

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. № 04-04-2021-0461-0487

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем»
для дополнительной профессиональной программы –
программы профессиональной переподготовки
«Электроэнергетические системы и сети, электрооборудование и режимы»

Киров, 2021

Рабочую программу разработал:

старший преподаватель кафедры «Электрические станции»
Петров Николай Васильевич

© Вятский государственный университет, 2021

© Н.В. Петров, 2021

1. Рабочая учебная программа

1.1 Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

Курс «Релейная защита электроэнергетических систем» является основополагающим при подготовке специалистов в области электроэнергетики вне зависимости от дальнейшего выбора профиля. Он формирует у обучающегося знания, умения и навыки в области проектирования релейной защиты оборудования электрических станций, подстанций и промышленных предприятий. Большое внимание уделяется изучению методов расчета параметров релейной защиты и автоматики.

Для успешного освоения курса обучающийся должен обладать знаниями в области естественнонаучных дисциплин: математики, физики, ТОЭ, электрических машин, электроэнергетических систем и сетей и др. Знания, полученные в ходе освоения курса «Релейная защита электроэнергетических систем» необходимы для последующего изучения дисциплин профессионального цикла.

Цель дисциплины – формирование знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

Задачи дисциплины:

- получение знаний об общих принципах построения релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем;
- формирование умения применять, эксплуатировать и производить выбор элементов релейной защиты и автоматики.

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
ВД-1	К2 – Способность планировать и проводить необходимые	Владение навыками оценки параметров возможных	Умение рассчитывать возможные характеристики электромагнитных и	Знание природы возникновения, основные виды и характеристики

	исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы;	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	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	возникающих в электроэнергетических установках электромагнитных и электромеханических переходных процессов, возможные технические средства управления их параметрами и защиты от последствий воздействия
--	--	---	---	--

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 и	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 работы	Практические занятия	
1.	Общие вопросы построения релейной защиты	1	-	-	2
2.	Релейная защита линий электропередачи, трансформаторов и автотрансформаторов	2	4	-	5
3.	Автоматика электроэнергетических систем	1		-	5
	Итого:	4	4	-	12

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

Разделы/темы учебной дисциплины	Компетенции		
	Количество часов	ПК-2	Общее количество компетенций
1. Общие вопросы построения релейной защиты	3	+	1
2. Релейная защита линий электропередачи, трансформаторов и автотрансформаторов	11	+	1
3. Автоматика электроэнергетических систем	6	+	1
Итого	20		

Краткое содержание учебной дисциплины

Тема 1. Общие вопросы построения релейной защиты

Назначение релейной защиты (РЗ) и ее роль в обеспечении безаварийной работы электроэнергетических систем. Виды повреждений и ненормальных режимов, на которые должна реагировать РЗ. Основные требования, предъявляемые к релейной защите – селективность, быстродействие, чувствительность, надежность.

Типы реле, используемые в РЗ. Принципы их работы. Назначение оперативного тока. Источники постоянного и переменного тока.

Измерительные преобразователи в устройствах РЗ. Требования к точности, выбор и проверка трансформаторов тока в РЗ. Типовые схемы

соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле. Трансформаторы напряжения в устройствах РЗ. Схемы соединения вторичных обмоток в зависимости от назначения и схемы защиты.

Оперативный ток: назначение, источники оперативного тока.

Тема 2. Релейная защита линий электропередачи, трансформаторов и автотрансформаторов

Токовые защиты линий: токовые отсечки мгновенного действия, токовые отсечки с выдержкой времени, максимальная токовая защита. Выбор параметров срабатывания и оценка чувствительности.

Токовая защита нулевой последовательности для электрических сетей с большим током замыкания на землю. Токовая защита нулевой последовательности для сетей с малыми токами замыкания на землю.

Токовые направленные защиты. Принцип действия защиты. Основные органы защиты. Выбор тока срабатывания и выдержки времени.

Дистанционная защита. Основные органы защиты. Выбор параметров срабатывания.

Продольная и поперечная дифференциальные токовые защиты линий. Принципы действия и выбор параметров срабатывания.

Высокочастотные защиты линий передач.

Виды повреждений трансформаторов. Дифференциальная защита трансформаторов. Газовая защита. Резервные защиты трансформаторов от коротких замыканий и перегрузок. Защита нулевой последовательности.

Тема 3. Автоматика электроэнергетических систем

Назначение АПВ. Виды АПВ. Основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ. Схемы АПВ.

Назначение АВР. Требования, предъявляемые к устройствам АВР. Схемы АВР.

Противоаварийная автоматика электроэнергетических систем. АЛАР, АПНУ, АЧР.

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 дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции и семинарские (практические, лабораторные) занятия, получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

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.

Организация учебного процесса предусматривает применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

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.

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

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов, кроме того они способствуют формированию у обучающихся навыков самостоятельной работы с научной литературой.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендуемым программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью практических и 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.

Практические (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 практических (лабораторных) занятиях под руководством преподавателя обучающиеся обсуждают дискуссионные вопросы, отвечают на вопросы тестов, закрепляя приобретенные знания, выполняют практические (лабораторные) задания и т.п. Для успешного проведения практического (лабораторного) занятия обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (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. Практические (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 обучающихся 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 дисциплины преподаватель предлагает обучающимся перечень заданий для самостоятельной работы. Самостоятельная работа по дисциплине может осуществляться в различных формах (например: подготовка докладов; написание рефератов; публикация тезисов; научных статей; подготовка и защита курсовой работы / 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.

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

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

Система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля), промежуточная аттестация обучающихся - оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (модулю) (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ)).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущей аттестации в течение семестра.

Процедура оценивания результатов освоения 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 обучающимся необходимо выполнять все виды работ своевременно в течение учебного периода.

3. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины

Литература:

1. Богданов, А. В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.В. Богданов, А.В. Бондарев. - Оренбург: ОГУ, 2016.
2. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов.- М.: Издательство АТП, 2015 год. - 800 с.
3. Голговских, Александр Владимирович. Дифференциальная защита трансформаторов [Электронный ресурс]: лаб. практикум: дисциплина "Релейная защита": для специальностей 140204, 140205, 140211 IV,V курс всех форм обучения / А. В. Голговских; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭС. - Киров: [б. и.], 2009. - 23 с.
4. Голговских, А. В. Защита трансформатора малой мощности: лаб. практикум. Дисциплина "Релейная защита". Специальности 100100, 100200, 100400, курс 4, д/о / А. В. Голговских, Н. Н. Якимчук; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭС. - Киров: [б. и.], 2005. - 15 с.. - 23 экз.
5. Голговских, А. В. Максимальная токовая защита с зависимой характеристикой выдержек времени : лаб. практикум. Дисциплина "Релейная защита". Специальности 100100, 100200, 100400, курс 4, д/ои з/о / А. В. Голговских; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭС. - Киров: [б. и.], 2005. - 17 с.. - 22 экз.
6. Овчаренко Н.И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем: Учеб. для вузов /под ред. А.Ф. Дьякова. М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005 г.
7. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем: Учеб. для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. /Н.И. Овчаренко; под ред. А.Ф.Дьякова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007 г.
8. Беркович М.А., Комаров А.Н., Семенов В.А. Основы автоматизации энергосистем. – М.: Энергоиздат, 1981 г.
9. Автоматика электроэнергетических систем: Учеб. пособие для вузов /О.П. Алексеев, В.Е. Казанский, В.Л. Козис и др.; Под ред.В.Л. Козиса. – М.: Энергоиздат,1981 г.
10. Вихарев, Александр Павлович. Автоматика энергосистем [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. П. Вихарев ; ВятГУ, ЭТФ, каф. Э. - Киров : [б. и.], 2011. - 105 с.. - Библиогр.: с. 106.

**Описание материально-технической базы, необходимой для
осуществления образовательного процесса**

Перечень специализированного оборудования

Мультимедиа-проектор optoma
Экран рулонный настенный da-lite
Лабораторный стенд "релейная защита и автоматика двухтрансформаторной подстанции" исполнение моноблочное настольное компьютеризированное рза-тп-м-нк
Лабораторный стенд "релейная защита и автоматика двухтрансформаторной подстанции" исполнение моноблочное настольное компьютеризированное рза-тп-м-нк
Лабораторный стенд "релейная защита и автоматика двухтрансформаторной подстанции" исполнение моноблочное настольное компьютеризированное рза-тп-м-нк

**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. Каково основное назначение РЗ?
2. Что такое селективность?
3. Как выбирают и поверяют трансформаторы тока в релейной защите?
4. Какие существуют основные схемы подключения обмоток токовых реле и трансформаторов тока?
5. Какие существуют основные схемы подключения обмоток реле напряжения и трансформаторов напряжения?
6. Как определяют выдержку времени и ток срабатывания МТЗ?
7. Как определяется чувствительность МТЗ?
8. В каких случаях применяют направленную максимальную токовую защиту?
9. В чем заключается принцип действия дифференциальной продольной токовой защиты линии?
10. В чем заключается принцип действия поперечной дифференциальной токовой защиты линии? Что такое каскадное действие поперечной дифференциальной защиты и в чем его недостатки?
11. На какие виды повреждений трансформаторов реагирует газовая защита?

12. Какова причина возникновения токов небаланса в дифференциальной защите трансформатора?
13. Как предотвращают неправильное действие дифференциальной защиты при бросках тока намагничивания?
14. Как осуществляют защиту трансформаторов, не имеющих выключателей на стороне высшего напряжения?
15. Перечислите основные требования, предъявляемые к схемам АВР.
16. Объясните назначение органов контроля в схеме АВР.
17. Каким образом обеспечивается однократность действия АВР?
18. Почему схема АВР не должна приходить в действие до отключения выключателя рабочего источника?
19. Пояснить назначение устройства АПВ и причины возникновения устойчивых и неустойчивых коротких замыканий.
20. Перечислить требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
21. В каких случаях АПВ не должно приходить в действие?
22. В каких случаях необходимо действие АЧР в системе?