

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

УТВЕРЖДАЮ

Начальник управления
дополнительного образования и
международной деятельности
Курага / Курагина К.А.

« 15 » октября 20 21
рег. № 04-04-2021-0467-0792

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Техника высоких напряжений»

для дополнительной профессиональной программы –
программы профессиональной переподготовки

**«Электроэнергетические системы и сети, электрооборудование и
режимы»**

Киров, 2021

Рабочую программу разработал:

В.Г. Басманов, заведующий кафедрой "Электроснабжение"

© Вятский государственный университет, 2021

© В.Г. Басманов, 2021

1. Рабочая учебная программа

1.1 Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

Техника высоких напряжений имеет очень широкий спектр применений во многих областях современной индустрии. Важное место она занимает в развитии электроэнергетики России XXI века для передачи все возрастающих мощностей электрической энергии на большие расстояния и обеспечения стабильной работы электроэнергетических систем. Основное преимущество высокого напряжения при электропередаче состоит в увеличении передаваемой мощности, которая возрастает пропорционально квадрату номинального напряжения. В связи с этим большое значение приобретают вопросы создания нового и совершенствования существующего комплекса высоковольтного оборудования, предназначенного для генерирования, передачи и распределения электрической энергии: генераторов, трансформаторов, конденсаторов, изоляции линий электропередачи и подстанций. Поэтому «Техника высоких напряжений» является одной из базовых дисциплин, формирующих компетенции современных специалистов-электроэнергетиков.

Цель дисциплины – Освоение вопросов, связанных с конструкцией изоляции высоковольтного оборудования, с воздействующими на изоляцию при эксплуатации напряжениями, со способами защиты от прямых ударов молнии и волн перенапряжений, а также с методами испытаний и контроля состояния изоляции.

Задачи дисциплины - овладение знаниями, связанными с:

- поведением и свойствами диэлектриков при приложении к ним высокого напряжения;
- методами и приборами для получения и измерения высоких напряжений;
- видами электрической изоляции оборудования высокого напряжения и воздушных линий электропередачи;
- методами и приборами для профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования;
- молниезащитой воздушных линий электропередачи и оборудования станций и подстанций;
- видами внутренних перенапряжений и защитой от них.

Компетенции слушателя, формируемые в результате освоения учебной дисциплины / модуля

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты обучения:

Виды деятельности	Профессиональные компетенции или трудовые функции	Практический опыт	Умения	Знания
ВД-1	<p>К2 – Способность планировать и проводить необходимые исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы;</p>	<p>Владение навыками оценки параметров возможных электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электроэнергетических системах и сетях, электроустановках; навыками выбора и исследования типовых методик и средств защиты от факторов воздействия электромагнитных переходных процессов на электрооборудование электроэнергетических систем и сетей, электроустановок, повышающих надежность электроснабжения потребителей</p>	<p>Умение рассчитывать возможные характеристики электромагнитных и электромеханических переходных процессов в электрических сетях, системах, электроустановках, оценивать последствия их воздействия и возможные методы и средства предотвращения их воздействий на электрооборудование электроэнергетических систем и сетей, электроустановок и энергосистему в целом</p>	<p>Знание природы возникновения, основные виды и характеристики возникающих в электроэнергетических установках электромагнитных и электромеханических переходных процессов, возможные технические средства управления их параметрами и защиты от последствий воздействия</p>

1.2 Содержание учебной дисциплины
Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Форма обучения	Общий объем (трудоемкость) Часов	В том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час					Самостоятельная работа, час	Форма промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Консультации		
заочная	20	8	4	-	4	-	12	зачет

Тематический план

№ п/п	Основные разделы и темы учебной дисциплины	Часы		Самостоятельная работа
		Лекции	Лабораторные занятия	
1.	Разряд в газах и общие характеристики внешней изоляции	-	2	-
2.	Разряды в жидких и твердых диэлектриках и электрические характеристики внутренней изоляции	1	-	3
3.	Испытательные установки и измерения высоких напряжений	-	2	-
4.	Линейная и станционная изоляция, профилактика изоляции установок высокого напряжения	1	-	3
5.	Грозовые перенапряжения и защита от них	2	-	3
6.	Внутренние перенапряжения и защита от них	-	-	3
	Итого:	4	4	12

Матрица соотнесения разделов / тем учебной дисциплины / модуля и формируемых в них компетенций

Разделы/темы учебной дисциплины	Компетенции		
	Количество часов	К-1	Общее количество компетенций
1. Разряд в газах и общие характеристики внешней изоляции	2	+	1

2. Разряды в жидких и твердых диэлектриках и электрические характеристики внутренней изоляции	4	+	1
3. Испытательные установки и измерения высоких напряжений	2	+	1
4. Линейная и станционная изоляция, профилактика изоляции установок высокого напряжения	4	+	1
5. Грозовые перенапряжения и защита от них	5	+	1
6. Внутренние перенапряжения и защита от них	3	+	1
Итого	20		

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема 1. Разряд в газах и общие характеристики внешней изоляции

Общая характеристика внешней изоляции. Основные виды электрического разряда в газах.

Физические процессы при ионизации в газе.

Коронный разряд в газе. Методы уменьшения потерь на корону.

Тема 2. Разряды в жидких и твердых диэлектриках и электрические характеристики внутренней изоляции

Основные особенности минерального масла как диэлектрика. Механизм пробоя.

Маслобарьерная изоляция. Примеры применения маслобарьерной изоляции: силовые трансформаторы, вводы.

Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции.

Элегазовая и вакуумная изоляция.

Тема 3. Испытательные установки и измерения высоких напряжений

Испытательные установки высокого напряжения. Генераторы импульсных напряжений и токов.

Измерения на высоком напряжении. Электростатические киловольтметры. Измерение максимальных значений напряжений с помощью шаровых разрядников. Измерение напряжений с помощью делителей.

Тема 4. Линейная и станционная изоляция, профилактика изоляции установок высокого напряжения

Изоляторы высокого напряжения. Классификация изоляторов. Линейные изоляторы, станционно-аппаратные изоляторы.

Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1000 В. Изоляция силовых трансформаторов, вращающихся электрических машин высокого напряжения, изоляция кабелей, силовых конденсаторов.

Профилактика изоляции. Основные методы профилактики изоляции. Профилактики изоляции силовых трансформаторов, линейной изоляции, вращающихся машин, кабелей.

Тема 5. Грозовые перенапряжения и защита от них

Молния как источник грозовых перенапряжений. Параметры молнии. Воздействие тока молнии.

Защита подстанций от прямых ударов молнии. Зоны защиты стержневых молниеотводов.

Защита линий электропередач от молнии. Применение грозозащитных тросов. Зоны защиты тросов. Разрядники и их применение для защиты линий. Разрядники длинноискровые, мультикамерные разрядники.

Защита оборудования подстанций от набегающих с линии импульсов грозовых перенапряжений. Нелинейные ограничители перенапряжений.

Молниезащита электрических машин.

Молниезащита зданий и сооружений различного назначения.

Тема 6. Внутренние перенапряжения и защита от них

Классификация внутренних перенапряжений. Основные составляющие внутренних перенапряжений. Физические модели для исследований внутренних перенапряжений.

Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.

2. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

2.1. Методические рекомендации для преподавателя

Выбор методов и средств обучения, образовательных технологий осуществляется преподавателем исходя из необходимости достижения обучающимися планируемых результатов освоения дисциплины, а также с учетом индивидуальных возможностей обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

2.2. Методические указания для слушателей

Успешное освоение учебной дисциплины предполагает активное, творческое участие слушателя на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Слушатель обязан посещать лекции и практические занятия, получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Содержание лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Предполагается, что слушатели приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой.

Целью лабораторных занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе, степени и качества усвоения материала; применение теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказания помощи в его освоении.

Лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Конкретные пропорции разных видов работы в группе, а также способы их оценки определяются преподавателем, ведущим занятия.

На лабораторных занятиях под руководством преподавателя обучающиеся обсуждают дискуссионные вопросы, отвечают на вопросы тестов, закрепляя приобретенные знания, выполняют лабораторные задания и

т.п. Для успешного проведения лабораторного занятия обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к лабораторным занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Лабораторные занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения, сформировать определенные навыки и умения и т.п.

Самостоятельная работа слушателей включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение задач и т.п.), которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. По каждой теме учебной дисциплины преподаватель предлагает слушателям перечень заданий для самостоятельной работы. Самостоятельная работа по учебной дисциплине может осуществляться в различных формах (например: подготовка докладов; написание рефератов; публикация тезисов; научных статей; подготовка и защита проекта; другие).

К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны исполняться самостоятельно либо группой и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Регулярно рекомендуется отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Результатом самостоятельной работы должно стать формирование у слушателей определенных знаний, умений, навыков, компетенций.

При проведении промежуточной аттестации слушателя учитываются результаты текущей аттестации в течение периода обучения.

Процедура оценивания результатов освоения учебной дисциплины (модуля) осуществляется на основе действующего Положения об организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ВятГУ.

Для приобретения требуемых компетенций, хороших знаний и высокой оценки по дисциплине слушателям необходимо выполнять все виды работ своевременно в течение всего периода обучения.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа слушателей включает изучение материалов лекций, учебников, учебных пособий проработку тем, вынесенных на самостоятельное изучение, подготовку к экзамену.

Слушатель изучает материал лекций по конспекту, в котором изложены основные понятия по теме. С помощью нормативных документов и учебников, учебных пособий слушатель прорабатывает и углубляет знания по теме лекции.

3. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины

Литература

- 1) Басманов, Владислав Геннадьевич. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 13.03.02: в 2 ч. / В. Г. Басманов; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭПС. Ч. 1. - [Б. м.: б. и.]. - 2015. - 247 с.
- 2) Басманов, Владислав Геннадьевич. Заземление и молниезащита [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов: в 2 ч. / В. Г. Басманов; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭПС. - Киров: [б. и.], 2012. - Ч. 2 : Молниезащита. - 2012. - 245 с. - Библиогр.: с. 242-243.
- 3) Титков, В. В. Перенапряжения и молниезащита [Электронный ресурс] / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов. - 2-е изд., стер.. - [Б. м.]: Лань, 2016. - 224 с.
- 4) Перенапряжения и молниезащита: водный транспорт [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Н. Лизалек, О.А. Князева, К.С. Мочалин, Г.Е. Солнцев, Л.Н. Татьянченко. - Изд. 5-е. - Москва|Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 360 с.: ил., схем., табл.. - Библиогр.: с. 290-291
- 5) Басманов, Владислав Геннадьевич. Изоляция и перенапряжение [Электронный ресурс]: учеб. пособие и задания для вып. контр. работ: специальность 140211 4 курс з/о: дисциплина "Изоляция и перенапряжение"; специальность 140205 курс 4 з/о: дисциплина "Техника высоких напряжений" / В. Г. Басманов; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭПС. - Киров: [б. и.]. Ч. 2. - 2009. - 86 с.
- 6) Бочаров, Ю. Н. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Бочаров. - Санкт-Петербург: Издательство Политехнического университета, 2013. - 265 с.
- 7) Куффель, Е. Техника и электрофизика высоких напряжений: [учеб.-справ. рук. для инженер.-физ. и энергет. специальностей вузов : пер. с англ.] / Е. Куффель, В. Цаенгль, Дж. Куффель. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 517 с.: ил.. - Библиогр. в конце гл.
- 8) Басманов, Владислав Геннадьевич. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: учебно-метод. пособие для студентов направления 13.03.02 всех профилей подготовки, всех форм обучения / В. Г. Басманов; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭПС. - Киров: [б. и.], 2015. - 29 с.

Перечень специализированных аудиторий (лабораторий)

Вид занятий	Назначение аудитории
Лекции	Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием

Лабораторные занятия	8-103, лаборатория "Техника высоких напряжений"
Самостоятельная работа	Читальные залы библиотеки

Перечень специализированного оборудования

Перечень используемого оборудования
Мультимедиа проектор
Ноутбук
Экран с электроприводом
В/в источник питания
Мост перемен тока мд-16
Ламповая катушка тесла
Трансформатор иом-100/25
Указатель высокого напряжения увн-90м-10-110сз ип кб
Установка высоковольтная и-20м

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по учебной дисциплине

№ п.п.	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО	Производитель ПО и/или поставщик ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO	ЗАО "Анти-Плагиат"
2	Microsoft Office 365 Student Advantage	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами	ООО "Рубикон"
3	Office Professional Plus 2013 Russian OLP NL Academic.	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями	ООО "СофтЛайн" (Москва)
4	Windows 7 Professional and Professional K	Операционная система	ООО "Рубикон"
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение	ООО «Рубикон»

6	Информационная система КонсультантПлюс	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации	ООО «КонсультантКиров»
7	Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации	ООО «Гарант-Сервис»
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.	Microsoft

4. Материалы, устанавливающие содержание и порядок проведения промежуточных аттестаций

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в устной форме (вопросно-ответная форма).

Зачет принимается преподавателями, проводившими учебные занятия по данной учебной дисциплине.

К сдаче зачета допускаются все слушатели, проходящие обучение на данной ДПП, вне зависимости от результатов текущего контроля успеваемости и посещаемости занятий, при этом, результаты текущего контроля успеваемости могут быть использованы преподавателем при оценке уровня усвоения обучающимися знаний, приобретения умений, навыков и сформированности компетенций в результате изучения учебной дисциплины.

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Уровни рабочего напряжения, ограничения.
2. Понятие о внешней, внутренней изоляции. Характеристики внешней изоляции
3. Виды электрических полей.
4. Виды ионизаций.
5. Лавина электронов.
6. Самостоятельный разряд.
7. Коронный разряд в газе.
8. Методы уменьшения потерь на корону.
9. Основные особенности минерального масла как диэлектрика.
10. Механизм пробоя жидких диэлектриков.
11. Маслбарьерная изоляция. Примеры применения маслбарьерной изоляции.
12. Твердая изоляция.
13. Виды пробоя твердой изоляции.

14. Элегазовая изоляция.
15. Вакуумная изоляция.
16. Общая характеристика испытаний изоляции.
17. Испытательные трансформаторы. Каскадные схемы.
18. ГИН.
19. ГИТ.
20. Контроль изоляции по ИЧР.
21. Тепловизионный контроль.
22. Методы измерений высоких напряжений.
23. Высоковольтные изоляторы. Классификация.
24. Изоляция силовых трансформаторов. Профилактика изоляции силовых трансформаторов.
25. Изоляция вращающихся электрических машин. Профилактика изоляции вращающихся электрических машин.
26. Изоляция кабелей, силовых конденсаторов. Профилактика изоляции кабелей.
27. Основные методы профилактики изоляции.
28. Молния как источник грозовых перенапряжений. Параметры молнии. Воздействие тока молнии.
29. Защита от прямых ударов молнии. Стержн., троссов. молниеотводы.
30. Разрядники. Характеристики и область применения.
31. Трубочатые разрядники.
32. Вентильные разрядники.
33. Нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН).
34. Разрядники длинно-искровые.
35. Мультикамерные системы. Мультикамерные разрядники. Разрядник-изолятор.
36. Молниезащита ВЛЭП.
37. Молниезащита вращающихся машин.
38. Молниезащита зданий и сооружений I категории.
39. Молниезащита зданий и сооружений II категории.
40. Молниезащита зданий и сооружений III категории.
41. Молниезащита оборудования станций и подстанций.
42. Виды внутренних перенапряжений.
43. Способы защиты изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.