию и в дальнейшем 1 раз в год

D) Испытание изоляции стационарных трансформаторов 12-42 В – 1 раз в год

144. Какое оборудование, ЛЭП, устройства релейной защиты и противоаварийной и режимной автоматики, средства диспетчерского и технологического управления должны находиться в оперативном ведении диспетчера?

A) Оборудование, устройства защиты и автоматики и средства управления, состояние и режим которых влияют на располагаемую мощность и резерв электростанций и энергосистемы в целом

B) Оборудование, устройства защиты и автоматики и средства управления, состояние и режим которых влияют на режим и надежность сетей

C) Оборудование, устройства защиты и автоматики, состояние и режим которых влияют на настройку противоаварийной автоматики

D) Все перечисленное

145. Какое оборудование, ЛЭП, устройства релейной защиты и противоаварийной и режимной автоматики, средства диспетчерского и технологического управления должны находиться в оперативном управлении диспетчера?

A) Оборудование, устройства защиты и автоматики и средства управления, состояние и режим которых влияют на располагаемую мощность и резерв электростанций и энергосистемы в целом

B) Оборудование, устройства защиты и автоматики и средства управления, операции с которыми оперативно-диспетчерский персонал данного уровня выполняет непосредственно или если эти операции требуют координации действий подчиненного оперативно-диспетчерского персонала и согласованных изменений на нескольких объектах

C) Оборудование, устройства защиты и автоматики и средства управления, состояние и режим которых влияют на режим и надежность сетей

D) Оборудование, устройства защиты и автоматики, состояние и режим которых влияют на настройку противоаварийной автоматики

146. Какие условия должны быть обеспечены при планировании режимов работы электростанций и сетей?

A) Сбалансированность потребления и нагрузки электростанций с учетом внешних перетоков энергосистем, объединенных и единой энергосистем

B) Минимизация суммарных затрат покупателей электроэнергии при обеспечении требуемой надежности с учетом режимных условий, условий заключенных договоров на поставку электроэнергии и мощности и действующих правил купли-продажи электроэнергии и мощности

C) Поддержание требуемых резервов активной и реактивной мощности

D) Все перечисленные условия

147. Какие из перечисленных данных не используются при планировании режимов работы электростанций и сетей?

A) Прогноз потребления энергосистемами, объединенными энергосистемами и единой энергосистемой России электрической энергии и мощности на год, квартал, месяц, неделю, сутки и каждые полчаса (час)

B) План капитальных, средних и текущих ремонтов оборудования на период планирования режимов работы

C) Характеристики электрических станций с точки зрения готовности их оборудования к несению нагрузки и обеспеченности энергоресурсами, а также технико-экономические характеристики оборудования

D) Характеристики электрических сетей, используемых для передачи и распределения электроэнергии, с точки зрения пропускной способности, потерь и других характеристик

148. Что должны определять органы оперативно-диспетчерского управления в части работы АЧР и ЧАПВ энергосистем?

A) Объем АЧР с учетом местных балансов мощности и объем ЧАПВ

B) Уставки устройств АЧР и ЧАПВ

C) Размещение устройств АЧР

D) Все перечисленное

149. Какие показатели должны обеспечиваться при регулировании напряжения в электрических сетях?

A) Соответствие показателей напряжения требованиям государственного стандарта

B) Соответствие уровня напряжения значениям, допустимым для оборудования электрических станций и сетей с учетом допустимых эксплуатационных повышений напряжения промышленной частоты на электрооборудовании

C) Необходимый запас устойчивости энергосистем

D) Все перечисленные показатели

150. Какие положение по выводу оборудования и ВЛ в ремонт по оперативным заявкам на энергообъекте указано неверно?

A) Срочные заявки разрешается подавать в любое время суток непосредственно диспетчеру, в управлении или ведении которого находится отключаемое оборудование

B) Заявки должны быть утверждены техническим руководителем энергообъекта

C) Время операций, связанных с выводом в ремонт и вводом в работу оборудования и линий электропередач, а также растопкой котла, пуском турбины и набором на них требуемой нагрузки, должно быть включено в срок ремонта, разрешенного по заявке

D) Если по какой-либо причине оборудование не было отключено в намеченный срок, длительность ремонта должна остаться прежней, а дата включения перенесена на время, соответствующее времени задержки в выводе в ремонт

151. Что из перечисленного не входит в задачи оперативно-диспетчерского управления при ликвидации технологических нарушений?

A) Предотвращение развития нарушений, исключение травмирования персонала и повреждения оборудования, не затронутого технологическим нарушением

B) Выяснение причины отключения или остановки оборудования

C) Быстрое восстановление энергоснабжения потребителей и нормальных параметров отпускаемой потребителям электроэнергии

D) Создание наиболее надежной послеаварийной схемы

152. Каким путем должны выбираться схемы собственных нужд (СН) переменного и постоянного тока электростанций и подстанций с учетом обеспечения их надежности в нормальных, ремонтных и аварийных режимах?

A) Секционирования шин

B) Распределения механизмов СН по секциям шин из условия минимального нарушения работы электростанции или подстанции в случае выхода из строя любой секции

C) Автоматического ввода резервного питания любой секции шин СН всех напряжений

D) С помощью всего перечисленного

153. Какие требования к выполнению сложных переключений в электроустановках указаны неверно?

A) Сложные переключения должны выполнять, как правило, два лица, из которых одно является контролирующим

B) При выполнении переключений двумя лицами контролирующим, как правило, должен быть старший по должности, который, находясь на данном энергообъекте, помимо функций пооперационного контроля должен осуществлять контроль за переключениями в целом. За правильностью переключений должны следить оба лица, производящих переключения

C) При наличии в смене одного лица из числа оперативно-дисперчерского персонала контролирующим лицом может быть работник из административно-технического персонала, знающий схему данной установки

D) Список лиц административно-технического персонала, имеющего право контролировать переключения, должен быть утвержден техническим руководителем энергообъекта и передан в соответствующий орган оперативно-диспетчерского управления

154. Что из перечисленного не разрешается отключать и включать отделителями, разъединителями, разъемными контактами соединений КРУ (КРУН)?

A) Нейтрали силовых трансформаторов 110-220 кВ, заземляющих дугогасящих реакторов 6-35 кВ при отсутствии в сети замыкания на землю

B) Намагничивающий ток силовых трансформаторов 220-500 кВ

C) Зарядный ток систем шин, а также зарядный ток присоединений с соблюдением требований нормативных документов

D) Зарядный ток и ток замыкания на землю воздушных и кабельных линий электропередачи

155. Какие требования к проведению переключений в электрических установках указаны неверно?

A) Сложные переключения, а также все переключения (кроме одиночных) на электроустановках, не оборудованных блокировочными устройствами или имеющих неисправные блокировочные устройства, должны выполняться по программам, бланкам переключений

B) Переключения на электрооборудовании и в устройствах РЗА, находящихся в оперативном управлении или ведении вышестоящего оперативно-диспетчерского персонала, должны производиться с его разрешения

C) Переключения без распоряжения и разрешения вышестоящего оперативно-диспетчерского персонала, но с последующим его уведомлением разрешается выполнять в случаях, не терпящих отлагательства (несчастный случай, стихийное бедствие, пожар, авария)

D) Все переключения на электростанциях и подстанциях должны выполняться в соответствии с инструкциями по производству переключений

156. Когда распоряжение диспетчера о переключениях считается выполненным?

A) После изменения состояния коммутационных аппаратов и сигнальных устройств на щите управления диспетчера

B) Если об этом сообщено диспетчеру лицом, получившим распоряжение

C) После срабатывания телесигнализации и телеизмерений на щите диспетчера

D) После записи в оперативном журнале о выполнении распоряжения

157. Каким образом вышестоящий оперативно-диспетчерский персонал дает разрешение на переключения?

A) В общем виде (без перечисления отдельных операций) после проверки возможности их выполнения по схеме, проверки режима работы оборудования и проведения необходимых режимных мероприятий

B) С указанием задачи переключений, после проверки возможности их выполнения по схеме

C) С указанием задачи переключений, после проверки режима работы оборудования и проведения необходимых режимных мероприятий

D) После проверки возможности выполнения переключений по схеме, проверки режима работы оборудования и проведения необходимых режимных мероприятий, с перечислением всех операций

158. Какие из перечисленных переключений должны выполняться по программам, бланкам переключений?

A) Все переключения (кроме одиночных) на электроустановках, не оборудованных блокировочными устройствами

B) Сложные переключения

C) Все переключения (кроме одиночных) на электроустановках, имеющих неисправные блокировочные устройства

D) Все перечисленные переключения

159. Кто из перечисленных руководителей утверждает перечни сложных переключений на энергообъекте?

A) Руководитель энергообъекта

B) Технический руководитель энергообъекта

C) Руководитель органа оперативно-диспетчерского управления

D) Руководитель вышестоящего органа оперативно-диспетчерского управления

160. Допускается ли применять типовой бланк переключений в случае несоответствия схемы электроустановки или состояния устройств РЗА той схеме, для которой был составлен типовой бланк?

A) Допускается по согласованию с техническим руководителем энергообъекта

B) Допускается по согласованию с контролирующим оперативным руководителем

C) Не допускается

D) Допускается, если выдающий наряд внесет изменения и дополнения в типовой бланк переключений, чтобы он соответствовал схеме и заданию

161. Допускается ли при сложных переключениях привлекать к выполнению отдельных операций в схемах релейной защиты и автоматики лиц из числа работников служб релейной защиты и автоматики?

A) Допускается

B) Не допускается

C) Допускается из числа работников местной службы релейной защиты и автоматики, закрепленных за этими устройствами

D) Допускается из числа работников центральной службы релейной защиты и автоматики, курирующих данный энергообъект

162. В какое время допускается производство плановых переключений?

A) В ночное время, в выходные и праздничные дни

B) В часы максимума нагрузок

C) Во время грозы или урагана

D) Начинать переключения за полчаса до окончания смены оперативно-диспетчерского персонала

163. В каком случае из перечисленных не допускается работа с шинными разъединителями и воздушными выключателями, находящимися под напряжением?

A) После проверки исправности дифференциальной защиты шин

B) При отключённой дифференциальной защите шин и введённом ускорении резервных защит

C) При отключённой дифференциальной защите шин и включенных временных защитах

D) При включённых устройствах АВР секционных и шиносоединительных выключателей

164. Какие распоряжения диспетчера энергосистемы (объединенной, единой энергосистем) выполняются немедленно при ликвидации аварий?

A) Все распоряжения

B) Все распоряжения по вопросам, входящим в его компетенцию

C) Все распоряжения по вопросам, входящим в его компетенцию, за исключением распоряжений, выполнение которых может представлять угрозу для безопасности людей и сохранности оборудования

D) Все распоряжения по вопросам, входящим в его компетенцию, за исключением тех, которые представляются подчиненному оперативному персоналу ошибочными (даже после подтверждения диспетчером своего распоряжения)

165. Какие предъявляются требования к действиям оперативного персонала электростанций и подстанций при опробовании напряжением оборудования, отключившегося в результате аварии?

A) Не допускается вручную отключать выключатели при включении их на КЗ и отказе защиты

B) Не допускается вручную отключать выключатели при неполнофазном включении во избежание их повреждения

C) Не допускается вручную повторно включать выключатели при неполнофазном включении во избежание их повреждения

D) Немедленно вручную отключает выключатели при включении их на КЗ и отказе защиты или при неполнофазном включении

166. Когда включается отключившееся во время аварии оборудование?

A) Включается сразу

B) Включается после осмотра оборудования и получения разрешения от вышестоящего оперативного диспетчера

C) Включается после осмотра оборудования

D) Включается после анализа действия отключивших его защит

167. При каком уровне частоты необходимо ее повышать путем отключения потребителей, если проведение других мероприятий не обеспечило ее повышения до требуемого значения и это не оговорено особо другими документами или распоряжениями вышестоящих организаций?

A) Ниже 49,80 Гц

B) Ниже 49,70 Гц

C) Ниже 49,60 Гц

D) Ниже 49,50 Гц

168. При каком уровне частоты в единой или изолированной объединенной энергосистемах (энергосистеме) в электрических сетях и на электростанциях не производятся плановые переключения в РУ, в устройствах релейной защиты и противоаварийной автоматики и устройствах технологической автоматики энергоблоков, кроме переключений при аварийных ситуациях?

A) Ниже 49,80 Гц

B) Ниже 49,70 Гц

C) Ниже 49,60 Гц

D) Ниже 49,90 Гц

169. Какие действия при аварийном отключении линии, трансформаторов связи, шунтирующего реактора и другого оборудования указаны неверно?

A) Отрегулировать допустимый режим работы контролируемых связей (допустимые перетоки мощности для создавшейся схемы, уровни напряжения) и производятся операции по перестройке релейной защиты и противоаварийной автоматики в соответствии с инструкцией энергопредприятия или программой переключений

B) Включить потребителей, отключенных действием устройств САОН, а при невозможности - включить после отключения других потребителей по графикам аварийных отключений (или ограничений) и снижения перетока мощности по контролируемым связям

C) Определить причины отключений на основе показаний устройств телесигнализации и телеизмерений, анализа работы устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, опроса персонала и сообщения с мест, и устранить причины отключения

D) Включить потребителей отключенных по графикам аварийных отключений (или ограничений)

170. Допускается ли отключение оборудования без подготовки режима?

A) Допускается, при нарушении надежности схемы электроснабжения

B) Допускается, при угрозе повреждения оборудования или угрозе жизни людей

C) Допускается, при угрозе развития аварии с возможным отключением потребителей

D) Допускается, при нарушении устойчивости в работе энергосистемы

171. Где осуществляется контроль и регулирование напряжения в соответствии с утвержденными графиками напряжений?

A) В заданных контрольных сечениях сети

B) В заданных контрольных районах сети

C) В заданных контрольных пунктах сети

D) В заданных контрольных участках сети

172. В каком случае оперативный персонал самостоятельно производит изменение коэффициентов трансформации трансформаторов, оснащенных устройствами РПН?

A) При снижении частоты из-за недостатка активной мощности

B) При сообщении потребителей о понижении напряжения на их присоединениях

C) При понижении напряжения ниже минимально установленных уровней на одном или нескольких объектах

D) Для предотвращения аварии при возникновении перегрузки межсистемных транзитных связей по активной мощности

173. Какие из перечисленных мер по восстановлению напряжения в случае его понижения ниже минимально установленных уровней на одном или нескольких объектах указаны неверно?

A) Включение батарей статических конденсаторов

B) Включение шунтирующих реакторов

C) Отключение шунтирующих реакторов

D) Увеличению загрузки СК и генераторов по реактивной мощности вплоть до взятия аварийных перегрузок

174. Что должен сделать оперативный персонал при понижении напряжения, вызванном неотключившимсяКЗ в электросети?

A) Определить и отключить место КЗ

B) Не вмешиваться в работу релейной защиты и самостоятельно не отключать место КЗ

C) Доложить выше стоящему оперативному персоналу о КЗ и отключить место КЗ

D) Изменить уставки релейной защиты для отключения КЗ

175. До какого уровня кратковременно повышается частота для включения потребителей с помощью ЧАПВ после ликвидации аварии?

A) На 0,1-0,2 Гц выше верхней уставки ЧАПВ

B) На 0,2-0,3 Гц выше верхней уставки ЧАПВ

C) До 49,8 Гц

D) До 49,6 Гц

176. Каким образом устраняются перегрузки сверх максимально (аварийно) допустимых значений перетоков мощности (токов) по связям, линиям и оборудованию при отсутствии резерва?
A) Немедленной загрузкой электростанций в приемной части энергосистемы и разгрузкой их в передающей части для разгрузки транзитных связей, в других случаях – использованием одного из указанных приемов

B) За счет использования аварийных перегрузок генерирующего оборудования и ограничений и отключений в приемной части энергосистемы, а также разгрузкой генерирующей мощности в периферийных избыточных частях энергосистем, объединенной или единой энергосистем

C) Снижением напряжения в узлах энергосистемы с помощью изменения коэффициентов трансформации трансформаторов и регулирования возбуждения генераторов

D) Включением батарей конденсаторов и загрузкой синхронных компенсаторов

F) Отключением шунтирующих реакторов

177. При какой длительности аварийный выход из строя средств связи диспетчерских центров, центров управления сетями в сетевых организациях и объектов электроэнергетики считается угрозой нарушения электроснабжения (режим с высоким риском нарушения электроснабжения)?

A) При длительности более 6 часов

B) При длительности более 12 часов

C) При длительности более 24 часов

D) При длительности более 36 часов

178. В течение какого времени с момента получения запроса от системного оператора необходимо предоставить сведения?

A) В течение 2 часов с момента получения запроса или в иные предусмотренные запросом сроки

B) В течение 1 часа с момента получения запроса

C) В течение 1 часа с момента получения запроса или в иные предусмотренные запросом сроки

D) В течение 2 часов с момента получения запроса

179. В каком случае аварийный выход из строя электросетевого или генерирующего оборудования, считается угрозой нарушения электроснабжения (режим с высоким риском нарушения электроснабжения)?

A) Если это приводит к электроэнергетическому режиму энергосистемы с превышением максимально допустимых перетоков длительностью более 1 часа

B) Если это приводит к электроэнергетическому режиму энергосистемы с превышением максимально допустимых перетоков длительностью более 2 часов

C) Если это приводит к электроэнергетическому режиму энергосистемы с превышением максимально допустимых перетоков длительностью более 3 часов

D) Если это приводит к электроэнергетическому режиму энергосистемы с превышением максимально допустимых перетоков длительностью более 5 часов

180. Необходимо сравнить показания двух электроприборов, один из которых работает при постоянном токе, а другой – при переменном. В качестве поверки следует выбрать:

а) непосредственное сличение с эталоном;

б) прямые измерения величины;

в) слияние через компаратор.

181. Проведена поверка вольтметра класса точности 1,0. Номинальное значение вольтметра 300 в. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли вольтметр установленному классу точности.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Показание образцового вольтметра | В | 29,1 | 58,2 | 90,6 | 119,3 | 152,6 | !78,9 | 207,5 | 238,5 | 272,4 | 299,2 |
| Показание поверяемого вольтметра | В | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |

а) да;

б) нет.

182. Проведена поверка амперметра, имеющего аддитивную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Показание образцового амперметра | А | 0, 9 | 2,2 | 2,8 | 3,7 | 5.3 | 6,1 | 7,2 | 7,8 | 8,9 | 9,1 |
| Показание поверяемого амперметра | А | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

а) 1,5;

б) 2,5;

в) 4,0.

183. При измерении напряжения 50 вбыли использованы три вольтметра:

V1 - номинальное значение 100 в; класс точности 1,5;

V2  - номинальное значение 150 в; класс точности ;

V3  - номинальное значение 300 В; класс точности 1,5/1,0

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

а) - V1

б) - V2

в) - V3

184. Проведена поверка вольтметра класса точности . Номинальное значение вольтметра 300 в. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли вольтметр установленному классу точности.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Показание образцового вольтметра | В | 29,1 | 58,2 | 90,6 | 119,3 | 152,6 | !78,9 | 207,5 | 238,5 | 272,4 | 299,2 |
| Показание поверяемого вольтметра | В | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |

а) да;

б) нет.

185. Проведена поверка амперметра, имеющего мультипликативную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Показание образцового амперметра | А | 0, 98 | 2,03 | 2,92 | 3,96 | 5.16 | 6,05 | 7,10 | 7,80 | 8,90 | 9,8 |
| Показание поверяемого амперметра | А | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

а) 1,5;

б) 2,5;

в) 4,0.

186. При измерении напряжения 50 вбыли использованы три вольтметра:

V1 - номинальное значение 100 в; класс точности 2,5;

V2  - номинальное значение 150 в; класс точности ;

V3  - номинальное значение 300 В; класс точности 2,5/1,5

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

а) - V1

б) - V2

в) - V3

187. Проведена поверка вольтметра класса точности 1,0/0.5. Номинальное значение вольтметра 300 в. Результаты поверки представлены в таблице.

Определить, соответствует ли вольтметр установленному классу точности.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Показание образцового вольтметра | В | 29,1 | 58,2 | 90,6 | 119,3 | 152,6 | !78,9 | 207,5 | 238,5 | 272,4 | 299,2 |
| Показание поверяемого вольтметра | В | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 |

а) да;

б) нет.

188. Проведена поверка амперметра, имеющего аддитивную и мультипликативную погрешность. Номинальное значение амперметра 10 А. Результаты поверки представлены в таблице.

Какому классу точности соответствует амперметр.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | - | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Показание образцового амперметра | А | 0, 98 | 2,02 | 2,98 | 3,97 | 5.03 | 6,10 | 7,03 | 7,98 | 8,95 | 9,95 |
| Показание поверяемого амперметра | А | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

а) 0,5/ 0,1;

б) 2,5/ 1.0;

в) 4,0/ 2,5.

189. При измерении напряжения 50 вбыли использованы три вольтметра:

V1 - номинальное значение 75 в; класс точности 1,5;

V2  - номинальное значение 150 в; класс точности ;

V3  - номинальное значение 100 В; класс точности 1,5/1,0

С помощью какого вольтметра результат измерения получен с наибольшей точностью.

а) - V1

б) - V2

в) - V3

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Темы рефератов**

1. Диагностика трансформаторного оборудования под рабочим напряжением.

2. Диагностика состояния посредством измерения характеристик масла.

3. Испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц.

4. Измерение сопротивления короткого замыкания (ZК) обмоток в силовых трансформаторах, автотрансформаторах и масляных реакторах.

5. Измерение сопротивления обмоток постоянному току в трансформаторах тока.

6. Измерение сопротивления обмоток постоянному току в трансформаторах напряжения.

7. Применение тонкослойной хроматографии при определении микроколичеств фурановых производных в изоляционном масле.

8. Импульсное дефектографирование.

9. Определение влагосодержания изоляции.

10. Диагностика магнитопроводов трансформаторного оборудования.

11. Методы контроля дефектов изоляции: визуальный контроль; измерение сопротивления изоляции; замер токов утечки на повышенном напряжении постоянного тока; замер коэффициента абсорбции: замер тангенса угла диэлектрических потерь; измерение частичных разрядов на остановленной машине с приложением повышенного напряжения; замер токов утечки с обмотки возбуждения на землю, а также частиц пиролиза в охлажденном газе; замер вибрации машины (витковые замыкания в роторе).

12. Основные дефекты сердечника статора: нарушение целостности межлистовой изоляции из-за некачественного изготовления, попадания посторонних предметов в расточку статора; повреждение при сборке в процессе ввода ротора в статор; истирание межлистовой изоляции при ослаблении прессовки пакетов стали сердечника статора: повреждения подшипников, приводящие к биению ротора и задеванию его за статор.

13. Основные дефекты сердечника ротора: нарушение целостности бочки и вала ротора, бандажных колец, клиньев обмотки вследствие недостатка паковки и обработки ротора; неудачная конструкция клиньев: редкие циклы изменения температуры при частых пусках; большие тепловые нагрузки от токов обратной последовательности.

14. Методы контроля дефектов в обмотке статора и сердечника ротора: метод теплового контроля с помощью термосопротивлений, заложенных в наиболее опасных для перегрева местах; индикация наличия продуктов пиролиза, выделяющихся из перегретой изоляции в охлаждающий газ; кольцевое намагничивание сердечника; применение тепловизора: наклейки в критических точках термочувствительных этикеток; метод замера вибрации

15. Контроль состояния машин во время работы: вибрация отдельных узлов; параметры охлаждающих сред (вход и выход), расходы охлаждающих сред; комплексные методы, выявляющие большинство развивающихся дефектов: определение температуры статора по всем пазам и торцам; анализ вибрации статора, вала, направляющих подшипников; измерение частичных разрядов в обмотке статора; контроль нагрева подшипника; контроль величины воздушною зазора относительно ротора и статора; измерение акустических шумов; анализ смазочного масла; контроль изоляции.

16. Основные дефекты асинхронных двигателей: повреждение изоляции, витковые замыкания, обрыв роторных стержней, повреждение подшипников.

17. Описать контроль состояния асинхронных двигателей во время работы: визуальный контроль, замер токов нулевой последовательности, вибрационный контроль, контроль допустимой нагрузки, температурный контроль.

18. Основные дефекты силовых трансформаторов, автотрансформаторов: повреждение высоковольтных вводов, изоляции трансформатора и другого маслонаполненного оборудования и обмоток; снижение качества масла; местные перегревы; электроизнос контактов переключателя ответвлений.

19. Вибрационное обследование и диагностическое состояние силовых трансформаторов: оценка состояния фундаментов; измерение общего уровня вибрации на поверхности бака трансформаторов; анализ вибрационного состояния системы масляного охлаждения; вибрационное состояние системы вентиляции и системы обдува; выявление наличия опасных деформаций, распрессовки обмоток, оценка механической прочности витковой изоляции.

20. Основные дефекты высоковольтных коммутационных аппаратов: повреждение изоляции, снижение давления сжатого воздуха, утечка газа, нагрев контактных соединений, ослабление натяжений пружин.

21. Методы диагностики и контроля оборудования: физико - химический контроль трансформаторного масла, определение электрической прочности, механических примесей и углерода; контроль осажденной воды; измерение сопротивления изоляции, измерение тангенса угла диэлектрических потерь, испытание изоляции повышенным напряжением, тепловизионный контроль, измерение сопротивления постоянному току, измерение скоростных и временных характеристик, измерение вытягивающих усилий подвижных контактов из неподвижных, испытание колонок изоляторов на излом.

22. Контроль состояния высоковольтных коммутационных аппаратов вовремя работы: визуальный контроль, наблюдение частичных разрядов, контроль с помощью манометров, замер утечки газа из элегазового оборудования методом регистрации отрицательных ионов, тепловизионный контроль, контроль с помощью термоиндикаторов.

23. Основные дефекты измерительных трансформаторов, конденсаторов, разрядников и ограничителей перенапряжений: повреждение (ухудшение состояния) изоляции, изменение характеристик разрядников и ограничителей перенапряжений (ОПН), витковые замыкания в измерительных трансформаторах, нагрев контактных соединений, физико - химический и хроматографический анализ трансформаторного масла у измерительных трансформаторов тока, контроль токов проводимости на постоянном напряжении и измерение tg на отключение от сети ОПН.

24. Методы диагностики измерительных трансформаторов, конденсаторов, разрядников и ограничителей перенапряжений: измерение сопротивления изоляции, испытание повышенным напряжением, замер тангенса угла диэлектрических потерь, измерение сопротивления обмоток постоянному току, снятие характеристик намагничивания, измерение тока утечки, измерение емкости, измерение пробивных напряжений.

25. Контроль состояния измерительных трансформаторов, конденсаторов, разрядников и ограничителей перенапряжений вовремя работы: визуальный контроль, фиксация срабатывания разрядников и ОПН, тепловизионный контроль, контроль с помощью термоиндикаторов.

26. Основные дефекты воздушных линий (ВЛ): повреждение изоляции подвесных, опорных и полимерных изоляторов; нарушение соединения проводов; нарушение состояния заземления опор, их оттяжек и тросов; загнивание деталей деревянных опор; коррозия металлических опор и траверс.

27. Методы диагностики и контроля ВЛ: измерение сопротивления изоляции, измерение величины падения напряжения или сопротивления на участке соединения, плавка гололеда.

28. Контроль состояния ВЛ во время работы: визуальный контроль; измерение сопротивления заземления опор и тросов; замер вибрации проводов линий электропередачи; замер натяжения оттяжек опор, наклон опор; проверка загнивания опор.

29. Основные дефекты кабельных линий (КЛ): повреждение изоляции, обрыв жил кабеля, коррозия брони кабеля, утечка масла.

30. Методы диагностики и контроля КЛ: измерение сопротивления изоляции, испытание повышенным напряжением, замер тока утечки, проверка целостности жил, определение сопротивления жил, тепловые испытания.

# Типовые вопросы к зачету по дисциплине

# «Диагностика электроэнергетического оборудования»

1. Каковы основные задачи технической диагностики?

* 1. Классификация методов измерений
	2. Погрешности измерений. Класс точности
	3. Способы исключения систематических погрешностей
	4. Способы исключения случайных погрешностей
	5. Обработка результатов прямых измерений
	6. Обработка результатов косвенных измерений
	7. Государственная система стандартизации
	8. Основные цели и объекты сертификации
	9. Аккредитация испытательных (измерительных) лабораторий

11. Метрологические характеристики средств измерений

1. Классификация измерительных приборов по обобщенным признакам
2. Класс точности и нормирование погрешностей
3. Случайные погрешности и способы их описания
4. Оценки истинного значения на основании ограниченного ряда наблюдений
5. Интервальные значения истинного значения
6. Прямые равноточные измерения с многократными наблюдениями
7. Прямые неравноточные измерения
8. Правила проверки согласия опытного распределения случайной величины с теоретическим
9. Количественные показатели точности измерений и способы их выражения
10. Каковы основные виды технического состояния электрооборудования?
11. Что является предметом технической диагностики?
12. Почему важно учитывать скорость развития дефектов?
13. В чем заключается новая стратегия технического обслуживания?
14. На какие группы можно разбить повреждения оборудования?
15. Чем определяется достоверность метода диагностики?
16. Какие существуют направления обеспечения необходимой точности измерений в условиях помех?
17. Какова структура и содержание двухступенчатых профилактических испытаний?
18. Как осуществляется оценка состояния трансформатора при функциональной диагностике?
19. Каковы приемы диагностики?
20. Как различаются трансформаторы по назначению?
21. Каковы основные элементы конструкции силовых трансформаторов?
22. С какой целью у трансформаторов мощностью 1000 кВА и более устанавливают газовое реле?
23. Какими способами выполняют крепление вводов на крышке или стенке бака трансформаторов?
24. Для чего на мощные трансформаторы устанавливают выхлопную трубу?
25. Как происходит увлажнение изоляции трансформатора в процессе эксплуатации?
26. Какие механические дефекты возникают в процессе эксплуатации трансформатора?
27. Почему в процессе эксплуатации может измениться коэффициент трансформации силового трансформатора?
28. Какие дефекты выявляет измерение сопротивления обмоток постоянному току?
29. Какие дефекты можно выявить по значению tgδ изоляции трансформатора?
30. Какие характеристики изоляции называются абсорбционными?
31. Какие параметры являются характеристиками частичных разрядов (ЧР) в изоляции трансформаторов?
32. Какие методы используются для обнаружения ЧР?
33. Какие дефекты трансформатора позволяют выявить метод низковольтных импульсов?
34. В чем суть метода частотного анализа?
35. Что является целью вибрационного обследования трансформаторов?
36. Каковы параметры контроля при тепловизионном обследовании трансформаторов?
37. Что относится к параметрам непрерывного контроля трансформаторов под напряжением?
38. По каким характеристикам оценивается старение трансформаторного масла?
39. На чем основан хроматографический метод анализа газовой смеси, выделенной из масла?
40. За счет чего происходит разделение компонентов газовой смеси в хроматографической колонке?
41. Какие газы используются как газы-носители в хроматографе?
42. За счет чего ухудшается состояние трансформаторного масла герме-тичных трансформаторных вводов?
43. На каком явлении основано применение оптических методов оценки состояния высоковольтных герметичных вводов?
44. Основные уравнения измерительного трансформатора напряжения.
45. Погрешности измерительного трансформатора напряжения.
46. Основные уравнения измерительного трансформатора тока.
47. Погрешности измерительного трансформатора тока.
48. Поверка измерительного трансформатора напряжения.
49. Поверка измерительного трансформатора тока.
50. Подготовка и выполнение измерений в электроустановках.
51. Сформулировать основные понятия технической диагностики.
52. Охарактеризовать объекты технического диагностирования
53. Дать определение технического состояние объекта, его контроль.
54. Описать прогнозирование технического состояния.
55. Перечислить средства, системы технического состояния.
56. Перечислить показатели и характеристики диагностирования.
57. Охарактеризовать процессы повреждения и износа. Понятие дефекта оборудования и его признаки.
58. Перечислить средства и методы контроля состояния оборудования.
59. Описать контроль оборудования во время работы.
60. Перечислить требования к системам контроля и диагностики.
61. Охарактеризовать основные дефекты обмоток статора и ротора.
62. Описать методы контроля дефектов изоляции.
63. Охарактеризовать основные дефекты сердечника статора: нарушение
64. Охарактеризовать основные дефекты сердечника ротора.
65. Описать методы контроля дефектов в обмотке статора и сердечника ротора.
66. Описать контроль состояния машин во время работы.
67. Охарактеризовать основные дефекты асинхронных двигателей.
68. Описать контроль состояния асинхронных двигателей во время работы.
69. Охарактеризовать основные дефекты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.
70. Охарактеризовать основные дефекты высоковольтных коммутационных аппаратов.
71. Описать методы диагностики и контроля оборудования.
72. Описать контроль состояния высоковольтных коммутационных аппаратов во время работы.
73. Охарактеризовать основные дефекты измерительных трансформаторов, конденсаторов, разрядников и ограничителей перенапряжений.
74. Описать контроль состояния измерительных трансформаторов, конденсаторов, разрядников и ограничителей перенапряжений во время работы.
75. Охарактеризовать основные виды неисправности устройств релейной защиты и автоматики (РЗ и А).
76. Описать основные требования к методам и средствам технического диагностирования и технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики (РЗ и А).
77. Охарактеризовать тестовый, функциональный и автоматизированный контроль устройств релейной защиты и автоматики (РЗ и А).
78. Описать основные требования к методам и средствам технического диагностирования и технического обслуживания устройств релейной защиты и автоматики (РЗ и А).
79. Диагностическое обеспечение, технические средства диагностирования, требования, предъявляемые к объекту и техническим средствам диагностирования.
80. Методы диагностирования. Функциональная диагностика. Техническое диагностирование.
81. Методы контроля высоковольтного оборудования при отключенном напряжении.
82. Методы обследования высоковольтного оборудования подрабочим напряжением.
83. Хроматографические методы оценки технического состояния высоковольтного оборудования.
84. Диэлькометрические методы контроля технического состояния высоковольтного оборудования.
85. Дефекты в изоляции. Современные системы технического диагностирования изоляции высоковольтного оборудования.
86. Перспективы развития систем технической диагностики высоковольтного электроэнергетического оборудования.

**Приложение 3 к рабочей программе учебной дисциплины**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**«Дальневосточный федеральный университет»**

(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по дисциплине «Диагностика электроэнергетического оборудования»**

**Направление подготовки 13*.06.01 Электро – и теплотехника***

**Профиль «Теоретическая электротехника»**

**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**

**2017**

1. Горбенко Ю. М., Силин Н.В., Шеин А.Н., Яблокова В.С. Метрология: учебное пособие/ Дальневосточный федеральный университет,- Владивосток: Издательский дом Дальневосточного федерального университета, 2012.- 132 с.

*Примеры решения типовых задач по обработке результатов прямых измерений*

 **Пример 1.** Измерение тока дало следующие значения: 10,07; 10,08; 10,10;10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,20;10,40 А. Результат 10,40 А резко отличается от остальных. Проверить, содержится ли грубая погрешность.

По формулам (3.15, 3.16) определим оценки среднеарифметического значения $\overbar{х}$ и среднеквадратического отклонения $\tilde{δ}$$\tilde{δ}$:

$\overbar{х}$$\overbar{х}$ = 10,16 A, $\tilde{δ}$$\tilde{δ}$ = 0,094 A.

Рассчитаем коэффициент $t\_{10}$$t\_{10}$ по формуле (3.17)

.

Примем уровень значимости критерия ошибки *q* = 1%. Из табл.3.3 находим предельное (граничное) значение коэффициента = 2,62. Так как <, то наблюдения 10,4 А отбросить нельзя.

**Пример 2.** Проверить гипотезу о нормальности распределения небольшой группы наблюдений. Результаты наблюдений (*n* = 24) представлены в табл.3.8.

Пользуясь составным критерием, проверим, можно ли считать полученные данные реализациями случайной величины, имеющей нормальное распределение.

Таблица 3.8

Результат наблюдений и расчета примера 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номернаблюдения n | Показаниеприбора$$х\_{i}$$ | СлучайноеОтклонение $U\_{i}=\left(x\_{i}-\overbar{х}\right)∙10^{-3}$ | Квадратслучайногоотклонения$$U\_{i}^{2}∙10^{-6}$$ | Номернаблюденияi | Показания прибора$$х\_{i}$$ | Случайноеотклонение $U\_{i}=\left(x\_{i}-\overbar{х}\right)∙10^{-3}$ | Квадратслучайногоотклонения$$U\_{i}^{2}∙10^{-6}$$ |
| 1 | 8,906 | -13 | 169 | 13 | 8,914 | -5 | 25 |
| 2 | 8,915 | -4 | 16 | 14 | 8,925 | 6 | 36 |
| 3 | 8,913 | -6 | 36 | 15 | 8,923 | 4 | 16 |
| 4 | 8,921 | 2 | 4 | 16 | 8,917 | -2 | 4 |
| 5 | 8,925 | 6 | 36 | 17 | 8,918 | -1 | 1 |
| 6 | 8,929 | 10 | 100 | 18 | 8,921 | 2 | 4 |
| 7 | 8,917 | -2 | 4 | 19 | 8,920 | 1 | 1 |
| 8 | 8,915 | -4 | 16 | 20 | 8,920 | 1 | 1 |
| 9 | 8,919 | 0 | 0 | 21 | 8,914 | -5 | 25 |
| 10 | 8,914 | -5 | 25 | 22 | 8,917 | -2 | 4 |
| 11 | 8,921 | 2 | 4 | 23 | 8,916 | -3 | 9 |
| 12 | 8,920 | 1 | 1 | 24 | 8,935 | 16 | 256 |

Вычислим оценки параметров распределения среднего арифметического результатов наблюдений  по формуле (3.15) и среднего квадратического отклонения результатов наблюдений по формуле (3.16), получим:

 = 8,919 B, $\tilde{δ}$$\tilde{δ}$ = 5,87B.

Смещенная оценка среднего квадратического отклонения, определяемая по формуле (3.19):

= 5,748B.

Проверяем выполнение критериев 1 и 2.

Критерий 1. Вычисляем $\tilde{d}$$\tilde{d}$ по формуле (3.18):

.

Выбрав уровень значимости *q*1 = 0,02 из табл. 3.4 определяем квантили распределения: *d*min= 0,700, *d*max= 0,897.

Так как 0,700<0,746<0,897, то критерий 1 выполняется.

Критерий 2. Принимаем уровень значимости *q*2 = 0,02. Из табл. 3.5 по выбранному *q*2 = 0,02 и числу наблюдений *n*=24 находим значение вероятности *P*= 0,98. Из табл. 3.5 определяем значение теоретического коэффициента *m*=2.

Из табл. 3.6 по величине находим аргумент функции == 2,33. Определяем коэффициент ∙$\tilde{δ}$$\tilde{δ}$=2,33∙5,87∙10-3=13,67∙10-3.

Согласно критерию 2 не более двух разностей |-$\overbar{x}$$\overbar{x}$| (*m*=2) могут превысить число 13,67∙10-3. По данным расчета, приведенным в табл. 3.8 следует, что только при *i*=24 разность превышает это число, т.е. *m*э=1. Следовательно, и критерий 2 выполняется.

Таким образом, при уровне значимости *q*≤*q*1+*q*2 гипотеза о нормальности распределения полученных данных согласуется с данными наблюдений.

**Пример 3.** Произведено 18(*n*=18) отчетов значений измеряемой величины-напряжения (табл. 3.9). Требуется произвести обработку результатов измерений (предполагая их нормальное распределение). Для этого выбрать доверительную ве­роятность . Систематической погрешностью пренебречь.

Таблица 3.9

##### Результаты измерений примера 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* |  | *i* |  | *i* |  |
| 1 | 1681 | 7 | 1705 | 13 | 1682 |
| 2 | 1701 | 8 | 1685 | 14 | 1690 |
| 3 | 1693 | 9 | 1697 | 15 | 1987 |
| 4 | 1678 | 10 | 1690 | 16 | 1680 |
| 5 | 1686 | 11 | 1690 | 17 | 1692 |
| 6 | 1674 | 12 | 1985 | 18 | 1688 |

 Примечание: *i* - номер измерения, - результат измерения.

1. Определим среднее арифметическое значение

mB.

Значение  считается оценкой истинного значения измеряемого напряжения *U*, т.е. 1688, 0 mB.

1. Вычислим отклонение результатов отдельных измерений от среднего зна­чения  по формуле: . Результаты вычисления представлены в табл. 3.10.

### Таблица 3.10

##### Значение остаточных погрешностей примера 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* |  | *i* |  | *i* |  |
| 1 | -7 | 7 | 17 | 13 | -6 |
| 2 | 13 | 8 | -3 | 14 | 2 |
| 3 | 5 | 9 | 9 | 15 | -1 |
| 4 | -10 | 10 | 2 | 16 | -8 |
| 5 | -2 | 11 | 2 | 17 | 4 |
| 6 | -14 | 12 | -3 | 18 | 0 |

3. Вычислим оценку среднего квадратичного отклонения по формуле (3.16)

, mB.

4. Среднеквадратическое отклонение среднеарифметического

, mВ.

Для вычисления доверительного интервала, соответствующего доверитель­ной вероятности  и числу измерений , воспользуемся таблицей 3.2. Оп­ределим коэффициент Стьюдента

.

Поскольку mВ, то нижняя граница доверительного интервала

mB,

а верхняя граница

mB.

Граница случайной погрешности результата измерений

mB.

Результат измерений может быть записан в виде

mB; mB; .

**Пример 4.** С целью аттестации катушки индуктивности по добротности проведено 20 измерений ее добротности при температуре окружающей среды .

В качестве средств измерений использовались: компаратор добротности с погрешностью сличения % и образцовая катушка, аттестованная с погрешностью %.

 Требуется определить номинальное значение добротности аттестуемой катушки и погрешность аттестации с доверительной вероятностью  для нормальных условий .

 В результате измерений получены данные, приведенные в табл. 3.11.

### Таблица 3.11

##### Результаты измерений примера 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  |
| 1 | 76,3 | 6 | 76,0 | 11 | 75,3 | 16 | 75,9 |
| 2 | 74,7 | 7 | 75,3 | 12 | 75,1 | 17 | 74,9 |
| 3 | 75,7 | 8 | 74,9 | 13 | 75,5 | 18 | 75,7 |
| 4 | 75,5 | 9 | 75,5 | 14 | 75,4 | 19 | 75,3 |
| 5 | 75,7 | 10 | 75,4 | 15 | 75,8 | 20 | 77,1 |

Исключим известную систематическую погрешность из результата измерения. В данной задаче систематическая погрешность измерения будет обуславливаться отклонением температуры окружающей среды от нормальной.

Используя известную зависимость изменения добротности , определим эти измерения по формуле

,

где  - результат измерения при,

 - температурный коэффициент добротности,

  - отклонение температуры.

 Результаты измерения после исключения систематической погрешности приведены в табл. 3.12

### Таблица 3.12

**Результаты измерений примера 4 после исключения**

**систематической погрешности**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  |
| 1 | 76,11 | 6 | 75,81 | 11 | 75,11 | 16 | 75,71 |
| 2 | 74,51 | 7 | 75,11 | 12 | 74,91 | 17 | 74,71 |
| 3 | 75,51 | 8 | 74,71 | 13 | 75,31 | 18 | 75,51 |
| 4 | 75,31 | 9 | 75,31 | 14 | 75,21 | 19 | 75,11 |
| 5 | 75,51 | 10 | 75,21 | 15 | 75,61 | 20 | 76,91 |

Определим среднее арифметическое значение

.

Среднеквадратичное отклонение



Рассчитаем коэффициент  по формуле (3.17), т.е. проверим является ли результат 20-го наблюдения промахом



Из табл. 3.3 по заданным величинам  и уровню значимости  (5%) находим предельное значение коэффициента .

Так как , то гипотеза не противоречит экспериментальным данным, т.е. 20-е наблюдение является промахом, поэтому из дальнейшей обработки его исключим.

Вычислим среднее арифметическое 19 наблюдений 

.

Вычислим среднюю квадратическую погрешность результатов наблюдений



Определим принадлежность результатов наблюдений к нормальному распределению. Так как число наблюдений  больше 15 и меньше 50 , используем составной критерий.

Определим смещенную оценку среднего квадратичного отклонения по формуле (3.19)

.

Определяем выполнение критериев 1 и 2.

Критерий 1. Вычисляем параметр  по формуле (3.18)

.

Задаваясь уровнем значимости  из табл. 3.4 определяем квантили распределения для  (ближайшее к )

, .

Так как расчетное значение  не выходит за пределы теоретических значений (т.е. 0,73<0,79<0,87), можно считать, что критерий 1 выполняется.

Критерий 2. Принимаем уровень значимости . Из табл. 3.5 по выбранному  и числу наблюдений  находим значение вероятности . Из табл. 3.5 определяем значение теоретического коэффициента .

Из табл. 3.6 по величине  находим аргумент функции . Определяем коэффициент *ZP/2*∙$\tilde{δ}$$\tilde{δ}$=2,33∙0,40=0,93.

Анализируя значения модулей отклонения  результатов наблюдений (табл. 3.13), отметим, что ни одна из них не превышает значение 0,93.

Следовательно, и критерий 2 выполняется.

### Таблица 3.13

**Значения модулей отклонения **

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  | Порядковыйномеризмерения |  |
| 1 | 0,83 | 6 | 0,53 | 11 | 0,17 | 16 | 0,43 |
| 2 | 0,77 | 7 | 0,17 | 12 | 0,37 | 17 | 0,57 |
| 3 | 0,23 | 8 | 0,53 | 13 | 0,03 | 18 | 0,23 |
| 4 | 0,03 | 9 | 0,03 | 14 | 0,07 | 19 | 0,17 |
| 5 | 0,23 | 10 | 0,07 | 15 | 0,33 | - | - |

Таким образом, при уровне значимости  гипотеза о нормальности распределения полученных данных согласуется с данными наблюдений.

Вычислим среднеквадратическое отклонение среднеарифметического

.

Так как распределение подчиняется нормальному закону, доверительные границы  вычисляем по формуле (3.23). При заданной доверительной вероятности  и числе наблюдений  из табл. 3.2 определим коэффициент Стьюдента

.

Граница случайной погрешности

.

Определим доверительные границы неисключенной систематической погрешности измерения. В данной задаче неисключенная систематическая погрешность измерения будет обуславливаться двумя составляющими погрешностями аттестации образцовой катушки и компаратора, заданных в относительной форме.

Вычислим границы (абсолютные значения погрешностей) каждой неисключенной систематической погрешности

,

.

Доверительные границы суммарной неисключенной систематической погрешности найдем по формуле (3.24)

,

где *k*=1,1 (значение коэффициента определено из табл. 3.7).

Определим, можно ли пренебречь какой-либо составляющей погрешности измерения.

#### Вычислим отношение

.

Так как отношение  лежит в пределах 0,8-8,0, то ни одной из составляющих погрешности измерения пренебречь нельзя, следовательно, общая погрешность будет определяться обеими составляющими.

Найдем доверительные границы  общей погрешности измерения по формуле (3.25), предварительно вычислив величины  и  по формулам (3.26), (3.27).

Оценка суммарного среднеквадратического отклонения результата измерения

.

Коэффициент *k*

.

Доверительные границы погрешности измерения

.

Результат измерения можно представить в следующей форме

 или ; .

**Пример 5.** Определить средневзвешенное значение напряжения и среднеквадратическое отклонение средневзвешенного неравноточных измерений, которые были выполнены тремя коллективами экспериментаторов с помощью различных методов измерений. Экспериментальные результаты измерений и их средние квадратические отклонения следующие:

=18, 90 В,  В; = 18,89 В,  В; = 18,92 В, .

Определим весовые коэффициенты

,

,

.

Средневзвешенное

 В.

Среднеквадратическое отклонение средневзвешенного

 В.

**Пример 6.** Исследуется температурная зависимость сопротивления материала элемента схемы с целью введения температурной компенсации в средстве измерении. Экспериментальными исследованиями получены данные, сведенные в табл. 3.17. Результаты эксперимента представлены на рис. 3.10. Воспользуемся известной зависимостью сопротивления от температуры

, или обозначив  и , получим 

Таблица 3.17

**Результаты экспериментальных исследований примера 5**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | Номер опыта |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | +1,1 | +9,6 | +20,1 | +29,5 | +40,5 | +49,7 | +58,5 | +70,5 | +79,8 | +89,9 |
| 0м | 1,0 | 1,06 | 1,09 | 1,11 | 1,17 | 1,25 | 1,34 | 1,41 | 1,48 | 1,53 |



Рис. 3.10 Экспериментальная зависимость 

Следовательно, необходимо определить параметры  и  указанной зависимости.

В соответствии с методом наименьших квадратов

.

Исходя из этого условия, дифференцируя эту функцию по , а затем по  и , получим систему из трех уравнений



или



Решив эту систему относительно  и  определим их числовые значения:

; ; ; ; .

Таким образом,

.

*Контроль усвоения материала*– задачи для самостоятельного решения, которые используются и для контроля знаний:

Для каждого варианта в табл. 1 указаны: измеряемая величина, число измерений и доверительная вероятность, а в табл. 2 результаты измерений.

Требуется определить:

1. Наиболее достоверное значение измеряемой величины.
2. Среднеквадратическую погрешность ряда измерений.
3. Среднеквадратическую погрешность среднеарифметического.
4. Доверительный интервал при данной доверительной вероятности.
5. Предельную и относительную погрешность найденного значения измеряемой величины.

Результат измерения представить по ГОСТу в форме:

Х; Δ от Δ1 до Δ2; Р.

1. Ответить на вопрос: Что позволяет оценить величины, определенные в п. 2 и п. 3.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №варианта | Измеряемая величина | Единица измерения | Числоизмерений | Доверительная вероятность |
| 1 | R | Ом | 2 | 0,8 |
| 2 | U | В | 25 | 0,2 |
| 3 | I | А | 23 | 0,5 |
| 4 | C | пФ | 24 | 0,3 |
| 5 | L | мкГн | 3 | 0,8 |
| 6 | P | Вт | 25 | 0,95 |
| 7 | M | мкГн | 5 | 0,99 |
| 8 | f | кГц | 22 | 0,4 |
| 9 | I | мА | 3 | 0,9 |
| 10 | U | мВ | 6 | 0,99 |
| 11 | R | Ом | 3 | 0,8 |
| 12 | L | мГн | 4 | 0,7 |
| 13 | C | мкФ | 2 | 0,9 |
| 14 | M | мГн | 5 | 0,8 |
| 15 | P | Вт | 21 | 0,6 |
| 16 | f | Гц | 20 | 0,95 |
| 17 | М | мГн | 4 | 0,8 |
| 18 | P | Вт | 20 | 0,99 |
| 19 | R | Ом | 21 | 0,9 |
| 20 | I | А | 3 | 0,5 |
| 21 | C | пФ | 24 | 0,8 |
| 22 | f | кГц | 25 | 0,4 |
| 23 | L | мкГн | 12 | 0,7 |
| 24 | U | В | 11 | 0,8 |
| 25 | I | А | 15 | 0,2 |
| 26 | f | кГц | 4 | 0,8 |
| 27 | U | мВ | 18 | 0,5 |
| 28 | С | мкФ | 3 | 0,95 |
| 29 | L | мГн | 3 | 0,99 |
| 30 | P | Вт | 16 | 0,5 |
| 31 | М | мГн | 9 | 0,95 |
| 32 | R | Ом | 5 | 0,8 |
| 33 | P | Вт | 25 | 0,7 |
| 34 | f | кГц | 10 | 0,6 |
| 35 | C | пФ | 13 | 0,3 |
| 36 | U | мВ | 14 | 0,8 |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Результатизмерения | 5,04 | 4,97 | 5,03 | 5,01 | 5,07 | 4,98 | 4,96 | 5,01 | 5,06 | 4,95 | 4,94 |

Продолжение табл. 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Результатизмерения | 5,03 | 4,97 | 4,98 | 5,02 | 4,92 | 4,95 | 5,06 | 5,04 | 5,06 | 5,05 | 5,01 |

 Продолжение табл. 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номеризмерения | 23 | 24 | 25 | 26 |
| Результатизмерения | 5,07 | 5,09 | 5,08 | 5,09 |