

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
ФАКУЛЬТЕТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛИСТОВ (ФПКПС)

Направление подготовки: 140200 Электроэнергетика

Профиль(и) подготовки: Высоковольтные электроэнергетика и электротехника

Форма обучения: очная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
" Диагностика высоковольтного электрооборудования "

Часов (всего) по учебному плану:	72
В т.ч. аудиторных	72
Лекции	56 час
Практические занятия	16 час
Лабораторные работы	--- час
Расчетные задания, рефераты	--- час самостоят. работы
Объем самостоятельной работы по учебному плану (всего)	--- час
Экзамены	2 час
Курсовые проекты (работы)	Не предусмотрены

Москва - 2010

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является:

Изучение технологии диагностики высоковольтного оборудования, вторичного оборудования и систем связи на объектах электроэнергетики (электрические сети, электрические станции и подстанции).

По завершению освоения данной дисциплины слушатель способен и готов:

- самостоятельно работать, принимать решения в рамках своей профессиональной деятельности (ОК-7);
- анализировать различного рода рассуждения, публично выступать, аргументировано вести дискуссию и полемику (ОК-12);
- анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-6);
- разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9);
- обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроэнергетического и электротехнического оборудования (ПК-14);
- способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой) (ПК-7);
- использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-20);
- использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-18);
- применять методы испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-43).

Задачами дисциплины являются:

- Ознакомить обучающихся с существующими технологиями и методиками проведения диагностических работ с высоковольтным электрооборудованием на электрических станциях, подстанциях и электрических сетях энергосистемы строительстве/реконструкции, пуско-наладке и в процессе эксплуатации;
- Дать информацию о методах и средствах диагностики вторичного оборудования и систем связи и нормативно-технической базе в области диагностики электрооборудования;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения по обеспечению диагностических работ на объектах электроэнергетики;
- научить применять методы диагностики объектов электроэнергетики для определения состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ДПО

Дисциплина относится к циклу дисциплин дополнительного профессионального образования (ДПО) по профилю направления ВПО «Высоковольтная электроэнергетика и электротехника» направления 140200 «Электротехника» и базируется на следующих дисциплинах ВПО: Электрическая часть электростанций и подстанций, Производство

электроэнергии, Релейная защита, Электрические системы и сети, Электроснабжение, Изоляция и перенапряжения, Диагностика электрооборудования.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы для практической реализации работ по диагностике высоковольтного оборудования на предприятиях электроэнергетической отрасли.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения учебной дисциплины обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

Знать:

- основные источники научно-технической информации по материалам в области диагностики электрооборудования (ОК-7, ПК-6);
- технологию проведения работ по диагностике электрооборудования на объектах электроэнергетики (ПК-8);
- нормативно-технические документы в области диагностики электрооборудования на объектах электроэнергетики (ПК-20);
- методы и технические средства для обеспечения проведения работ по диагностике электрооборудования на объектах электроэнергетики (ПК-44).

Уметь:

- самостоятельно разбираться в методах и средствах обеспечения диагностических работ электрооборудования на объектах электроэнергетики и применять их для решения поставленной задачи (ОК-7);
- использовать программы расчетов для выполнения работ по диагностике электрооборудования (ПК-1);
- осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы (ПК-6);
- разрабатывать проектные решения по обеспечению проведения диагностических работ на объектах электроэнергетики (ПК-8);
- применять методы и технические средства для проведения работ по диагностике электрооборудования на объектах электроэнергетики (ПК-17).

Владеть:

- навыками дискуссии по профессиональной тематике (ОК-12);
- терминологией в области диагностики электрооборудования (ОК-2);
- навыками поиска информации о методах и средствах диагностики электрооборудования (ПК-6);
- информацией о требуемом технологическом состоянии и критериях, предъявляемых к электрооборудованию на энергообъектах (ПК-14);
- навыками применения полученной информации при принятии решений о результатах диагностики электрооборудования на энергообъектах (ПК-8).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	В т.ч. аудиторных	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу слушателей и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
				лк	пр	лаб	сам.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Задачи и положения современной диагностики.	8	8	8				
2	Современные подходы к организации диагностических работ	12	12	12				
3	Методы и средства диагностики оборудования ВН	42	42	30	12			
4	Методы и средства непрерывного мониторинга оборудования ВН	4	4	2	2			
5	Порядок сдачи-приемки диагностических работ	4	4	4				
6	Зачет	2	2		2			Беседа с группой, круглый стол.
	Итого:	72	72	56	16			

4.2 Содержание лекционно-практических форм обучения

4.2.1. Лекции

1. Задачи и положения современной диагностики

Основные определения. Задачи современной диагностики высоковольтного оборудования электрических сетей: - получение объективной информации о техническом состоянии оборудования: предупреждение внезапных отказов с тяжелыми экономическими и экологическими последствиями, определение необходимости проведения ремонтных работ, их содержания и сроков, оценка остаточного ресурса, возможности продолжения эксплуатации.

Анализ условий работы – обязательный этап для правильного определения технического состояния оборудования высокого напряжения (ВН). Современная система диагностики: периодический контроль в отключенном состоянии и/или под напряжением, непрерывный автоматический контроль – мониторинг, комплексное диагностическое обследование.

Условия работы оборудования ВН: нормированные категории размещения и климатические условия, степень загрязненности атмосферы, режимы работы оборудования – электрические, тепловые, механические и другие воздействия.

Электрические воздействия: рабочее напряжение, внутренние и грозовые перенапряжения, их краткая характеристика (уровни, влияние на поведение внешней и внутренней изоляции).

Тепловые воздействия: источники длительного и кратковременного нагрева, влияние на срок службы.

Механические воздействия: источники, виды деформаций, влияние на показатели надежности.

Краткие сведения о грозовых и внутренних перенапряжениях.

2. Современные подходы к организации диагностических работ.

Современное состояние, проблемы и перспективы диагностики высоковольтного оборудования. Законодательство в области диагностики высоковольтного оборудования. Современные подходы к эксплуатации и ремонту высоковольтного электрооборудования сетей с учетом результатов диагностики и оценки технического состояния. Современные технологии проведения капитальных ремонтов трансформаторов. Технологическая оснастка. Типичные дефекты, обнаруженные при ревизиях трансформаторов. Использование АСУ ТОиР в вопросах оценки технического состояния высоковольтного оборудования электрических сетей. Основные виды оборудования ВН, его структура: важнейшие функциональные узлы и элементы.

3. Методы и средства диагностики оборудования ВН

Диагностика электрической изоляции оборудования ВН: диагностика внешней и внутренней изоляции (особенности этих видов изоляции). Испытание изоляции повышенным переменным напряжением: выбор значения испытательного напряжения, краткие сведения об испытательных установках, процедура проведения испытаний, оценка результатов испытаний. Испытания изоляции повышенным выпрямленным (постоянным) напряжением: области применения, достоинства и недостатки, процедура проведения испытаний. Испытания изоляции повышенным напряжением с частотой 0,1 Гц: область применения, проблемы. Контроль изоляции по сопротивлению и абсорбционным характеристикам: диагностическая информативность измеряемых величин, особенности измерения в случае неоднородности изоляции. Контроль состояния изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь: физическое содержание параметра, его связь с электрическими характеристиками изоляции, чувствительность к дефектам разных размеров, измерение тангенса угла потерь. Применимость методик к диагностике оборудования подстанций, воздушных линий (ВЛ) и кабельных линий (КЛ).

Контроль состояния изоляции оборудования ВН по характеристикам частичных разрядов (ЧР): общие сведения о ЧР, меры интенсивности. Методы регистрации ЧР: электрический, акустический, электромагнитный. Акустические и высокочастотные методы контроля и регистрации частичных разрядов, их локация, распознавание звуковых образов разрядов, применение для профилактики повреждений высоковольтных вводов, трансформаторов тока, концевых кабельных муфт, комплектных распределительных устройств с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Примеры дефектов, выявленных акустическими обследованиями. Вибрационные методы контроля состояния оборудования ВН.

Тепловизионный (инфракрасный (ИК) и ультрафиолетовый (УК)) контроль оборудования подстанций и ВЛ. Оборудование, применяемое для ИК-контроля, принципы работы, эффективность. Методика ИК-контроля маслонаполненного высоковольтного оборудования силовых трансформаторов, реакторов, выключателей. Особенности тепловизионного обследования и измерения уровня и характера ЧР в оценке состояния высоковольтного маслонаполненного оборудования. Температурный контроль объектов с использованием оптоволоконной оптики.

Комплексная диагностика масла. Контроль маслonaполненного оборудования путем испытания проб масла. Трансформаторные масла. Обзор масел распространенных на отечественном рынке. Эксплуатационные свойства трансформаторных масел и современные приборы для их испытания. Традиционные методы измерения параметров трансформаторного масла. Сопоставление результатов измерений по различным методикам между собой и их связь с другими методами контроля оборудования. Измерения физико-химических параметров проб масла. Хроматографический анализ растворенных газов: диагностические газы, критерии состояния изоляции. Испытания электроизоляционной бумаги. Виды загрязнений изоляции трансформаторов. Диагностика электрооборудования на основании результатов анализов трансформаторного масла. Современная физико-химическая лаборатория. Оснащение, методики, корреляция с другими методами диагностики.

Особенности диагностики отдельных видов высоковольтного оборудования: силовых и измерительных трансформаторов, выключателей, кабельных линий, воздушных линий электропередач.

Диагностика силовых трансформаторов и реакторов; важнейшие функциональные узлы и системы, подлежащие контролю, методы и технические средства контроля этих узлов и систем. Диагностика механического состояния обмоток.

Обследование и оценка эксплуатационного состояния заземляющих устройств на подстанции (ПС). Комплексная диагностика. Диагностика электромагнитной обстановки на подстанции. Диагностика систем оперативного постоянного тока и собственных нужд.

Методы и средства, применяемые при диагностике коммутационных аппаратов ВН на ПС

Методы и средства, применяемы при диагностике линий электропередач. Неразрушающие методы контроля, обследование фундаментов сейсмоакустическим методом, обследование анкерных узлов ультразвуковым методом, диагностика анкерных плит методом георадарной локации. Применение тепловизионного и ультразвукового контроля. Магнитная дефектоскопия токонесущих проводов, грозотросов и оттяжек опор воздушных линий электропередач. Диагностика грозоупорности ВЛ и методы ее повышения. Диагностика заземления опор ВЛ. Диагностика гирлянд изоляторов ВЛ, методы, типовые дефекты изоляторов из стекла, фарфора и полимера.

Методы и средства, применяемые при диагностике кабельных линий электропередач. Определение мест повреждений КЛ.

Передвижные диагностические лаборатории: возможности, применимость.

4. Методы и средства непрерывного мониторинга оборудования ВН

Методы непрерывного мониторинга, контроля и оценки состояния высоковольтного оборудования подстанций. Комплексный подход к непрерывному мониторингу маслonaполненного трансформаторного оборудования.

5. Порядок сдачи-приемки диагностических работ

Порядок организации технического освидетельствования высоковольтного электрооборудования сетей в соответствии с требованиями ПТЭ. Порядок и правила заполнения актов сдачи-приемки диагностических работ.

4.2.2. Практические занятия

Знакомство с приборами соответствующих методик диагностики.

4.3. Лабораторные работы

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

4.5. Курсовые проекты и курсовые работы

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия проводятся в форме лекций-визуализаций с использованием презентаций и видео роликов. Презентации лекций содержат большое количество фотоматериалов.

Практические занятия включают знакомство с основными средствами диагностики высоковольтного оборудования.

Самостоятельная работа не предусмотрена учебным планом.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Аттестация по дисциплине – зачет.

Оценка за освоение дисциплины, определяется оценкой полученной на основании устной беседы в групповой работе на круглом столе.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Литература:

а) основная литература:

1. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения, 1989
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения, 1989.
3. РЛ. 34.45.-51.300-97. Объемы и нормы испытаний электрооборудования. 1997.
4. В.В. Базуткин, В.П. Ларионов, Ю.С. Пинталь. Техника высоких напряжений - М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Г.М. Михеев. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования. Издательский дом «Додэка-XXI», 2008 г.
6. М. Рецензент Б.А. Алексеев. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - 240 с.:ил.
7. В.И. Григорьев, Э.А. Киреева, и др. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения. Справочное пособие.: Издательство НЦ ЭНАС, 2006, 272 с.

б) дополнительная литература:

1. А.А. Панов, Ю.Г. Сергеев, М.В. Соколова. Применение сжатых и высокопрочных газов для изоляции установок высокого напряжения - М.: МЭИ, 1980.
2. Г.С. Кучинский, В.Е. Кизеветтер, Ю.С. Пинталь. Изоляция установок высокого напряжения - М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. СТО 56947007-29.240.043-2010; СТО 56947007-29.240.044-2010 – М: НТФ «Энергопрогресс», 2010. (Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», Вып.9-10).

7.2. Электронные образовательные ресурсы:

а) лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://www.tvn-moscow.ru> – Кафедра техники и электрофизики высокого напряжения Московского энергетического института (технического университета).

<http://www.rosportal.ru/equipment/index.php?page=2&nn=1940&tt=66> – РосПромПортал – раздел « Диагностика электрооборудования»

б) другие:

Сайты организаций по тематике диагностики высоковольтного оборудования электросетей, станций, подстанций.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов, а также наличие диагностических приборов и средств для непосредственной их демонстрации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ДПО по направлениям подготовки 140200 «Электроэнергетика» и профилю «Высоковольтные электроэнергетика и электротехника».

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Тарасов В.В.

"СОГЛАСОВАНО":

Директор ЦПП «Электроэнергетика»
д.т.н. профессор

Верещагин И.П.

"УТВЕРЖДАЮ":

Декан ФПКПС МЭИ(ТУ)
д.т.н., профессор

Крюков А.П.