

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  
Курагина / Курагина К.А.

«15» октября 2021

рег. № 04-04-2021-0467-0786

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Электрическая часть подстанций»**

**для дополнительной профессиональной программы –  
программы профессиональной переподготовки**

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

Киров, 2021

Рабочую программу разработал:

А.В. Новиков, к.т.н, доцент, зав кафедрой «Электрические станции»

© Вятский государственный университет, 2021

© А.В. Новиков, 2021

# 1. Рабочая учебная программа

## 1.1 Пояснительная записка

### Актуальность изучения дисциплины

Дисциплина «Электрическая часть подстанций» формирует у слушателей готовность к использованию системы знаний в области устройства электрооборудования и электрических схем соединений подстанций, умений и навыков в выборе условий их работы в составе электроэнергетической системы, способность принимать участие в проектировании электрических подстанций в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.

**Цель дисциплины** – ознакомление с вопросами проектирования схем электрических соединений подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ и эксплуатации электротехнического оборудования электрических подстанций.

#### Задачи дисциплины:

- ознакомить с принципами проектирования схем электрических соединений подстанций;
- ознакомить с режимами работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов;
- обучить методикам выбора электрических аппаратов и токоведущих частей;
- ознакомить с принципами проектирования и основами эксплуатации собственных нужд электрических подстанций.

### Компетенции слушателя, формируемые в результате освоения учебной дисциплины / модуля

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

Виды деятельности	Профессиональные компетенции или трудовые функции	Практический опыт	Умения	Знания
<b>ВД-1</b>	<b>К1</b> – Способность применять знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с	Владение навыками использования современных методов проектирования электрических	Умение обоснованно выбирать основные параметры и характеристики проектируемой	Знание основных принципов проектирования объектов электрических сетей. Основных нормативных

	особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности на предприятиях и в организациях.	сетей и повышения их энергоэффективности. Навыками расчета характеристик проектируемого электрооборудования и принятия схемных решений.	схемы и электрооборудования.	документов, регламентирующих вопросы проектирования электрических сетей.
<b>ВД-2</b>	<b>КЗ</b> – Способность планировать, управлять и вести деятельность по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования электроэнергетических систем и сетей	Владение навыками разработки и оформления инструкций по эксплуатации электрооборудования; навыками определения мероприятий по снижению потерь энергии в электрических сетях.	Умение пользоваться нормативными документами для составления инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний, планирования ремонтов. Классифицировать потери электроэнергии. Определять мероприятия по снижению потерь энергии в электрических сетях. Выбирать по условиям нормальных режимов и проверять на электродинамическую и термическую стойкость аппараты и проводники	Знание основных принципов составления инструкций по эксплуатации электрооборудования и программ испытаний. Структуры потерь электрической энергии. Организационных и технических мероприятий по снижению потерь энергии в электрических сетях  Технологии производства электроэнергии - Методов выбора и проверки оборудования, принципов его безаварийной эксплуатации и правила проведения ремонтных работ



## 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	<b>24</b>	8	4	-	4	-	16	экзамен

### Тематический план

№ п/п	Основные разделы и темы учебной дисциплины	Часы		Самостоятельная работа
		Лекции	Лабораторные занятия	
1.	Схемы и конструкции электрических подстанций (ПС)	1	-	4
2.	Схемы собственных нужд (СН) электрических подстанций. Потребители собственных нужд ПС, основные требования по проектированию СН ПС	1	-	4
3.	Силовые трансформаторы и автотрансформаторы на ПС	1	-	4
4.	Выбор и проверка электротехнического оборудования на ПС	1	-	4
5.	Режимы работы нейтралей	-	4	-
	<b>Итого:</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>

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

Разделы/темы учебной дисциплины	Компетенции			
	Количество часов	К-1	К-3	Общее количество компетенций
1. Схемы и конструкции электрических подстанций (ПС)	5	+	+	2
2. Схемы собственных нужд (СН) электрических подстанций. Потребители собственных нужд ПС, основные требования по проектированию СН ПС	5	+	+	2
3. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы на ПС	5	+	+	2

4. Выбор и проверка электротехнического оборудования на ПС	5	+	+	2
5. Режимы работы нейтралей	4	+	+	2
<b>Итого</b>	<b>24</b>			

### **Краткое содержание учебной дисциплины**

#### **Тема 1. Схемы и конструкции электрических подстанций (ПС)**

Схемы электрических соединений подстанций (ПС). Схемы со сборными шинами, кольцевые схемы. Порядок и последовательность выполнения переключений в электроустановках напряжением выше 1000 В.

#### **Тема 2. Схемы собственных нужд (СН) электрических подстанций**

Схемы собственных нужд (СН) электрических подстанций. Потребители собственных нужд ПС, основные требования по проектированию СН ПС.

#### **Тема 3. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы на ПС**

Конструктивные особенности силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Режимы работы трансформаторов и автотрансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов.

#### **Тема 4. Выбор и проверка электротехнического оборудования на ПС**

Коммутационное оборудование ПС. Выбор и проверка коммутационных аппаратов и токоограничивающих реакторов.

Выбор токоведущих частей и сборных шин на ПС.

#### **Тема 5. Режимы работы нейтралей**

Исследование режимов работы электроустановок с изолированной и компенсированной нейтралью, ознакомление с конструкцией, принципом действия трансформаторов напряжения и их использованием для контроля изоляции.

Изучение влияния переходного сопротивления в месте замыкания на землю на режимы работы электроустановок с изолированной нейтралью.

Определение воздействия дугогасящего реактора на величину тока замыкания на землю.



## **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, получать консультации преподавателя, выполнить лабораторную работу и 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 слушателями 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 выполняют практические (лабораторные) задания, отвечают на вопросы тестов, закрепляя приобретённые знания, обсуждают дискуссионные



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

Основной формой подготовки слушателей к лабораторным занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, нормативной базой 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 сформировать определённые навыки и умения.

Самостоятельная работа слушателей включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, 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, 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 слушатель прорабатывает и углубляет знания по теме лекции.

### 3. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины

#### Литература

1. Электрооборудование станций и подстанций: учеб. для техникумов / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 648 с.

2. Высоковольтные электрические аппараты. Курс лекций [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов направления 13.03.02 модуля "Электроэнергетика", профилей "Электрические станции" и "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" / А. В. Новиков; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭС. - Киров: [б. и.], 2014. - 26 с..

3. Электрическая часть электростанций [Электронный ресурс]: методический материал / А. В. Новиков, И. В. Арасланова; ВятГУ, КирПИ, ЭТФ, каф. ЭС. - Киров: [б. и.], 2016. - 30 с.

4. ПАО «ФСК ЕЭС»: [сайт]. URL: <http://www.fsk-ees.ru>

#### Перечень специализированных аудиторий (лабораторий)

Вид занятий	Назначение аудитории
Лекции	Учебная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием
Лабораторные занятия	Лаборатория 8-101
Самостоятельная работа	Читальные залы библиотеки

#### Перечень специализированного оборудования

Перечень используемого оборудования
Мультимедиа проектор
Ноутбук
Экран с электроприводом

#### 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 экзамена в письменной форме.

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

К сдаче экзамена 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.

Каждому обучающемуся, допущенному к экзамену, преподавателем выдаётся экзаменационный билет. После получения экзаменационного билета и подготовки ответов слушатель должен в меру имеющихся знаний, умений, навыков, сформированности компетенций дать письменные развёрнутые ответы на поставленные в задании вопросы, решить задачи в установленное преподавателем время. Продолжительность проведения процедуры определяется преподавателем самостоятельно, исходя из сложности индивидуальных заданий, количества вопросов, объёма оцениваемого учебного материала, общей трудоёмкости изучаемой дисциплины (модуля) и других факторов. При этом продолжительность проведения процедуры не должна, как правило, превышать двух академических часов.

Результаты проведения процедуры проверяются преподавателем и оцениваются с применением четырёхбалльной шкалы с оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Схемы электрических соединений подстанций. Виды схем и их назначение. Требования, предъявляемые к электрическим схемам.
2. Схемы с одной и двумя системами сборных шин с одним выключателем на присоединение. Назначение шиносоединительного выключателя. Вывод в ремонт системы шин. Секционирование сборных шин.
3. Схемы с одной и двумя системами сборных шин и обходной системой. Назначение обходной системы сборных шин, обходного выключателя. Порядок вывода в ремонт выключателя присоединения.
4. Схемы многоугольников и объединённых многоугольников.
5. Схемы с двумя выключателями на присоединение, с тремя выключателями на два присоединения. Вывод в ремонт присоединения.
6. Схемы 2-х трансформаторных тупиковых и проходных подстанций. Назначение ремонтной перемычки. Порядок вывода в ремонт трансформатора, линии.
7. Схемы подстанций на стороне 6-10 кВ.
8. Собственные нужды подстанций. Требования к надёжности электроснабжения.
9. Основные механизмы собственных нужд подстанций. Типы двигателей, применяемые для привода механизмов собственных нужд.
10. Схемы питания собственных нужд подстанций.
11. Конструктивное исполнение распределительных устройств. Особенности конструкций КРУ, КРУЭ, КТП.
12. Силовые трансформаторы. Особенности конструкции



автотрансформаторов. Нагрузочная способность трансформаторов.

13. Режимы работы 3-х обмоточных автотрансформаторов.

14. Коммутационные аппараты выше 1000 В. Выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели. Назначение, конструктивные особенности. Назначение и конструкции дугогасительных устройств.

15. Методы ограничения токов короткого замыкания. Токоограничивающие реакторы: конструкция, режимы работы, выбор.

16. Источники оперативного тока. Потребители постоянного тока. Аккумуляторные батареи: устройство, режим работы.