МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.03.03 «Техника высоких напряжений»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроснабжение
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Электротехнический факультет (ЭТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроснабжение промышленных предприятий"
Кафедра-разработчик	кафедра "Автоматизированные электроэнергетические системы"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Самара 2023

Б1.В.03.03 «Техника высоких напряжений»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 144 от 28.02.2018 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Старший преподаватель	А.А Казанцев
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	И.А. Косорлуков, кандидат технических наук
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	В.Н Овсянников, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Н.Н. Клочкова, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Заведующий выпускающей кафедрой	Ю.В. Зубков, доктор технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 5
4.1 Содержание лекционных занятий 5
4.2 Содержание лабораторных занятий 6
4.3 Содержание практических занятий 7
4.4. Содержание самостоятельной работы 8
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 10
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 10
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 11
9. Методические материалы 12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов электроэнергетики	ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения.	Уметь выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электро-материала и конструкции в целом.
		ПК-1.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	Владеть навыками работы с нормативными и справочными документами

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1	Электрические станции и подстанции; Электроэнергетические системы и сети	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем; Электроэнергетические системы и сети	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64

Лабораторные работы	16	16
Лекции	32	32
Практические занятия	16	16
Внеаудиторная контактная работа, КСР	3	3
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	41	41
подготовка к лабораторным работам	21	21
подготовка к практическим занятиям	20	20
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Разряды в газах	18	12	8	20	58
2	Внешняя и внутренняя изоляция	10	4	4	12	30
3	Перенапряжения и защита от них	4	0	4	9	17
	КСР	0	0	0	0	3
	Итого	32	16	16	41	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	**Содержание лекции** (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Разряды в газах	Разряды в газах	Понятие изоляции, напряженности, перенапряжений. Общая характеристика газовой изоляции. Тлеющий разряд, искровой разряд, дуговой разряд, коронный разряд.	2
2	Разряды в газах	Виды ионизации в газе	Ударная ионизация, фотоионизация, термическая ионизация, ионизация на поверхности электродов, лавина электронов.	2
3	Разряды в газах	Разряд в однородном поле	Формирование разряда. Условие самостоятельности разряда.	2

4	Разряды в газах	Разрядное напряжение	Закон Пашена. Разряд в неоднородном поле. Слабонеоднородные поля. Резконеоднородные поля.	2
5	Разряды в газах	Условие самостоятельности разряда	Закон подобия разрядов. Влияние полярности на разряд в резконеоднородном поле.	2
6	Разряды в газах	Барьеры в резко неоднородном поле	Влияние барьера на развитие разряда в резконеоднородном поле.	2
7	Разряды в газах	Молниевый разряд	Структура времени разряда. Вольт-секундные характеристики.	2
8	Разряды в газах	Коронный разряд на линиях электропередачи	Корона на проводах при постоянном напряжении. Корона на проводах при переменном напряжении.	2
9	Разряды в газах	Разряд в воздухе вдоль поверхности твердого диэлектрика	Разряд вдоль поверхности в однородном поле. Разряд вдоль поверхности в резконеоднородном поле. Разряд вдоль смоченной дождем или загрязненной и увлажненной поверхности.	2
10	Внешняя и внутренняя изоляция	Разрядные характеристики линейных и аппаратных изоляторов	Внешняя изоляция воздушных линий. Пути перекрытия изоляции. Пути развития разряда по гирлянде изоляторов	2
11	Внешняя и внутренняя изоляция	Выбор изоляторов для линий и РУ	Нормированная удельная эффективная длина пути утечки.	2
12	Внешняя и внутренняя изоляция	Изоляционные расстояния на ВЛ и в РУ	Наименьшие изоляционные расстояния. Расчетные условия для определения изоляционных расстояний.	2
13	Внешняя и внутренняя изоляция	Внутренняя изоляция	Общая характеристика внутренней изоляции. Частичные разряды. Длительная электрическая прочность внутренней изоляции.	2
14	Внешняя и внутренняя изоляция	Электрическая прочность внутренней изоляции	Методы испытания изоляции. Испытательное напряжение промышленной частоты.	2
15	Перенапряжения и защита от них	Грозовые (атмосферные) перенапряжения	Грозовой импульс. Интенсивность грозовой деятельности. Защита от прямых ударов молнии.	2
16	Перенапряжения и защита от них	Зоны защиты тросовых молниеотводов	Молниеотвод. Зона защиты стержневых молниеотводов. Грозозащита подстанций.	2
			Итого за семестр:	**32**
			Итого:	**32**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Разряды в газах	Определение напряжения с помощью	Получение зависимости между поданным первичным напряжением и напряжением на шаровых разрядниках	2
2	Разряды в газах	Исследование пробивных напряжений в неоднородном поле. Влияние полярности электродов	Получение разрядных напряжений для систем «острие – острие». Исследование влияния полярности электродов.	2
3	Разряды в газах	Исследование пробивных напряжений в неоднородном поле. Влияние полярности электродов	Получение разрядных напряжений для систем «острие – плоскость». Исследование влияния полярности электродов.	2
4	Разряды в газах	Влияние барьеров в резко неоднородном поле на разрядное напряжение	Получение разрядных напряжений для системы «острие – плоскость» при установки барьера	2
5	Разряды в газах	Распределение напряженности по поверхности гирлянды изоляторов	Получение изменения напряженности по поверхности изолятора	2
6	Разряды в газах	Распределение напряженности по поверхности гирлянды изоляторов	Изменения напряженности при использовании расщепленной конструкции фазы.	2
7	Внешняя и внутренняя изоляция	Профилактические испытания кабельной изоляции	Изучение методов профилактических испытаний. Проверка мегомметром состояния изоляции.	2
8	Внешняя и внутренняя изоляция	Профилактические испытания кабельной изоляции	Построение ионизационной кривой тока утечки	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Разряды в газах	Разряды в газах	Исследование разрядного напряжения в промежутке между коаксиальными цилиндрами	2
2	Разряды в газах	Определение условий коронирования гладкого металлического цилиндра	Расчет напряженности электрического поля, при котором возникает коронный разряд вокруг гладкого металлического цилиндра. Расчет напряженности для различных радиусов цилиндра и различных погодных условий.	2
3	Разряды в газах	Определение условий коронирования расщепленной конструкции фазы	Расчет напряженности электрического поля коронного разряда. Расчет напряженности электрического поля для различных конструкций фазы.	2
4	Разряды в газах	Проверка конструкции фазы на коронирование и радиопомехи	Проверка на возникновение коронирования и радиопомех различных расщепленных конструкций фазы	2
5	Внешняя и внутренняя изоляция	Исследование электрического поля проходного изолятора	Построение графика изменения напряженности электрического поля. Определение диаметра гетинаксовой трубы для равенства значений максимальной напряженности	2
6	Внешняя и внутренняя изоляция	Исследование электрического поля бумажного конденсатора	Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь конденсаторной бумаги. Влияние на напряженность не пропитывание одного листа бумаги	2
7	Перенапряжения и защита от них	Расчет заземления здания	Определение импульсного сопротивления заземления молниеотвода. Определение минимального допустимого расстояния от молниеотвода до защищаемого объекта.	2
8	Перенапряжения и защита от них	Расчет грозозащиты зданий и сооружений	Зона защиты стержневых молниеотводов. Грозозащита зданий, сооружений и трансформаторных подстанций.	2
			Итого за семестр:	**16**
			Итого:	**16**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
6 семестр			
Разряды в газах	Подготовка к практическому занятию № 1	Исследование разрядного напряжения в промежутке между коаксиальными цилиндрами. Определение напряженности поля. Нахождение оптимального радиуса внутреннего цилиндра. Построение разрядных характеристик	2
Разряды в газах	Подготовка к лабораторной работе №1	Получение зависимости между поданным первичным напряжением и напряжением на шаровых разрядниках	2
Разряды в газах	Подготовка к практическому занятию №2	Условия возникновения коронного разряда вокруг гладкого металлического цилиндра. Расчет напряженности электрического поля для различных погодных условий.	2
Разряды в газах	Подготовка к лабораторным работам №2 и №3	Влияние полярности электродов на разрядное напряжение По-лучение разрядных напряжений для систем «острие – острие» и «острие – плоскость»	2
Разряды в газах	Подготовка к практическим занятиям №3 и №4	Условия возникновения коронного разряда вокруг фазных проводов с расщепленной конструкцией. Условия возникновения недопустимых радиопомех	2
Разряды в газах	Подготовка к лабораторной работе №4	Особенности расчета электрической прочности промежутков в газовой среде. Ионизация, барьер. Получение разрядных напряжений для системы «острие – плоскость» при установки барьера	2
Разряды в газах	Подготовка к практическому занятию №5	Исследование электрического поля проходного изолятора. По-строение графика изменения напряженности электрического поля, Определение диаметра гетинаксовой трубы для равенства значений максимальной напряженности	4
Разряды в газах	Подготовка к лабораторным работам №5 и №6	Получение изменения напряженности по поверхности изолятора. Развитие короны на постоянном напряжении	4
Внешняя и внутренняя изоляция	Подготовка к практическому занятию №6	Исследование электрического поля бумажного конденсатора. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь пропитанной конденсаторной бумаги. Влияние на напряженность не пропитывание одного листа бумаги	6

Внешняя и внутренняя изоляция	Подготовка к лабораторным работам №7 и №8	Изоляция кабелей. Изучение методов профилактических испытаний. Проверка мегомметром состояния изоляции. Построение ионизационной кривой тока утечки	6
Перенапряжения и защита от них	Подготовка к практическому занятию № 7	Расчет заземления здания. Определение импульсного сопротивления заземления молниеотвода, Определение минимального допустимого расстояния от молниеотвода до защищаемого объекта	5
Перенапряжения и защита от них	Подготовка к практическому занятию № 8	Методика расчета зона защиты одного и нескольких стержневых молниеотводов. Нормативные документы по грозозащите зданий, сооружений и трансформаторных подстанций.	4
		Итого за семестр:	**41**
		Итого:	**41**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	**Библиографическое описание**	**Ресурс НТБ СамГТУ** (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Техника высоких напряжений; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||43976	Электронный ресурс
2	Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35-800 КВ. РД 34.20.504-94; Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||22763	Электронный ресурс
3	Физические основы техники высоких напряжений, сильных магнитных полей и токов; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||iprbooks||43983	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows XP Professional	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
2	Microsoft Office 2007	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	http://www.sciencedirect.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	Scopus - база данных рефератов и цитирования	http://www.scopus.com/	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
3	Электронная библиотека «Наука и техника»	http://n-t.ru	Ресурсы открытого доступа
4	Оформление библиографического списка	http://lib.samgtu.ru/making_list:	Ресурсы открытого доступа
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Практические занятия

Практические занятия.

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук)

Лабораторные занятия

Лабораторные занятия.

Для лабораторных занятий используются аудитория №18, оснащенная следующим оборудованием: лабораторный стенд «Профилактические испытания кабельной изоляции», лабораторный стенд «Исследование пробивных напряжений в неоднородном поле», лабораторный стенд «Исследование напряженности поля воздушной линии»

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью

подключения к сети «Интеренет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки, ауд. 83а, 414, 416, 0209 АСА СамГТУ; ауд. 401 корпус №10);

- компьютерные классы (ауд. 208, 210 корпус № 8).

КСР проводятся, в том числе, с применением средств электронной почты и электронной среды университета СамГТУ.

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.03.03 «Техника высоких напряжений»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.03.03 «Техника высоких напряжений»

Код и направление подготовки (специальность)	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроснабжение
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2023
Институт / факультет	Электротехнический факультет (ЭТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Электроснабжение промышленных предприятий"
Кафедра-разработчик	кафедра "Автоматизированные электроэнергетические системы"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов электроэнергетики	ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения.	Уметь выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электро-материала и конструкции в целом.
		ПК-1.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	Владеть навыками работы с нормативными и справочными документами

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Разряды в газах				
ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения.	**Уметь** выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электро-материала и конструкции в целом.	Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-1.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	**Владеть** навыками работы с нормативными и справочными документами	Вопросы к зачету	Нет	Да
Внешняя и внутренняя изоляция				
ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения.	**Уметь** выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электро-материала и конструкции в целом.	Вопросы к зачету	Нет	Да

ПК-1.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	**Владеть** навыками работы с нормативными и справочными документами	Вопросы к зачету	Нет	Да
Перенапряжения и защита от них				
ПК-1.2 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения.	**Уметь** выбирать конструкцию изоляции ВЛ и оборудования станций и подстанций, рассчитывать критическую напряженность возникновения короны на проводах и выбирать провода ВЛ, проводить проверку изоляционных свойств электро-материала и конструкции в целом.	Вопросы к зачету	Нет	Да
ПК-1.3 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации.	**Владеть** навыками работы с нормативными и справочными документами	Вопросы к зачету	Нет	Да

2.1. Формы текущего контроля успеваемости

2.1.1 Задания к практическим занятиям

1. Рассчитать число электронов в лавине, развивающейся в воздухе при различных атмосферных условиях под действием однородного электрического поля с напряжённостью E, после прохождения лавиной пути x
2. Определить пробивное напряжение воздушного промежутка между электродами различной конфигурации при подаче на промежуток постоянного, переменного (промышленной частоты) и импульсного (стандартного) напряжений обеих полярностей.
3. Дать общую характеристику короны как одного из видов самостоятельного разряда. Объяснить природу потерь энергии на корону при переменном напряжении, существования радиопомех и акустических шумов. Рассчитать удельные потери энергии на корону и напряжение появление короны.
4. Рассчитать и построить кривые относительного распределения начального и максимального напряжений по обмотке трансформатора при падении импульсной волны напряжения. Расчёты и построения провести для трансформатора с заземлённой и изолированной нейтралью.
5. Волна атмосферного перенапряжения амплитудой *U0* с прямоугольным фронтом распространяется по одному из проводов трехфазной линии электропередачи с расчетным диаметром провода *d1* и средней высотой подвески *h1*, встречая на своем пути реактор с индуктивностью *L*, переходит на провод другой линии электропередачи с расчетным диаметром провода *d2* и высотой подвески *h2*. Требуется: 1. Рассчитать волновые сопротивления каждой линии. 2. Определить коэффициенты отражения и преломления падающей волны атмосферного перенапряжения при переходе с первой линии на вторую (без учета реактора). 3. Начертить схему замещения. 4. Вычислить постоянную времени и построить графики преломленной и отраженной волны тока и напряжения через время *t* после прохожденияей реактора.
6. Для линии электропередачи напряжением *U* и протяженностью равной *l*, выполненной из проводов радиусом *r,* расположенных равносторонним треугольником с расстоянием *D* между ними при температуре воздуха *t 0C*, давлении *P* мм рт ст. , считая коэффициент негладкости провода равным *m1*. Требуется: 1. Определить потери активной мощности на корону для данной линии при ясной погоде (*m2* = 1). 2. Выбрать тип провода допустимый для данной линии. 3. Определить во сколько раз изменятся потери на корону при неясной погоде, считать коэффициент ненастной погоды *m2* равным 0,8.
7. Задан одножильный маслонаполненный кабель с заземленной свинцовой оболочкой. Длина кабеля равна *l*, радиус токоведущей жилы *r* и радиус оболочки *R.* Изоляция кабеля имеет диэлектрическую проницаемость ε*r*. Кабель рассчитан на напряжение *U*. Требуется: 1. Рассчитать емкость кабеля. 2. Определить характер изменения напряженности электрического поля у поверхности токоведущей жилы при увеличении ее радиуса от *r* до *R*. 3. Определить распределение потенциала в толще изоляции при неизменном радиусе внутренней жилы *r*. 4. Построить рассчитанные зависимости E = *f (x),* ϕ = *f (x).*
8. Волна перенапряжения *u0 = f*(*t*) приходит с линии с волновым сопротивлением *z1* на высоковольтное оборудование с волновым сопротивлением *z2* и минимальным разрядным напряжением *Umin*. Для защиты оборудования установлен вентильный разрядник РВ, с импульсным пробивным напряжением *Uимп* равным 100 кВ. Требуется: 1. Построить график падающей на вентильный разрядник волны перенапряжения *u0 = f*(*t*). 2. Определить время фронта т*Ф* и время импульса т*имп* падающей волны перенапряжения. 3. Построить вольт-секундную характеристику вентильного разрядника. 4. Сделать вывод об эффективности применения разрядника с данной вольтамперной характеристикой.
9. Для защиты здания подстанции (шириной *a*, длиной *b* и высотой *h*) от прямых ударов молнии установлен одиночный стержневой молниеотвод. Задана глубина нижнего конца фундамента молниеотвода от поверхности земли *hФ* = 3,2 м; ширина фундамента *aФ* = 0,8 м; коэффициент, учитывающий сопротивление бетона *kб* = 1,7; удельное сопротивление грунта ρ и ток молнии *I*, кА. Требуется: 1. Определить импульсное сопротивление заземления естественного заземлителя (фундамента молниеотвода), сделать вывод об его защищающих свойствах. 2. Рассчитать сложный контур заземления, состоящий из вертикальных и горизонтальных электродов. 3. Определить импульсное сопротивление контура заземления молниеотвода *Ru*. 4. Начертить эскиз рассчитанного контура заземления. 5. Определить минимально допустимое расстояние от молниеотвода до защищаемого объекта *lmin*, радиус зоны защиты *r* на высоте *h*, высоту молниеотвода *H*. 6. Определить шаговое напряжение *Uш* между точками на поверхности земли, удаленными на расстояние *x* и (*x* + *aш*) от молниеотвода, где *aш* – ширина шага, равная 0,8 м.
10. Для крепления и изоляции токоведущих частей электроустановки применена гирлянда подвесных изоляторов. По величине заданного номинального напряжения, назначению

электроустановки и степени загрязненности атмосферы требуется: 1. Выбрать тип изолятора и обосновать его выбор. 2. Начертить эскиз конструкции выбранного изолятора и привести числовые значения его основных характеристик. 3. Определить необходимое количество изоляторов в гирлянде. 4. Рассчитать и построить график распределения падения напряжения вдоль гирлянды изоляторов. 5. Указать возможные пути выравнивания напряжения.

2.1.2 Примерный перечень вопросов к отчету по лабораторным работам

1. Что такое коэффициент неоднородности электрического поля?
2. Что называется лавиной электронов?
3. В чем заключается условие самостоятельности разряда в газах?
4. Что называется коэффициентом ударной ионизации?
5. Почему при измерении напряжения используются электроды шар–шар, а не плоскость–плоскость?
6. Для каких целей вводится поправка на относительную плотность воздуха?
7. Почему в однородном поле отсутствует коронная форма разряда?
8. Какие параметры электродной системы влияют на максимальную и среднюю напряженность электрического поля?
9. Как классифицируется и чем определяется степень неоднородности электрического поля?
10. От каких факторов зависят разрядные напряжения промежутков?
11. В каких промежутках полярность электродов влияет на величину разрядного напряжения?
12. Как можно увеличить разрядные напряжения изоляционных промежутков?
13. Из какого материала выполняется барьер?
14. На каком оптимальном расстоянии от острия устанавливается барьер в межэлектродном промежутке?
15. Какой вид разряда представляет корона?
16. Какие неблагоприятные эффекты вызывает корона?
17. Чем определяются потери энергии при коронировании на переменном напряжении?
18. Что характеризует коэффициент гладкости провода и коэффициент погоды?
19. На какие виды делится все многообразие погодных условий?
20. Какой вид погоды вызывает наибольшие потери энергии?
21. В чем отличие потерь энергии на местную корону и общую корону?
22. Чем определяется и какова величина $U_Ф/U_К$ для хорошей погоды?
23. Возможные пути снижения потерь на корону на линиях электропередачи.
24. С чем связано искажение электрического поля при помещении диэлектрика в равномерное поле?
25. Какое влияние оказывает неплотное прилегание электродов на разрядное напряжение вдоль поверхности диэлектриков?
26. Для каких изоляционных конструкций характерно электрическое поле с преобладающей тангенциальной составляющей, для каких конструкций с нормальной?
27. Что делается в реальных условиях работы электроэнергетических систем для увеличения разрядных напряжений по поверхности изоляторов?
28. Какие факторы влияют на неравномерное распределение напряжения по длине гирлянды?
29. Какие недостатки следуют из неравномерного распределения напряжения по длине гирлянды?
30. Какие существуют методы регулирования распределения напряжения по длине гирлянды?
31. Почему увеличение собственной емкости изоляторов выравнивает распределение напряжения по длине гирлянды?
32. Каким образом можно уменьшить падение напряжения на первом изоляторе?
33. Какие методы применяются для контроля состояния изоляторов в гирлянде?
34. Достоинства и недостатки шарового разрядника при исследовании распределения напряжения по длине гирлянды.
35. В чем суть профилактических испытаний изоляции?
36. Какие мероприятия необходимо провести после того, как изоляция забракована по одному или нескольким показателям качества?
37. Какое влияние могут оказать воздушные включения на сопротивление и tg δ изоляции?
38. Как изменится tg δ при увлажнении изоляции? Дать объяснения.
39. Объяснить увеличение емкости изоляции при ее увлажнении.
40. С какой целью производится испытание изоляции электрооборудования высоким напряжением?
41. Каковы условия работы и особенности конструктивного исполнения испытательных трансформаторов?
42. В чем смысл испытания изоляции напряжением промышленной частоты и коммутационными импульсами?

2.1.3 Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине

Форма промежуточной аттестации в **6 семестре** проходит в виде письменного зачета по вопросам и заключается в ответе на два вопроса из списка.

1. Общая характеристика газовой изоляции.
2. Тлеющий разряд, искровой разряд, дуговой разряд, коронный разряд.
3. Ударная ионизация, фотоионизация, термическая ионизация.
4. Ионизация на поверхности электродов, лавина электронов.
5. Формирование разряда. Условие самостоятельности разряда.
6. Закон Пашена. Разряд в неоднородном поле.
7. Слабонеоднородные поля. Резконеоднородные поля.
8. Закон подобия разрядов.
9. Влияние полярности на разряд в резконеоднородном поле.
10. Влияние барьера на развитие разряда в резконеоднородном поле.
11. Структура времени разряда. Вольт-секундные характеристики.
12. Корона на проводах при постоянном напряжении.
13. Корона на проводах при переменном напряжении.
14. Определение напряженности поля. Разрядные характеристики.
15. Условия возникновения коронного разряда вокруг гладкого металлического цилиндра.
16. Определение напряженности электрического поля для различных погодных условий.
17. Условия возникновения коронного разряда вокруг фазных проводов с расщепленной конструкцией.
18. Условия проверки на возникновение коронирования и радиопомех различных расщепленных конструкций фазы.
19. Разряд вдоль поверхности в однородном поле.
20. Разряд вдоль поверхности в резконеоднородном поле.
21. Разряд вдоль смоченной дождем или загрязненной и увлажненной поверхности.
22. Внешняя изоляция воздушных линий. Пути перекрытия изоляции.
23. Пути развития разряда по гирлянде изоляторов.
24. Нормированная удельная эффективная длина пути утечки.
25. Наименьшие изоляционные расстояния.
26. Расчетные условия для определения изоляционных расстояний.
27. Общая характеристика внутренней изоляции. Частичные разряды
28. Длительная электрическая прочность внутренней изоляции.
29. Методы испытания изоляции. Испытательное напряжение промышленной частоты.
30. Грозовой импульс. Интенсивность грозовой деятельности. Защита от прямых ударов молнии.
31. Молниеотвод. Зона защиты стержневых молниеотводов. Грозозащита подстанций.\
32. Методы профилактических испытаний кабельной изоляции.
33. Проверка мегомметром состояния изоляции.
34. Ионизационная кривая тока утечки.
35. Влияние полярности электродов на разрядное напряжение.
36. Диэлектрическая проницаемость и тангенса угла диэлектрических потерь пропитанной конденсаторной бумаги.
37. Импульсное сопротивление заземления молниеотвода.
38. Минимального допустимые расстояния от молниеотвода до защищаемого объекта.
39. Зона защиты стержневых молниеотводов.
40. Грозозащита зданий, сооружений и трансформаторных подстанций.

Примеры задач для практических занятий

Задача 3.1. Определить электрическое смещение в точке электрического поля напряженностью 10 кВ/см, если изолирующей средой является воздух.

Задача 3.2. Определить величину связанного заряда, индуктированного на проводящей пластинке в 1 $см^2$, внесенной в электрическое поле перпендикулярно силовым линиям. Напряженность электрического поля 12 кВ/см. Изолирующей средой является трансформаторное масло с относительной диэлектрической проницаемостью, равной 2,5.

Задача 3.3. Определить среднюю напряженность электрического поля на участке протяженностью 0,4 мм, если разность потенциалов между точками, ограничивающими участок, 600 В.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций

Учебная дисциплина формирует компетенции в соответствии с табл. 2, процедура оценивания представлена в табл. 3 и реализуется поэтапно:

1-й этап процедуры оценивания: оценивание уровня достижения каждого из запланированных результатов обучения – индикатора достижения компетенций в соответствии со шкалами и критериями, установленными картами компетенций ОПОП (Приложение 1 ОПОП). Экспертной оценке преподавателя подлежит сформированность отдельных индикаторов достижения компетенций, для оценивания которых предназначена данная оценочная процедура текущего контроля и промежуточной аттестации согласно матрице соответствия оценочных средств результатам обучения (табл. 2).

2-й этап процедуры оценивания: интегральная оценка достижения обучающимся запланированных результатов обучения по итогам отдельных видов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Характеристика процедуры промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 3

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Методы оценивания	Виды выставляемых оценок	Способ учета индивидуальных достижений, обучающихся
1	Вопросы к практическим занятиям	Систематически на практических занятиях	Экспертный	зачет /незачет	журнал учета успеваемости
2	Отчет по лабораторным занятиям	Систематически на лабораторных занятиях	Экспертный	зачет /незачет	журнал учета успеваемости
3	Вопросы к зачету	В конце 6 семестра	Экспертный	зачет /незачет	ведомость, зачетная книжка и учебная карточка

Шкала и процедура оценивания сформированности компетенций

На этапе промежуточной аттестации используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить уровень освоения материала обучающимися. Критерии оценивания сформированности планируемых результатов обучения (индикаторов достижения компетенций) представлены в карте компетенции.

Форма оценки знаний: «зачет», «незачет». Практические занятия оцениваются: «зачет», «незачет». Возможно использование балльно-рейтинговой оценки.

Шкала оценивания:

«Удовлетворительно» (или «незачет») – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов достижения компетенций *51%* и более (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» (или «зачет») – выставляется, если сформированность заявленных индикатора достижения компетенций менее чем *51%* (в соответствии с картами компетенций ОПОП) оценивается критериями «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»: при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Ответы и решения обучающихся оцениваются по следующим общим критериям: распознавание проблем; определение значимой информации; анализ проблем; аргументированность; использование стратегий; творческий подход; выводы; общая грамотность.

Соответствие критериев оценивания сформированности планируемых результатов обучения (индикаторы достижения компетенций) системам оценок представлено в табл. 4.

Интегральная оценка

Таблица 4

Критерии	Традиционная оценка	Балльно-рейтинговая оценка
2 и 1	2, Незачет	0-50
5, 4, 3	Зачет	51-100

Обучающиеся обязаны сдавать все задания в сроки, установленные учебным планом дисциплины, учебный процесс контролируется электронно в Обучающей среде СамГТУ

(посещаемость, контрольные точки, ведомости).

Оценка «Удовлетворительно» (или «зачет») по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.