


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора


« 01 » 07

А.В. Лейфа

2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Методы диагностики электрооборудования электроустановок

Направление подготовки 13.06.01 "Электро- и теплотехника"

Направленность (профиль) программы аспирантуры «Электрические станции и электроэнергетические системы»

Квалификация выпускника – исследователь, преподаватель-исследователь

Год набора 2019

Форма обучения очная

Год обучения четвертый

Зачет 4 (год обучения)

Лекции 8 (акад. час.)

Самостоятельная работа 56 (акад. час.)

Индивидуальная контактная работа 8(акад. час.)

Общая трудоемкость дисциплины 72 (акад. час.), 2 (з.е.)

Составители

А.Н. Козлов, доцент, канд. тех. наук

И.В. Наумов, профессор, докт. техн. наук

Факультет
Кафедра

энергетический
энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01. Электро- и теплотехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

«1» 05 2019 г., протокол № 9

И.о. зав. кафедрой _____  Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО


Заведующий отделом докторантуры и аспирантуры

_____  Е.С. Сизова

«18» 06 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

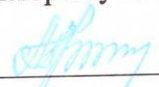
Заведующий кафедрой, реализующей образовательную программу

_____  Н.В. Савина

«18» 06 2019 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

_____  Л.А. Проказина

«18» 06 2019 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – обучение аспирантов наиболее эффективным методам диагностики подстанционного электрооборудования в зависимости от предполагаемого дефекта.

Задачи дисциплины – научиться выявлять дефекты электрооборудования электрических сетей и подстанций и определять остаточный ресурс; понимать и использовать зависимость между результатами диагностики и остаточным ресурсом электрооборудования для своевременного вывода оборудования в ремонт.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Методы диагностики электрооборудования электроустановок» относится к вариативной части факультативных дисциплин образовательной программы.

Дисциплина базируется на дисциплинах направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника», входящих в основную образовательную программу ВО магистров или специалистов.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции:

– готовности использовать углубленные современные теоретические и практические знания в области профессиональной деятельности (ПК-2).

В результате изучения дисциплины студенты должны:

– знать: основные источники научно-технической информации по материалам в диагностике электрооборудования; технологию диагностики основных элементов электрооборудования станций и подстанций; влияние различных режимов работы электрооборудования на его состояние (ПК-2);

– уметь: самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи; анализировать информацию о новых технологиях диагностики электрооборудования (ПК-2);

– владеть: навыками дискуссии по профессиональной тематике; навыками использования технических средств испытания и программ расчетов характеристик конструкционных материалов; информацией о технических параметрах оборудования для использования при диагностике; навыками применения полученной информации при проведении диагностики электрооборудования станций и подстанций.

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Разделы | Компетенции |
|---|-------------|
| | ПК-2 |
| Методы и средства диагностики. Нормативная база диагностики | + |
| Диагностические характеристики | + |
| Цифровая диагностика электрооборудования. Трансформаторное оборудование. Коммутационная аппаратура. | + |
| Цифровая диагностика электрооборудования. Диагностика и контроль вентильных разрядников и ОПН. Диагностика силовых кабельных линий. | + |

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

| № п/п | Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация | Курс | Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах) | | | | | | Контроль (в академических часах) | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Формы текущего контроля успеваемости |
|-------|---|------|---|----|----|----------|-----|----|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| | | | Л | ПЗ | ЛР | ИКР | КТО | КЭ | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | Методы и средства диагностики Нормативная база диагностики | 4 | 2 | | | 2 | | | | 18 | |
| 2 | Диагностические характеристики | 4 | 2 | | | 2 | | | | 14 | |
| 3 | Цифровая диагностика электрооборудования. Трансформаторное оборудование. Коммутационная аппаратура. | 4 | 2 | | | 2 | | | | 12 | |
| 4 | Цифровая диагностика электрооборудования. Диагностика и контроль вентиляционных разрядников и ОПН. Диагностика силовых кабельных линий. | 4 | 2 | | | 2 | | | | 12 | |
| | Зачет | 4 | | | | | | | | | |
| | ИТОГО | | 8 | | | 8 | | | | 56 | |

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекции

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Содержание темы (раздела) |
|-------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Методы и средства диагностики. Нормативная база диагностики | Четыре возможных состояния оборудования. Система технического диагностирования. Достоверность диагностических измерений. Понятие дефекта электрооборудования. Влияние дефектов оборудования на его работоспособность. Средства и методы контроля состояния оборудования. Физико-химические методы. Метод хроматографического контроля маслонеполненного оборудования. Метод контроля диэлектрических характеристик изоляции. Метод инфракрасной термографии. Метод вибродиагностики. Методы контроля частичных разрядов в изоляции. Метод ультразвукового зондирования. |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| 2 | Диагностические характеристики | 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. Методика измерения 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 |
| 3 | Цифровая диагностика электрооборудования. Трансформаторное оборудование. Коммутационная аппаратура. | Структура цифрового регистратора (ЦР). Интродиагностика быстродействующих РПН (БРПН) с применением ЦР. Контроль токоограничивающих резисторов БРПН. Автоматизированный метод снятия круговой диаграммы переключающих устройств. Интродиагностика высоковольтных выключателей. Ускоренный контроль высоковольтных выключателей (ВВ) без вскрытия бака. Определение собственного времени включения и отключения ВВ. |
| 4 | Цифровая диагностика электрооборудования. Диагностика и контроль вентильных разрядников и ОПН. Диагностика силовых кабельных линий. | Методы и технические устройства контроля вентильных разрядников. Автоматическое определение пробивного напряжения вентильных разрядников. Диагностика ОПН в эксплуатации. Проблемы кабелей с изоляцией из полиэтилена (РЕ) и сшитого полиэтилена (VPE). Проблемы на кабелях с пропитанной бумажной изоляцией. Проблемы в муфтах и концевых заделках. Диэлектрическая диагностика. Диагностика частичных разрядов (ЧР). Правила интерпретации результатов ЧР-диагностики силовых кабелей |

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Форма (вид) самостоятельной работы | Трудоемкость в акад. часах |
|-------|---|--|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Методы и средства диагностики. Нормативная база диагностики | Подготовка к опросу на лекции. Подготовка реферата | 18 |
| 2 | Диагностические характеристики | Подготовка к опросу на лекции. Подготовка реферата | 14 |

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|--|----|
| 3 | Цифровая диагностика электрооборудования. Трансформаторное оборудование. Коммутационная аппаратура. | Подготовка к опросу на лекции. Подготовка реферата | 12 |
| 4 | Цифровая диагностика электрооборудования. Диагностика и контроль вентильных разрядников и ОПН. Диагностика силовых кабельных линий. | Подготовка к опросу на лекции. Подготовка реферата | 12 |

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Методы диагностики электрооборудования электроустановок» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекции с разбором конкретных ситуаций, проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: подготовка реферата; зачет (4 год обучения).

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 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.

Вопросы к зачету (4 год обучения)

1. Возможные состояния оборудования.
2. Система технического диагностирования.
3. Достоверность диагностических измерений.
4. Понятие дефекта электрооборудования.
5. Влияние дефектов оборудования на его работоспособность.
6. Метод хроматографического контроля маслonaполненного оборудования.
7. Метод контроля диэлектрических характеристик изоляции.
8. Метод инфракрасной термографии.
9. Метод вибродиагностики.

10. Методы контроля частичных разрядов в изоляции.
11. Метод ультразвукового зондирования
12. Диагностические признаки.
13. Категории контроля.
14. Монтажные испытания и испытания после капитального ремонта.
15. Определение коэффициента трансформации.
16. Измерение тока и потерь холостого хода.
17. Измерение сопротивления короткого замыкания.
18. Измерение потерь короткого замыкания.
19. Измерение сопротивления обмоток постоянному току.
20. Диагностика состояния бумажной изоляции по продуктам старения.
21. Применение тонкослойной хроматографии при определении микроколичеств фурановых производных в изоляционном масле.
22. Контроль качества трансформаторных масел при их эксплуатации в электрооборудовании.
23. Интродиагностика быстродействующих РПН (БРПН) с применением ЦР.
24. Контроль токоограничивающих резисторов БРПН.
25. Автоматизированный метод снятия круговой диаграммы переключающих устройств
26. Ускоренный контроль высоковольтных выключателей (ВВ) без вскрытия бака.
27. Определение собственного времени включения и отключения ВВ.
28. Автоматическое определение пробивного напряжения вентильных разрядников.
29. Диагностика ОПН в эксплуатации.
30. Проблемы кабелей с изоляцией из полиэтилена (РЕ) и сшитого полиэтилена (VPE).
31. Проблемы на кабелях с пропитанной бумажной изоляцией.
32. Проблемы в муфтах и концевых заделках.
33. Диэлектрическая диагностика.
34. Диагностика частичных разрядов (ЧР).
35. Правила интерпретации результатов ЧР-диагностики силовых кабелей

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Козлов, Александр Николаевич. Диагностика электроустановок: учеб. пособие / А. Н. Козлов; АмГУ, Эн. ф.: – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. – 106 с. Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7129.pdf

2. Хорольский, В.Я. Эксплуатация электрооборудования [Электронный ресурс] : учебник / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов, В.Н. Шемякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106891>. — Загл. с экрана.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

| № | Наименование | Описание |
|----|---|--|
| 1. | http://www.iprbookshop.ru/ | Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, |

| № | Наименование | Описание |
|----|---|--|
| | | СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования |
| 2. | http://e.lanbook.com/ | Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия |
| 3. | https://www.biblio-online.ru/ | Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования |
| 4. | https://elibrary.ru | Научная электронная библиотека журналов |
| 5. | Операционная система MS Windows 7 Pro | Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года |

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| № | Наименование | Описание |
|-----|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | http://duma.gov.ru | Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации |
| 2. | https://minobrnauki.gov.ru/ | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации |
| 3. | http://fgosvo.ru/ | Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. |
| 4. | http://www.edu.ru/index.php | Российское образование. Федеральный портал |
| 5. | http://window.edu.ru | Единое окно доступа к образовательным ресурсам |
| 6. | http://pravo.fso.gov.ru/ | Официальный интернет-портал правовой информации Государственная система правовой информации |
| 7. | https://www.consultant.ru/ | База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ |
| 8. | http://rospotrebnadzor.ru | Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека |
| 9. | http://www.gosuslugi.ru | Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций) |
| 10. | http://old.infosport.ru/xml/t/default.xml | Национальная информационная сеть «Спортивная Россия». |
| 11. | http://www.gks.ru/ | Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт с базами данных |

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|--|
| 12. | http://new.fips.ru/ | Федеральный институт промышленной собственности |
| 13. | https://scholar.google.ru/ | Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. |
| 14. | https://elibrary.ru/ | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования |
| 15. | http://www.ruscorpora.ru | Национальный корпус русского языка. Информационно-справочная система, основанная на собрании русских текстов в электронной форме |
| 16. | http://www.humanities.edu.ru/ | Федеральный портал "Социально-гуманитарное и политологическое образование" |
| 17. | http://neicon.ru | Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) |
| 18. | http://www.philosophy.ru/ | Философский портал. Стэнфордская философская энциклопедия |
| 19. | http://www.multitran.ru/ | Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари» |
| 20. | http://www.mathnet.ru/ | Общероссийский математический портал Math-Net.Ru |
| 21. | http://www.culture.mchs.gov.ru | Культура безопасности жизнедеятельности - портал Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. |
| 22. | http://www.ict.edu.ru/about | Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал. |
| 23. | http://ecsocman.hse.ru | Экономика. Социология. Менеджмент. Федеральный образовательный портал |
| 24. | http://conflictmanagement.ru/ | Московская школа конфликтологии. Сайт для профессионалов-конфликтологов. |
| 25. | http://gramota.ru/ | Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ – русский язык для всех |

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|---|
| 26. | https://gisp.gov.ru/ | Государственная информационная система промышленности. Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей. |
| 27. | https://gis-zkh.ru/ | ГИС ЖКХ – географическая информационно-справочная система жилищно-коммунального хозяйства с данными по Управляющим компаниям и ТСЖ России. |
| 28. | https://gisee.ru/ | Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения. |
| 29. | http://drsk.ru | Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания" |
| 30. | http://www.rushydro.ru/company/ | Официальный сайт ПАО «РусГидро» |
| 31. | https://www.gis-tek.ru/ | ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ. |
| 32. | https://www.gost.ru/portal/gost/ | Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) |
| 33. | https://www.gosuslugi.ru/ | Госуслуги. Справочно-информационный интернет-портал. Обеспечивает доступ физических и юридических лиц к сведениям о государственных и муниципальных услугах в Российской Федерации. |
| 34. | http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/ | Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики Российской Федерации как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью (ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития. |
| 35. | https://www.runnet.ru | RUNNet (Russian UNiversity Network) - научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающая интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет. |

| 1 | 2 | 3 |
|-----|---|---|
| 36. | http://www.informika.ru | Информика . Сайт Государственного научного предприятия, способствующего обеспечению всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России. |
| 37. | http://economy.gov.ru | Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений. |
| 38. | http://minpromtorg.gov.ru | Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России) |
| 39. | https://minenergo.gov.ru/node/234 | Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России) |

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Методы диагностики электрооборудования электроустановок» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. Для проведения лабораторных и практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.