

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

О.Я. Солёная

 (инициалы, фамилия)

(подпись)

«18» февраля 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая релейная защита и автоматика»

(Наименование дисциплины)

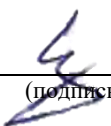
Код направления подготовки/ специальности	13.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

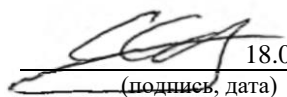
В.П. Кузьменко
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«18» февраля 2026 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

С.В. Солёный
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

доц., к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

 18.02.2026
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова
(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Цифровая релейная защита и автоматика» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

УК-2 «Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла»

ПК-2 «способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами устройства аппаратов релейной защиты, цифровым оборудованием, внедряемым в современные системы релейной защиты, способами непрерывной оценки состояния элементов энергетических систем, способами регистрации данных, характеризующих работу защиты функционалом воздействия на ключевые элементы системы защиты. Рассматривается организация безопасности электроэнергетических систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (2 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получения обучающимися необходимых знаний в области устройства оборудования современных систем релейной защиты и автоматики, использования цифрового оборудования для модернизации и построения систем защиты, а также умений и навыков работы с основными элементами защиты электроэнергетических систем. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.В.2 владеть навыками использования алгоритмов и цифровых средств, предназначенных для анализа информации и данных
Универсальные компетенции	УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.3.2 знать цифровые инструменты, предназначенные для разработки проекта/решения задачи; методы и программные средства управления проектами УК-2.В.2 владеть навыками решения профессиональных задач в условиях цифровизации общества
Профессиональные компетенции	ПК-2 способен разрабатывать и обосновывать проектные решения в области профессиональной деятельности	ПК-2.Д.2 выбирает электрооборудование и методы расчета его параметров и характеристик при проектировании объектов профессиональной деятельности ПК-2.Д.3 использует программные продукты для расчета и проектирования объектов профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Электрические системы и сети»;
- «Машинное обучение и анализ данных».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Цифровые двойники в электроэнергетике»,
- «Сопровождение жизненного цикла электроэнергетической продукции»,
- «Режимы работы электроэнергетических систем»,

- «Производственная практика научноисследовательская работа»,
«Производственная преддипломная практика» Подготовка к процедуре защиты
и защита выпускной квалификационной работы».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	6	6
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	110	110
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					
Раздел 1. Введение в релейную защиту Тема 1.1. Общие термины релейной защиты. Тема 1.2. Основные элементы релейной защиты. Тема 1.3. Предъявляемые требования к релейной защите. Тема 1.4. Основные свойства цифровых защит.	5		5		40

Раздел 2. Общие математические принципы построения релейной защиты Тема 2.1. Входной и выходной сигналы релейной защиты. Математическое представление синусоидального переменного тока. Тема 2.2. Преобразование Фурье для анализа электрических сигналов в энергосистемах. Тема 2.3. Обработка измеряемых сигналов в цифровой защите. Частота дискретизации. Разрядность.	6		6		35
Раздел 3. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите Тема 3.1. Структура цифровых измерительных органов. Тема 3.2. Входные и выходные преобразователи дискретных сигналов. Описание работы аналого-цифровых преобразователей. Тема 3.3. Работа реле при насыщении трансформатора тока. Тема 3.4. Принципы построения и алгоритмизации релейной защиты.	6		6		35
Итого в семестре:	17		17		110
Итого	17	0	17	0	110

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Раздел 1. Введение в релейную защиту</p> <p>Тема 1.1. Общие термины релейной защиты. <i>Лекция-дискуссия.</i> Релейная защита как вид автоматики электроэнергетических систем. Назначение РЗА. Нормальные, предаварийные и аварийные режимы работы электроэнергетической системы. Короткие замыкания, причины их возникновения и возможные последствия.</p> <p>Тема 1.2. Основные элементы релейной защиты. <i>Демонстрация слайдов.</i> Схематичное представление структуры РЗА. Пусковые, измерительные и логические органы защиты. Реле тока, напряжения, мощности, частоты, сопротивления и их роль в выявлении повреждений.</p> <p>Тема 1.3. Предъявляемые требования к релейной защите. Основные функции и характеристики релейной защиты. <i>Лекция-беседа.</i> Быстродействие, селективность, чувствительность и надежность РЗА. Тема 1.4. Основные свойства цифровых защит</p>

	Относительная и абсолютная селективность. Коэффициент чувствительности и условия корректного действия защиты. Демонстрация слайдов
2	<p>Раздел 2. Общие математические принципы построения релейной защиты</p> <p>Тема 2.1. Входной и выходной сигналы релейной защиты. Математическое представление синусоидального переменного тока. Векторное отображение характеристик. <i>Проблемная лекция.</i> Входной и выходной сигналы устройства защиты. Математическое представление синусоидальных токов, напряжений и ЭДС. Амплитуда, частота, угловая частота, начальная фаза. Фазовый сдвиг и векторное отображение токов и напряжений на комплексной плоскости.</p> <p>Тема 2.2. Преобразование Фурье для анализа электрических сигналов в энергосистемах. <i>Демонстрация слайдов и учебных визуализаций.</i> Переход от временного к частотному представлению сигнала. Непрерывное и дискретное преобразование Фурье. Амплитудный и фазовый спектры. Выделение гармонических составляющих для задач цифровой релейной защиты.</p> <p>Тема 2.3. Обработка измеряемых сигналов в цифровой защите. Частота дискретизации. Разрядность. <i>Управляемая дискуссия.</i> Предварительная обработка аналоговых сигналов: фильтрация, усиление, преобразование и аналого-цифровое преобразование. Измерительное окно. Частота дискретизации, теорема Найквиста-Шеннона, разрядность АЦП, квантование, алиасинг и влияние параметров АЦП на точность защитных алгоритмов.</p>
3	<p>Раздел 3. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите</p> <p>Тема 3.1. Структура цифровых измерительных органов. <i>Демонстрация слайдов.</i> Датчики, трансформаторы тока и напряжения. Измеряемые величины в РЗА: ток, напряжение, частота, активная и реактивная мощность, фазовый угол, гармоники. Назначение датчиков, трансформаторов тока и трансформаторов напряжения. Первичное преобразование электрических величин в сигналы, пригодные для обработки.</p> <p>Тема 3.2. Входные и выходные преобразователи дискретных сигналов. Описание работы аналого-цифровых преобразователей. <i>Лекция с разбором конкретных ситуаций.</i> Аналоговые и логические входы терминалов ЦРЗА. Дискретные выходы, управляющие сигналы, гальваническая развязка и коммутационная способность. Тракт аналого-цифрового преобразования: фильтры, мультиплексор, АЦП и вычислительное устройство.</p> <p>Тема 3.3. Работа реле при насыщении трансформатора тока. <i>Демонстрация слайдов</i> Фильтрация в аналого-цифровых преобразователях сигналов релейной защиты. Влияние насыщения трансформатора тока, помех и искажений формы сигнала на достоверность измерений. Фильтрация низких частот, подавление шумов, сохранение информативных параметров сигнала и передача данных в цифровой алгоритм защиты.</p> <p>Тема 3.4. Принципы построения и алгоритмизации релейной защиты. <i>Демонстрация структурных схем.</i> Структура цифрового терминала РЗА: микропроцессор, блок питания, интерфейс пользователя, дисплей, клавиатура, коммуникационный порт. Программная логика измерения, сравнение с уставками, формирование команды срабатывания и передача информации в системы управления. Интерфейсы релейной защиты протоколы и каналы связи. Оптоволоконные каналы передачи информации. Каналы связи ЦРЗ МЭК 61850, Modbus, Ethernet RS-485 в интерфейсах релейной защиты.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2				
1	Порядок переключений при выводе высоковольтного коммутационного оборудования в ремонт	2	1	1
2	Порядок переключений при вводе высоковольтного коммутационного оборудования в работу после ремонта	2	1	1
3	Максимальная токовая защита линии с независимой выдержкой времени	6	2	2
4	Моделирование параметров дифференциальной цифровой защиты трансформатора	7	2	3
Всего		17	6	

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	25	25
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	25	25
Всего:	110	110

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
URL: https://e.lanbook.com/book/492098	Цифровая релейная защита интеллектуальных сетей электрооборудования : учебное пособие / М. В. Шарыгин, А. Л. Куликов, Д. И. Бездушный, В. Ю. Вуколов. — Нижний Новгород : НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-502-01695-7. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/492098 — Режим доступа: для авториз. пользователей.	
621.31 Р 33	Режимы работы электроэнергетических систем : учебное пособие / А. Л. Ронжин [и др.] ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2019. - 94 с. : рис. - Библиогр.: с. 89 (7 назв.). - ISBN 978-5- 8088-1439-4 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	5
621.31 А 22	Автоматизация электроэнергетических систем : учебно-методическое пособие / В. П. Кузьменко, С. В. Солёный, А. В. Рысин, О. Я. Солёная ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2024. - 82 с. - Библиогр.: с. 80 (3 назв.). - 153.81 р. - Текст : непосредственный.	3
621.31	Электрические станции и подстанции : учебное пособие / В. П.	5

Э 45	Кузьменко, О. Я. Солёная, А. В. Куликовская, С. В. Солёный ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург : Изд-во ГУАП, 2023. - 122 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 78 - 79 (22 назв.). - ISBN 978-5-8088-1871-2 : Б. ц. - Текст : непосредственный.	
------	--	--

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
https://pro.guap.ru/	Методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов по дисциплине размещены внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Специализированное программное обеспечение DeltaProfi (является составной частью лабораторного и учебного оборудования (Стенды) производства ООО НПП «Учтех-Профи» по договору поставки с ГУАП. Программа поставляется в комплекте с лабораторным оборудованием (стендом) на сменном носителе)
2	Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
4	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Учебная аудитория для лекционных, практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: Специализированная мебель; технические средства обучения, служащие для представления учебной информации аудитории; лабораторное оборудование по изучению Интеллектуальных систем электроснабжения, переходных процессов в электроэнергетических системах, интеллектуальной релейной защиты и автоматики, электрических сетей и систем. Лабораторное оборудование по изучению показателей качества электрической энергии, монтажа и наладки электрооборудования, цифровой релейной защиты, возобновляемых источников энергии и изучению параметров осветительных приборов. 5 ПК для выполнения лабораторных работ и составления отчетов.	31-03 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Лабораторный стенд «Релейная защита и автоматика»	31-03 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 60% тестовых заданий**.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов для экзамена	Код индикатора
	1. Типы устройств РЗА. 2. Основные функции РЗ.	УК-1.В.2

	<p>3. Вспомогательные функции РЗ. Типы дистанционных защит.</p> <p>4. Назначение и основные возможности цифровой релейной защиты.</p> <p>5. Требования к защитным функциям ЦРЗ.</p> <p>6. Основные требования к защитным функциям РЗА. Чувствительность.</p> <p>7. Основные требования к защитным функциям РЗА. Селективность.</p> <p>8. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите.</p> <p>9. Структура цифровых измерительных органов.</p> <p>10. Предварительная обработка аналоговых сигналов. Векторное отображение дискретизированных синусоидальных сигналов.</p>	
	<p>11. Структура и основные элементы цифровой релейной защиты (ЦРЗ).</p> <p>12. Интерфейсы ЦРЗ протоколы и каналы связи.</p> <p>13. Принципы построения и алгоритмизации ЦРЗ.</p> <p>14. Структура цифровых измерительных органов.</p> <p>15. Вспомогательные функции цифровой релейной защиты.</p>	УК-2.3.2
	<p>16. Обозначения ГОСТ 2.743-72. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Двоичные логические элементы. 17. Что такое монтажная логика, псевдоэлемент, триггер, триггер Шмитта, регистр, единичный генератор, как обозначаются элементы с равноценными и неравноценными входами?</p> <p>18. Объясните принцип действия статического реле направления мощности.</p> <p>19. Какие основные характеристики имеет реле направления мощности?</p> <p>20. Объясните принцип работы дифференциальных токовых реле.</p> <p>21. Цифровые дифференциальные защиты сборных шин.</p> <p>22. Для чего служат уравнивающие обмотки реле?</p> <p>23. Как влияет величина тока в тормозной обмотке реле на величину тока срабатывания реле?</p> <p>24. Как влияет сдвиг фаз между токами в рабочей и тормозной обмотках на величину торможения?</p> <p>25. В каких случаях применяют дифференциальные защиты с торможением?</p> <p>26. Что такое коэффициент схемы соединения трансформаторов тока и обмоток реле?</p> <p>27. Каково назначение блок-контакта привода выключателя в цепи отключающего электромагнита?</p> <p>28. Что такое ток небаланса? Перечислите его составляющие.</p> <p>29. Как выбирается уставка по току для максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени?</p>	УК-2.В.2
	<p>30. Почему при выборе уставки по току для максимальной токовой защиты с пуском по напряжению не учитывают коэффициент запуска двигательной нагрузки?</p> <p>31. Как влияет наличие пусковых органов напряжения в схеме</p>	ПК-2.Д.2

	защиты на ее чувствительность? 32. Назовите основные достоинства и недостатки максимальной токовой защиты с пуском по напряжению? 33. В каких случаях следует использовать реле с эллиптической характеристикой? 34. Что такое «основная» и «резервная» зона действия защиты? 35. Сборные шины и ошиновка станций и подстанций. Дифференциальная токовая защита. 36. Как повлияет обрыв в измерительных цепях напряжения на селективность действия защиты?	
	37. Что такое самоход по току и самоход по напряжению? 38. Как обеспечивается селективность действия защит в сети с радиальным питанием? 39. Защиты в радиальных распределительных сетях с односторонним питанием. 40. Расчёт уставок дифференциальной защиты линий 41. Схемы подключения ТТ и ТН. Подключение защит от междуфазных КЗ. 42. Пересчет уставок РЗА для ввода в блок. 43. Элементы цифровой защиты электрических машин.	ПК-2.Д.3

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа		
1	Какой цифровой метод наиболее целесообразно использовать для выделения основной гармоники из дискретизированного сигнала тока в терминале цифровой релейной защиты? 1. Метод визуального сравнения графиков 2. Преобразование Фурье 3. Механическое усреднение показаний прибора 4. Ручное считывание мгновенных значений Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.	УК-1.В.2
2	Какой цифровой инструмент наиболее подходит для планирования этапов проекта внедрения цифровой релейной защиты и контроля	УК-2.3.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	сроков выполнения работ? 1. Графический редактор для обработки изображений 2. Электронная таблица или система управления проектами с календарным планом и диаграммой Ганта 3. Текстовый редактор без функций планирования 4. Медиапроигрыватель Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.	
3	Какое свойство цифрового терминала РЗА наиболее существенно помогает решать профессиональные задачи в условиях цифровизации электроэнергетики? 1. Наличие только ручного управления без регистрации событий 2. Возможность регистрации осциллограмм, событий, уставок и передачи данных по цифровым каналам связи 3. Отсутствие интерфейсов связи 4. Замена всех расчетов визуальным осмотром оборудования Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.	УК-2.В.2
4	Какой критерий является ключевым при выборе уставки максимальной токовой защиты линии? 1. Цвет корпуса реле 2. Отстройка от максимального рабочего тока и обеспечение чувствительности к минимальному току короткого замыкания 3. Длина наименования устройства 4. Количество кнопок на панели терминала Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.	ПК-2.Д.2
5	Какой программный продукт указан в рабочей программе дисциплины как специализированное программное обеспечение для лабораторного оборудования по цифровой релейной защите? 1. DeltaProfi 2. Adobe Photoshop 3. Microsoft Paint 4. Архиватор файлов Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.	ПК-2.Д.3
2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов		
6	Какие данные используются при цифровом анализе работы релейной защиты после аварийного события? Выберите все правильные ответы. 1. Осциллограммы токов и напряжений 2. Журнал событий цифрового терминала 3. Значения уставок и сигналов срабатывания 4. Цветовая гамма корпуса оборудования Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.	УК-1.В.2
7	Какие цифровые инструменты и методы целесообразно применять при разработке проекта цифровой релейной защиты? Выберите все правильные ответы. 1. Календарный план работ 2. Диаграмма Ганта 3. Реестр рисков и контрольных точек проекта 4. Случайный выбор сроков без документирования Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.	УК-2.3.2
8	Какие действия соответствуют решению профессиональных задач РЗА в условиях цифровизации? Выберите все правильные ответы. 1. Анализ осциллограмм и журналов событий терминала 2. Настройка цифровых уставок и логики срабатывания	УК-2.В.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	3. Использование протоколов связи и удаленного обмена данными 4. Отказ от проверки данных после срабатывания защиты Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.	
9	Какие факторы необходимо учитывать при выборе трансформатора тока для цепей релейной защиты? Выберите все правильные ответы. 1. Номинальный первичный и вторичный ток 2. Класс точности и предельная кратность 3. Нагрузка вторичной цепи и условия насыщения 4. Декоративное оформление корпуса Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.	ПК-2.Д.2
10	Какие задачи могут решаться с использованием программных продуктов при расчете и проектировании релейной защиты? Выберите все правильные ответы. 1. Моделирование режимов короткого замыкания 2. Расчет и проверка уставок защит 3. Анализ работы цифрового терминала и формирование отчетов 4. Автоматическое снижение температуры в аудитории Запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.	ПК-2.Д.3
3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце		
11	Установите соответствие между этапами цифровой обработки сигнала и их назначением. Этап обработки А. Фильтрация аналогового сигнала Б. Аналого-цифровое преобразование В. Преобразование Фурье Г. Сравнение с уставкой Назначение 1. Получение дискретных цифровых отсчетов 2. Подавление помех и ограничение спектра сигнала 3. Выделение амплитуды и фазы гармонической составляющей 4. Принятие решения о срабатывании защиты Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г	УК-1.В.2
12	Установите соответствие между этапами проекта цифровой релейной защиты и применяемыми цифровыми инструментами. Этап проекта А. Анализ требований Б. Планирование работ В. Моделирование защиты Г. Испытания и приемка Цифровой инструмент 1. Таблица требований и исходных данных 2. Календарный план или диаграмма Ганта 3. Программная модель схемы и алгоритма защиты 4. Протокол испытаний и чек-лист проверки Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г	УК-2.3.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
13	<p>Установите соответствие между элементами цифровой релейной защиты и их функциями.</p> <p>Элемент ЦРЗА</p> <p>А. Цифровой терминал защиты Б. Коммуникационный порт В. Регистратор событий Г. Интерфейс оператора</p> <p>Функция</p> <p>1. Измерение, обработка данных и формирование команды срабатывания 2. Обмен данными с другими устройствами и системами управления 3. Фиксация аварийных событий, команд и изменений состояния 4. Отображение информации и настройка параметров пользователем</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г</p>	УК-2.В.2
14	<p>Установите соответствие между типом релейной защиты и основным критерием ее действия.</p> <p>Тип защиты</p> <p>А. Максимальная токовая защита Б. Дифференциальная защита В. Дистанционная защита Г. Направленная защита</p> <p>Критерий действия</p> <p>1. Превышение тока заданной уставки 2. Сравнение токов по концам защищаемой зоны 3. Измерение сопротивления до места повреждения 4. Учет направления потока мощности или тока повреждения</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г</p>	ПК-2.Д.2
15	<p>Установите соответствие между программной задачей и результатом ее выполнения при проектировании РЗА.</p> <p>Программная задача</p> <p>А. Расчет токов короткого замыкания Б. Расчет уставок защиты В. Моделирование логики срабатывания Г. Оформление схемы подключения</p> <p>Результат</p> <p>1. Значения токов повреждения в расчетных точках сети 2. Выбранные параметры срабатывания и выдержки времени 3. Проверка алгоритма действия защиты при заданных условиях 4. Графическая проектная документация</p> <p>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами: А Б В Г</p>	ПК-2.Д.3
<p>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо</p>		

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
16	Установите правильную последовательность цифровой обработки измеряемого сигнала в устройстве релейной защиты: 1. Аналого-цифровое преобразование 2. Поступление аналогового сигнала от измерительного трансформатора 3. Расчет действующего значения, фазы или гармонической составляющей 4. Сравнение рассчитанного параметра с уставкой 5. Формирование команды срабатывания при выполнении условий защиты	УК-1.В.2
17	Установите последовательность разработки проекта цифровой релейной защиты: 1. Определение требований и исходных данных 2. Планирование сроков, ресурсов и этапов проекта 3. Разработка схемы и выбор цифровых средств 4. Моделирование и расчет параметров защиты 5. Испытание, корректировка и оформление результатов	УК-2.3.2
18	Установите последовательность решения профессиональной задачи по анализу срабатывания цифровой защиты: 1. Сбор осциллограмм и журнала событий 2. Проверка уставок и состояния входных сигналов 3. Анализ режима сети и признаков повреждения 4. Оценка корректности действия защиты 5. Подготовка вывода и рекомендаций по настройке или эксплуатации	УК-2.В.2
19	Установите последовательность выбора уставок максимальной токовой защиты с независимой выдержкой времени: 1. Сбор данных о сети, нагрузке и токах короткого замыкания 2. Определение тока срабатывания с отстройкой от максимального рабочего тока 3. Выбор выдержки времени с учетом селективности 4. Проверка коэффициента чувствительности 5. Оформление расчетного обоснования выбранных параметров	ПК-2.Д.2
20	Установите последовательность работы с программным продуктом при моделировании цифровой защиты: 1. Создание расчетной схемы объекта 2. Ввод параметров оборудования и сети 3. Задание расчетного режима или аварийного события 4. Запуск расчета или моделирования 5. Анализ результатов и формирование отчета	ПК-2.Д.3
5 тип. Задание открытого типа с развернутым ответом Инструкция: Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание		
21	Опишите, как алгоритмы цифровой обработки данных используются в цифровой релейной защите для выявления короткого замыкания. Укажите роль дискретизации, фильтрации, преобразования Фурье, расчета параметров сигнала и сравнения с уставками.	УК-1.В.2
22	Опишите, какие цифровые инструменты и методы управления проектом целесообразно использовать при разработке проекта цифровой релейной защиты: от постановки задачи до испытаний и оформления результатов.	УК-2.3.2
23	Объясните, как цифровизация влияет на решение профессиональных задач в области релейной защиты и автоматики. Приведите примеры использования цифровых терминалов, журналов событий, осциллограмм, каналов связи и удаленного анализа данных.	УК-2.В.2

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
24	Опишите порядок выбора электрооборудования и методов расчета параметров релейной защиты для линии электропередачи. Укажите, какие исходные данные, расчетные режимы, уставки, коэффициенты чувствительности и условия селективности необходимо учитывать.	ПК-2.Д.2
25	Опишите, как программные продукты используются для расчета и проектирования объектов релейной защиты. Укажите этапы создания модели, ввода исходных данных, расчета режимов короткого замыкания, проверки уставок и формирования отчетных материалов.	ПК-2.Д.3

Примечание:

1-й тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2-й тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3-й тип. Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца).

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

4-й тип. Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр.

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5-й тип. Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте.

Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла.

Если допущена одна ошибка\неточность\ответ правильный, но не полный – 1 балл.

Если допущено более 1 ошибки\ответ неправильный\ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала отражена в таблице 4.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах.

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Учебным планом не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;

– приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающимся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом), приведенным на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП (www.guap.ru) в разделе «Сектор нормативной документации».

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы.

Учебным планом не предусмотрено

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Самостоятельная работа обучающихся включает:

- изучение конспекта лекций и рекомендованной учебной литературы по разделам дисциплины;
- повторение основных терминов и определений релейной защиты и автоматики;
- подготовку к лабораторным работам, включая изучение схем, методики измерений и порядка обработки результатов;
- выполнение расчетных заданий по приведению параметров элементов сети к базисным условиям, расчету токов короткого замыкания и выбору уставок защит;
- построение и анализ времятоковых характеристик и карт селективности;
- подготовку отчетов по лабораторным работам;
- подготовку к тестированию, устному опросу и зачету / дифференцированному зачету.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- рекомендуемая учебная, справочная и нормативно-техническая литература по релейной защите и автоматике;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости включает:

- устный опрос по темам лекционных занятий;
- проверку готовности обучающихся к выполнению лабораторных работ;
- контроль выполнения лабораторных работ и правильности обработки полученных результатов;
- проверку отчетов по лабораторным работам;
- выполнение тестовых заданий по основным разделам дисциплины.

При проведении текущего контроля оцениваются знание основных понятий РЗА, понимание принципов действия релейных защит, умение анализировать параметры и режимы работы элементов электроэнергетической системы, корректность выполнения расчетов, обоснованность выбранных уставок, правильность построения времятоковых характеристик и полнота оформления отчетных материалов.

Результаты текущего контроля учитываются при проведении промежуточной аттестации. К промежуточной аттестации допускаются обучающиеся, выполнившие предусмотренные лабораторные работы, представившие и защитившие отчеты, а также выполнившие задания самостоятельной работы и текущего контроля в объеме, установленном преподавателем. При выставлении итоговой оценки учитываются результаты тестирования, качество выполнения лабораторных и расчетных работ, активность обучающегося в ходе занятий и уровень ответа на зачете / дифференцированном зачете.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа. Время на подготовку ответа - 60 минут.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой