

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Рабчин Владимир Васильевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 22.02.2022 09:43:03  
Уникальный программный ключ:  
937d0b737ee35db03895d495a275a8aac5224805

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**Технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТИ НИЯУ МИФИ)**

**КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом ТИ НИЯУ МИФИ  
Протокол № 5 от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ  
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

(наименование дисциплины (модуля))

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
подготовки \_\_\_\_\_  
Профиль подготовки Высоковольтная электроэнергетика и электротехника  
Квалификация (степень) выпускника бакалавр  
Форма обучения очная

Семестр	7	Итого
Трудоемкость, кред.	3	3
Общий объем курса, час.	108	108
Лекции, час.	16	16
Практич. занятия, час.	16	16
Лаборат. работы, час.	-	-
В форме практической подготовки, час.	-	-
СРС, час.	76	76
КСР, час.	-	-
Форма контроля – зачет	-	-

г. Лесной – 2021 г.

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения» дает студентам возможность получения теоретических основ анализа условий работы электрооборудования, причин отказов и физических процессов, сопутствующих появлению дефектов, а также характерных признаков, предшествующих отказам изделий.

### 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** учебной дисциплины «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения» является приобретение студентами комплексных знаний в профессиональной деятельности на предприятиях атомной отрасли, включающей совокупность средств, приёмов, способов и методов человеческой деятельности, направленных на формирование интеллектуальных и специальных умений в нестандартных условиях рынка и создание конкурентно-способной продукции.

Главной **задачей** дисциплины является получение необходимых знаний в области расчета и анализа режимов работы электрооборудования в системах электроснабжения.

#### **Учебные задачи дисциплины:**

В процессе изучения дисциплины студенты должны овладеть знаниями:

- изучить вопросы автоматизации процессов диагностирования с помощью измерительно-диагностических приборов;
- изучение систем мониторинга электрооборудования энергетических предприятий.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения» изучается студентами четвертого курса, входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы в теоретический блок профессионального модуля раздела Б.1 по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Высоковольтная электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина основывается на знании следующих дисциплин: «Физика», «Общая электротехника», «Современное состояние и перспективы развития электроэнергетики».

Входными компетенциями для изучения дисциплины являются:

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1, Физика, Современное состояние и перспективы развития электроэнергетики);
- Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3, Физика);

Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1; Физика)

- Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин (ОПК-4, Общая электротехника);
- Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования (ПК-1, Общая электротехника, Современное состояние и перспективы развития электроэнергетики);
- Способен проводить обоснование проектных решений (ПК-2, Общая электротехника).

Указанные связи и содержание дисциплины «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения» дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии ОС ВО НИЯУ МИФИ, что обеспечивает соответственный теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения будущей деятельности бакалавра.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Процесс изучения дисциплины «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-6, ПК-7, ПК-9.2

Код компетенции	Компетенция
ПК-6	Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах
ПК-7	Способен участвовать в пусконаладочных работах
ПК-9.2	Способен обеспечивать эксплуатацию и техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и релейной защиты на основе организации работ подчиненного персонала

Индикаторами достижения компетенций являются:

Код компетенции	Код индикатора	Индикатор
ПК-6	З-ПК-6	Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвидации технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения
	У-ПК-6	Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта профессиональной деятельности
	В-ПК-6	Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа
ПК-7	З-ПК-7	Знать: технические данные, устройство, принцип действия и конструктивные особенности обслуживаемого электро-технического оборудования
	У-ПК-7	Уметь: применять устройства для проверки и опробования устройств релейной защиты и автоматики, технологической, аварийной и пожарной сигнализации
	В-ПК-7	Владеть: методами проведения программ испытаний с соблюдением организационных и технических мероприятий при производстве пусконаладочных работ
ПК-9.2	З-ПК-9.2	Знать: регламенты операций по эксплуатации закрепленного оборудования профессиональной

		деятельности
	У-ПК-9.2	Уметь: разрабатывать мероприятия по продлению сроков эксплуатации, модернизации и техническому переоснащению объектов профессиональной деятельности
	В-ПК-9.2	Владеть: навыками управления персоналом службы электрического цеха

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Код	Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих:	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
B18	Профессиональное воспитание	формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

- практические работы – совместная деятельность студентов, которая дает всем обучающимся возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия).

Перечисленные мероприятия направлены на:

- выявление путей решения поставленных задач, поиск нестандартных решений, определения и расставления приоритетов в решении задач управления элементами объектов электроэнергетики;
- развитие навыков анализа различных сторон электроэнергетики направленной на получение экономически выгодных решений;
- формирование у студента ответственности за принятие решений;
- формирование у студентов трудовой мотивации и активной профессиональной позиции, личного трудолюбия;
- развитие творческих умений и навыков, формирование творческого профессионально-ориентированного мышления, необходимого для решения нестандартных задач.

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в ак. часах			Обязат. текущий контроль успеваемости (форма, неделя) <sup>1</sup>	Аттестация раздела (форма, неделя)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа			
1	Общие вопросы технической диагностики. Управление надежностью по состоянию технического объекта. Виды электрооборудования систем электроснабжения – как объект мониторинга.	1-6	8	8	38	Оп (3 нед. – 10 б), Т1 (4 нед. – 5 б), Оп (5 нед. – 10 б), КР1 (6 нед. – 10 б.)	КИ1 (6 нед.)	35
2	Диагностические параметры объектов. Анализ дефектов, возникающих в электрических машинах. Диагностика изоляции электрических машин. Аппаратура диагностического контроля.	7-14	8	8	38	Реф (7 нед. – 15 б.), Оп (9 нед. – 10 б), КР2 (13 нед. – 10 б.)	КИ2 (14 нед.)	35
	Зачет							30
	ИТОГО:		16	16	76			100

## НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

**Раздел 1. Общие вопросы технической диагностики. Управление надежностью по состоянию технического объекта. Виды электрооборудования систем электроснабжения – как объект мониторинга.**

Техническая диагностика и прогнозирование ресурса оборудования. Основные понятия и определения. Тестовое и функциональное диагностирование. Параметры диагностирования. Основные диагностические параметры электротехнического оборудования. Экономические аспекты технической диагностики.

Постановка задачи распознавания технического состояния оборудования. Математические модели в задачах диагностики. Применение метода наименьших квадратов для идентификации эксплуатационного состояния систем. Прогнозирование ресурса оборудования. Использование технологии нейронных сетей для решения задач диагностики. Тепловые методы диагностики. Вибродиагностика. Метод частичных разрядов. Физико-

<sup>1</sup> Оп– опрос, Реф - Реферат, Т- тест, КР – контрольная работа

химические методы диагностики. Оптические методы. Неразрушающий контроль конструкционных материалов и изделий. Диагностические комплексы и мобильные диагностические лаборатории.

Внешние и внутренние разрушающие факторы, воздействующие на кабельные линии (КЛ). Внешние воздействия на КЛ. Внутренние воздействия. Дефекты кабельной изоляции и причины их возникновения. Анализ состояния высоковольтных КЛ на промышленных предприятиях. Методы контроля КЛ.

## **Раздел 2. Диагностические параметры объектов. Анализ дефектов, возникающих в электрических машинах. Диагностика изоляции электрических машин. Аппаратура диагностического контроля.**

Мониторинг КЛ. Современные системы мониторинга КЛ, критический обзор. Выбор приемлемой системы мониторинга. Анализ диагностической аппаратуры, выпускаемой за рубежом и в России. Выбор современной диагностической аппаратуры для КЛ. Мониторинг трансформаторов. Современные системы мониторинга силовых трансформаторов, критический обзор. Выбор приемлемой системы мониторинга.

Анализ дефектов, возникающих в трансформаторе. Диагностика изоляции трансформаторов. Приборы контроля. Мониторинг электрических машин. Современные системы мониторинга электрических машин, критический обзор. Выбор приемлемой системы мониторинга. Мониторинг трансформаторов тока и напряжения. Анализ дефектов трансформаторов тока и напряжения.

Диагностические параметры. Современные системы мониторинга трансформаторов тока и напряжения, критический обзор. Выбор приемлемой системы мониторинга. Мониторинг высоковольтных воздушных сетей. Дефекты воздушных линий электропередачи (ВЛ). Диагностические параметры. Область применения вибродиагностики, дефекты оборудования, выявляемые методами вибродиагностики. Системы мониторинга и вибрационной диагностики.

## **6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

1. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: (лекция-изложение, лекция-объяснение, практические работы, контрольные работы).

Использование традиционных технологий обеспечивает ориентирование студента в потоке информации, связанной с различными подходами к функционированию экономики предприятия; самоопределение в выборе оптимального пути и способов личностно-профессионального развития; систематизацию знаний, полученных студентами в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Практические занятия обеспечивают развитие и закрепление умений и навыков, проводятся в форме решения задач по пройденной теме. При работе на практических занятиях применяются следующие технологии: проектная работа, обучение на основе опыта, методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод).

2. Интерактивные технологии обучения, предполагающие организацию обучения как продуктивной творческой деятельности в режиме взаимодействия студентов друг с другом и с преподавателем.

Использование интерактивных образовательных технологий способствует повышению интереса и мотивации учащихся, активизации мыслительной деятельности и

творческого потенциала студентов, делает более эффективным усвоение материала, позволяет индивидуализировать обучение и ввести экстренную коррекцию знаний.

### **Организация самостоятельной работы студентов**

Цель самостоятельной работы: закрепление знаний полученных на занятиях. На самостоятельную работу по каждой теме выносятся следующие задания:

Задание 1. Составление тезисного конспекта по теме лекции для самоконтроля и дополнительного изучения темы. Объем тезисной лекции 1-2 страницы письменного текста. Конспект желательно дополнять схемами и таблицами.

Задание 2. Составление глоссария по теме лекции.

Задание 3. Самостоятельное составление тестовых вопросов на тему лекции. Минимальное количество тестовых заданий – 3.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО, ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в паспорте фонда оценочных средств дисциплины «Диагностика электрооборудования в системах электроснабжения».

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***Основная литература***

1. Михеев, Г. М. Электростанции и электрические сети. Диагностика и контроль электрооборудования [Электронный ресурс] / Г. М. Михеев. — Электрон.текстовые данные. — Саратов : Профобразование, 2017. — 297 с. — 978-5-4488-0089-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63798.html>

2. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Е. Немировский. — 2-е изд. — Электрон.текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2018. — 148 с. — 978-5-9729-0207-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78246.html>

### ***Дополнительная литература***

1. Левин, В. М. Диагностика и эксплуатация оборудования электрических сетей. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. М. Левин. — Электрон.текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 116 с. — 978-5-7782-1597-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45084.html>

2. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. И. Хальясмаа, С. А. Дмитриев, С. Е. Кокин, Д. А. Глушков. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 64 с. — 978-5-7996-1493-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68237.html>

### **Программное обеспечение:**

Специальное программное обеспечение не требуется.

### **LMS и Интернет-ресурсы:**

1. Научная электронная библиотека. URL: <http://www.elibrary.ru>.
2. Образовательный портал НИЯУ МИФИ .URL: <https://online.mephi.ru/>

3. Центр информационно-библиотечного обеспечения учебно-научной деятельности НИЯУ МИФИ URL: <http://library.mephi.ru/>.
4. Электронная информационно-образовательная среда ТИ НИЯУ МИФИ URL: <http://stud.mephi3.ru/>.
5. Электронно-библиотечная система URL: IPRbooks <https://www.iprbookshop.ru/>.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы:

проектор Nec + экран (настенный), компьютер: процессор IntelPentium 4; оперативная память 4GBDDR3; монитор ЖК Benq 19,5”, клавиатура, мышь, AdobeReader

Каждый студент имеет свой логин и пароль для входа в Электронную информационно-образовательную среду ТИ НИЯУ МИФИ ( <http://stud.mephi3.ru/>)

Каждый студент имеет доступ к электронно-библиотечной системе IPRbooks.

---

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Автор:** к.т.н., заведующий кафедрой ТСКУ С.И. Сивков, старший преподаватель кафедры ТСКУ А.А. Романова