

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Электроснабжение

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
5	5	180	32	16	16	32	116	Экз.
Итого	5	180	32	16	16	32	116	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Техника высоких напряжений» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) **знать:**

3.1 основные фундаментальные процессы возникновения и исчезновения заряженных частиц в диэлектрических средах и механизмы пробоя различных диэлектриков,

3.2 виды изоляции высоковольтного оборудования, методы контроля ее состояния и причины, приводящие к выходу изоляции из строя,

3.3 способы получения и измерения высоких напряжений,

3.4 физическую природу возникновения перенапряжений и способы защиты от них

2) **уметь:**

У.1 применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности;

У.2 применять методы математического анализа при проведении научных исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере;

У.3 использовать полученные знания при освоении учебного материала последующих дисциплин;

У.4 экспериментально определять основные параметры электроразрядных процессов, выбирать оптимальные условия надежного функционирования изоляции электрооборудования.

У.5 использовать методы анализа, моделирования и расчетов режимов сложных систем, изделий, устройств и установок электроэнергетического и электротехнического назначения с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ;

У.6 проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов в области электроэнергетики;

У.7 планировать эксперименты для решения определенной задачи профессиональной деятельности

3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

В.1 навыками использования справочной литературы

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Техника высоких напряжений» являются:

формирование у студентов системы знаний о фундаментальных закономерностях зажигания и развития электрических разрядов в диэлектрических средах, механизмах пробоя диэлектриков при воздействии сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования и методах контроля ее состояния, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений и способов защиты от них.

Основными задачами дисциплины являются:

- овладеть основами расчета схем и элементов основного оборудования, вторичных цепей, устройств защиты и автоматики электроэнергетических объектов;
- познакомить с методами защиты высоковольтного оборудования от перенапряжений;
- дать информацию о методах контроля изоляции высоковольтного оборудования.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Техника высоких напряжений» (Б1.Б.3.12) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	З-ОПК-4 Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока У-ОПК-4 Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик В-ОПК-4 Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Техника высоких напряжений» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – **5, 180 час.**, обучение по дисциплине проходит в семестре **5**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Электрофизические процессы в диэлектрических средах»
- **раздел 2** – «Получение и измерение высоких напряжений»
- **раздел 3** – «Перенапряжения в электрических системах»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
5 семестр (18 недель)								
1	Электрофизические процессы в диэлектрических средах	12	6	6	30	2/ЛР1, 4/ЛР2, 6/ЛР3, 3/Зд1, 5/Зд2, 7/Зд3, 7/ДЗ1	7/КР1	20
2	Получение и измерение высоких напряжений	10	6	4	22	10/ЛР4, 9/Зд4, 14/Зд5, 12/Зд6	14/КР2	20
3	Перенапряжения в электрических системах	10	4	6	28	12/ЛР5, 14/ЛР6, 16/ЛР7, 17/Зд7, 18/Зд8, 14/Зд9	18/КР3	20
	Экзамен				36			40
Итого за 5 семестр:		32	16	16	116			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока (З-ОПК-4)	1, 2, 3	Зд1, ДЗ1, КР1, Зд4, Зд6, ЛР5, ЛР6, ЛР7, Зд7, Зд8, Зд9, КР3, Экзамен (5 сем.)
– Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик (У-ОПК-4)	1, 2, 3	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, ДЗ1, КР1, ЛР4, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, Зд7, Зд8, Зд9, КР3, Экзамен (5 сем.)
– Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования (В-ОПК-4)	1, 2, 3	ЛР3, Зд1, Зд2, Зд3, ДЗ1, КР1, ЛР4, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, Зд7, Зд8, Зд9, КР3, Экзамен (5 сем.)

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Электрофизические процессы в диэлектрических средах	
1.1 Введение. Основные положения курса.. Исторические предпосылки возникновения дисциплины "Техника высоких напряжений" и этапы её становления.	2
1.2 Классификация видов электрических полей. Классификация электрических полей с точки зрения их однородности. Коэффициент неоднородности электрического поля. Конфигурация электродной системы.	2
1.3 Явление электроотрицательности. Понятие плазмы. . Образование отрицательных ионов. Явление прилипания. Электроотрицательные газы. Виды ионизации. Эмиссия заряженных частиц с поверхности. Уравнение Саха.	2
1.4 Закономерности возникновения и развития основных видов электрических разрядов в газах. Взрывная эмиссия электронов. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Стриммерная форма разряда. Искровой разряд. Закон Пашена. Дуговой разряд. Молния.	2
1.5 Общая характеристика и теории пробоя жидких диэлектриков. Понятие пробоя. Классификация жидких диэлектриков. Примеси в жидких диэлектриках. Факторы, влияющие на электрическую прочность жидких диэлектриков. Влияние геометрии электродов, расстояния между ними, материала и полярности на пробивное напряжение. Барьерный эффект. Механизм возникновения разряда.	2
1.6 Процессы в твердых диэлектриках. Механизмы проводимости в твердых диэлектриках. Виды пробоя твердого диэлектрика. Вольт-временная характеристика твердой изоляции. Частичные разряды.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	<i>12</i>
Раздел 2 Получение и измерение высоких напряжений	
2.1 Методы и устройства получения высоких переменных, постоянных и импульсных напряжений. Испытательные трансформаторы. Схемы выпрямления напряжения. Схема удвоения напряжения. Каскадный генератор постоянного тока. Генератор импульсных напряжений. Генератор импульсных токов.	2
2.2 Генератор импульсных напряжений Аркадьева-Маркса. Генератор импульсных токов. . Принцип работы и устройство генератора импульсных напряжений по схеме Аркадьева-Маркса. Принцип работы и устройство генератора импульсных токов.	4
2.3 Классификация изоляции. Виды внутренней изоляции. . Классификация изоляции. Внешняя и внутренняя изоляция. Масло-барьерная изоляция. Бумажно-масляная. Твердая изоляция. Жидкая изоляция. Газовая и вакуумная изоляция.	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.4 Линейная и аппаратно-станционная изоляция. Изоляция ЛЭП. Линейные изоляторы. Гирлянды изоляторов. Распределение напряжения по гирлянде. Перспективные разработки в области линейной изоляции. Опорные изоляторы. Проходные изоляторы. Высоковольтные вводы. Изоляция трансформаторов высокого напряжения. Изоляция силовых конденсаторов. Изоляция кабелей.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>10</i>
Раздел 3 Перенапряжения в электрических системах	
3.1 Классификация перенапряжений. Средства защиты от перенапряжений. Классификация перенапряжений. Внешние перенапряжения. Внутренние перенапряжения. Защитные промежутки. Трубчатые разрядники, вентильные разрядники, ограничителями перенапряжений. Мультикамерные разрядники. Длинно-искровые разрядники.	2
3.2 Повышение напряжения, обусловленное емкостным эффектом. Основные формулы длинных линий. Расчет перенапряжений в простейшей схеме. Влияние короны на перенапряжение. Влияние компенсирующих устройств на перенапряжение. Особенности перенапряжений в электропередачах СВН при несимметричных коротких замыканиях.	2
3.3 Феррорезонансные явления в электрических установках. Феррорезонансные перенапряжения при изолированной нейтрали приёмного трансформатора. Влияние намагничивающего тока трансформатора на повышения на повышение напряжения промышленной частоты в системах с заземленной нейтралью (симметричный режим). Феррорезонансные перенапряжения при неполнофазных режимах с заземленной нейтралью. Высшие и низшие гармоники в электропередачах СВН.	2
3.4 Коммутационные перенапряжения. Переходный процесс при включении разомкнутой линии. Статистические характеристики ударных коэффициентов. Возможные величины перенапряжений при включении линии. Перенапряжения при автоматическом повторном включении. Перенапряжения при отключении больших токов. Перенапряжения при отключении индуктивностей. Перенапряжения при отключении емкостей и ненагруженных линий.	2
3.5 Дуговые перенапряжения при однофазных замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью. Переходные процессы при дуговом замыкании на землю. Заземление нейтрали через дугогасящий реактор.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	<i>10</i>
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Электрофизические процессы в диэлектрических средах	
1.1 Лабораторная работа 1. Разряд в слабонеоднородном поле. Изучение влияния неоднородности электрического поля на разрядное напряжение между электродами в слабонеоднородном поле	2
1.2 Лабораторная работа 2. Разряды в воздухе при переменном . Исследование зависимости разрядного напряжения в воздухе от расстояния между электродами при различной форме электродов.	2
1.3 Лабораторная работа 3. Характеристики короны на проводах при переменном напряжении. Ознакомление с основными характеристиками короны на переменном напряжении и методикой их определения	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
Раздел 2 Получение и измерение высоких напряжений	
2.1 Лабораторная работа 4. Генератор импульсных напряжений по схеме Аркадьева - Маркса.. Ознакомление с принципом работы, схемой замещения, устройством и особенностями работы генератора импульсных напряжений.	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
Раздел 3 Перенапряжения в электрических системах	
3.1 Лабораторная работа 5. Волновые процессы в обмотках трансформатора.. Исследование перенапряжений в обмотках трансформатора, возникающих при воздействии на него импульсных волн.	2
3.2 Лабораторная работа 6. Резонансные перенапряжения в системах с изолированной нейтралью . . Изучение резонансных перенапряжений, возникающих в системах с изолированной нейтралью	2
3.3 Лабораторная работа 7. Характеристики нелинейных ограничителей перенапряжений. Экспериментальное изучение характеристик нелинейных ограничителей перенапряжений	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Электрофизические процессы в диэлектрических средах	
1.1 Практическая работа 1. Электрические разряды на поверхности твердого диэлектрика . Закономерности развития поверхностного разряда. Факторы, влияющие на развитие разряда по поверхности твердого диэлектрика.	2

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.2 Практическая работа 2. Основные виды ионизационных процессов. Виды ионизации. Фотоионизация. Ударная ионизация электронами. Ступенчатая ионизация электронами. Ассоциативная ионизация. Термоионизация. Эмиссия заряженных частиц с поверхности.	2
1.3 Практическая работа 3. Механизмы пробоя твердых диэлектриков: электрический, тепловой, электрическое старение. Механизмы проводимости в твердых диэлектриках. Виды пробоя твердого диэлектрика. Вольт-временная характеристика твердой изоляции. Частичные разряды.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
Раздел 2 Получение и измерение высоких напряжений	
2.1 Практическая работа 4. Расчет параметров генератора импульсных токов. . Расчет параметров генератора импульсных токов.	2
2.2 Практическая работа 5. Гирлянды изоляторов. Опорные и проходные изоляторы.. Линейные изоляторы. Гирлянды изоляторов. Опорные и проходные изоляторы. Конструкция изоляторов.	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Раздел 3 Перенапряжения в электрических системах	
3.1 Практическая работа 6. Молниезащита подстанций.. Расчет молниезащиты ОРУ 110-220кВ	2
3.2 Практическая работа 7. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Расчет перенапряжений при дуговых замыканиях на землю	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	16

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Обучение на основе опыта, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 32 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-4	З-ОПК-4	Зд1, ДЗ1, КР1, Зд4, Зд6, ЛР5, ЛР6, ЛР7, Зд7, Зд8, Зд9, КР3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	У-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Зд1, Зд2, ДЗ1, КР1, ЛР4, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, Зд7, Зд8, Зд9, КР3, Экзамен (5 сем.)
ОПК-4	В-ОПК-4	ЛР3, Зд1, Зд2, Зд3, ДЗ1, КР1, ЛР4, Зд4, Зд5, Зд6, КР2, ЛР5, ЛР6, ЛР7, Зд7, Зд8, Зд9, КР3, Экзамен (5 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
Зд1	Задание (задача)	1	0.6
Зд2	Задание (задача)	1	0.6
Зд3	Задание (задача)	1	0.6
ДЗ1	Домашнее задание	3	1.8
КР1	Контрольная работа	5	3
ЛР4	Лабораторная работа	6	3.6
Зд4	Задание (задача)	3	1.8
Зд5	Задание (задача)	3	1.8
Зд6	Задание (задача)	3	1.8
КР2	Контрольная работа	5	3
ЛР5	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР6	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР7	Лабораторная работа	3	1.8
Зд7	Задание (задача)	2	1.2

Зд8	Задание (задача)	2	1.2
Зд9	Задание (задача)	2	1.2
КРЗ	Контрольная работа	5	3
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (5 семестр):

- 1 Этапы развития ТВН.
- 2 Виды электрических полей.
- 3 Виды ионизации: ударная и ступенчатая ионизации, возбуждение и фотопроцессы и термическая ионизации.
- 4 Уравнение Саха.
- 5 Эмиссия заряженных частиц с поверхности (вторичная эмиссия, фотоэмиссия, термоэлектронная эмиссия, холодная эмиссия);
- 6 Взрывная эмиссия электронов.
- 7 Лавинная форма разряда. Условие самостоятельности газового разряда.
- 8 Стримерная форма разряда. Критерий лавинно-стримерного перехода.
- 9 Искровой разряд. Модель Ромпе-Вайцеля.
- 10 Закон Пашена.
- 11 Разряд в неоднородных полях.
- 12 Лидерный разряд в длинных промежутках.
- 13 Молния – как форма газового разряда. Электризация в грозном облаке. Грозовой разряд.
- 14 Дуговой разряд.
- 15 Коронный разряд. Расчет потерь на корону.
- 16 Коронный разряд при постоянном напряжении.
- 17 Коронный разряд при переменном напряжении.

- 18 Основы расчета потерь на корону. Формула Пика. Формула Майра.
- 19 Поверхностный разряд. Стадии процесса. Формула Теплера.
- 20 Понятие пробоя.
- 21 Влияние времени приложения напряжения на электрическую
- 22 прочность газовой изоляции. Вольт-секундная характеристика изоляции (ВСХ).
- 23 Стандартный грозовой импульс. Экспериментального определения вольт-секундной характеристики.
- 24 Эффект полярности. Процессы в промежутке при положительной полярности острия.
- 25 Эффект полярности. Процессы в промежутке при отрицательной полярности острия.
- 26 Барьерный эффект при положительной и отрицательной полярности острия при разряде в газах.
- 27 Пробой жидких диэлектриков.
- 28 Влияние условий эксплуатации на электрическую прочность жидкостей.
- 29 Влияние давления и температуры на электрическую прочность жидких диэлектриков.
- 30 Влияние времени воздействия напряжения на жидкие диэлектрики.
- 31 Влияние геометрии электродов, расстояния между ними, материала и полярности на пробивное напряжение жидких диэлектриков.
- 32 Барьерный эффект в жидких диэлектриках.
- 33 Пробой твердой изоляции.
- 34 Частичные разряды.
- 35 Масло-барьерная изоляция (МБИ).
- 36 Бумажно-маслянная изоляция (БМИ).
- 37 Линейные изоляторы (штыревые, подвесные, гирлянды изоляторов).
- 38 Перспективные разработки в области линейной изоляции.
- 39 Изоляция трансформаторов высокого напряжения.
- 40 Маслонаполненные кабели.
- 41 Задачи и цели профилактики изоляции.
- 42 Измерение сопротивления изоляции (токов утечки).
- 43 Измерение $\tan \delta$.
- 44 Методы обнаружения частичных разрядов.
- 45 Контроль влажности изоляции.
- 46 Испытание изоляции повышенным напряжением.
- 47 Двухполупериодная мостовая схема выпрямления напряжения.
- 48 Генератор импульсных напряжений по схеме Аркадьева-Маркса.
- 49 Генератор импульсных токов.
- 50 Измерение высоких напряжений с помощью шаровых разрядников.
- 51 Делители напряжения (омические, емкостные и смешанные омическо-емкостные).
- 52 Классификация перенапряжений.
- 53 Внутренние перенапряжения.
- 54 Зона защиты стержневого молниеотвода.
- 55 Средства защиты от перенапряжений.
- 56 Волновые процессы в обмотках трансформаторов.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Вазов В. Ф. Техника высоких напряжений [Текст]: учебник для вузов / В. Ф. Вазов, В. А. Лавринович - Москва: Инфра-М, 2016 - 261 с.

Л1.2 Важов В. Ф. Техника высоких напряжений [Текст]: учебник для вузов / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович - Москва: Инфра-М, 2018 - 262 с.

Л1.3 Важов В. Ф. Техника высоких напряжений: курс лекций / В. Ф. Важов, В. А. Лавринович, С. А. Лопаткин; Федеральное агентство по образованию, Томский политехнический университет - Томск: Изд-во ТПУ, 2006 - 123, [1] с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Иерусалимов М. Е. Техника высоких напряжений: учебное пособие для электротехнических и электромеханических специальностей техникумов / М. Е. Иерусалимов, Н. Н. Орлов; под ред. М. Е. Иерусалимова - Киев: Изд-во Киев. гос. ун-та, 1967 - 444 с.

Л2.2 Куффель Е. Техника и электрофизика высоких напряжений [Текст]: пер. с англ. / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель - Долгопрудный: Интеллект, 2011 - 517 с.

Л2.3 Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст]: учебное пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин, В. А. Яшков - Москва: Форум, 2015 - 368 с.

Л2.4 Электрофизические основы техники высоких напряжений [Текст]: учебник для вузов / И. М. Бортник [и др.]; под ред. И. П. Верещагина - Москва: Издательский дом МЭИ, 2010 - 704 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Информационный портал «Энергетика и промышленность России». Свободный доступ по адресу: www.egrussia.ru

Э2 Информационно-справочное издание «Новости электротехники». Свободный доступ по адресу: www.news.elteh.ru

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

1) название работы;

2) цель работы;

3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;

4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;

5) расчет искомой величины и ее значение;

6) расчет ошибки измерения;

7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;

8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Выполнение расчетных работ
- Выполнение домашних заданий
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): Д. В. Тихонов