

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

«Основы релейной защиты и автоматики»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности/ специализации	Цифровая энергетика
Форма обучения	очно-заочная
Год приема	2026

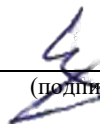
Санкт-Петербург– 2026

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)

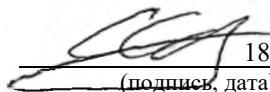
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«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 «Основы релейной защиты и автоматики» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности/специализации «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией»

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением основ устройства исполнительных механизмов, узлов и аппаратов релейной защиты основных элементов систем электроснабжения (кабельные, воздушные, линии электропередачи трансформаторы, шиносоединительные устройства, электрические машины и другие элементы, и узлы электроэнергетических систем). Рассматривается процесс расчета уставок релейной защиты и в целом организации защиты электроэнергетических систем с помощью релейных устройств автоматического отключения.

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 зачета (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является получение обучающимися необходимых знаний в области устройства оборудования защиты и автоматики, навыков расчета и проектирования защиты, а также умений построения релейной защиты электроэнергетических систем.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. 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
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией	ПК-3.Д.6 определяет параметры элементов объектов профессиональной деятельности в различных режимах работы
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.1 анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов электроэнергетической системы

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра»,
- «Математика. Математический анализ»,
- «Электротехника»,
- «Электроника»,
- «Электрические машины и аппараты»,
- «Общая энергетика»,
- «Основы электроснабжения».

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

- «Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов»,
- «Основы теории переходных процессов и устойчивости»,

- «Электрические системы и сети»,
- «Электрические станции и подстанции»,
- «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
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	2/ 72	2/ 72
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	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)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	38	38
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Зачет,	Зачет,

### 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) (час)	ЛР (час)	КП/КР (час)	СР (час)
Семестр 9					
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. Основные функции и характеристики релейной защиты Тема 1.4. Типы реле применяемые в релейной защите	2		0		6

<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.</p> <p>Тема 2.2. Преобразование Фурье для анализа электрических сигналов в энергосистемах.</p> <p>Тема 2.3. Обработка измеряемых сигналов в цифровой защите. Частота дискретизации. Разрядность.</p>	3				6
<p>Раздел 3. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите.</p> <p>Тема 3.1 Структура цифровых измерительных органов. Датчики, трансформаторы тока и напряжения.</p> <p>Тема 3.2. Входные и выходные преобразователи дискретных сигналов. Описание работы аналого-цифровых преобразователей.</p> <p>Тема 3.3. Работа реле при насыщении трансформатора тока. Фильтрация в аналогово-цифровых преобразователях сигналов релейной защиты</p> <p>Тема 3.4 Принципы построения и алгоритмизации релейной защиты.</p>	3		4		6
<p>Раздел 4. Интерфейсы релейной защиты протоколы и каналы связи.</p> <p>Тема 4.1 Оптоволоконные каналы передачи информации. Каналы связи ЦРЗ</p> <p>Тема 4.2. МЭК 61850 — международный стандарт для автоматизации подстанций и другие протоколы и стандарты в современной релейной защите и автоматике.</p> <p>Тема 4.3 Modbus, Ethernet RS-485 в интерфейсах релейной защиты</p>	3				6
<p>Раздел 5. Краткие сведения о выключателях и реле и их схемах управления</p> <p>Тема 5.1 Схема управления выключателем с электромагнитным приводом</p> <p>Тема 5.2 Обозначения логических элементов. Монтажная логика и ее основные элементы.</p> <p>Тема 5.3 Типы реле в релейной защиты и автоматики (РЗА). Максимальная токовая защита (МТЗ) и ее разновидности</p> <p>Тема 5.4 Выбор уставок (параметров срабатывания) МТЗ с независимой выдержкой времени. Пример основных этапов расчета уставок токовой защиты</p> <p>Тема 5.5. Времятоковые характеристики</p>	3		10		8
<p>Раздел 6. Виды сложных РЗА.</p> <p>Тема 6.1 Дифференциальная релейная защита. Принцип действия продольной дифференциальной защиты.</p> <p>Тема 6.2 Принцип действия поперечной дифференциальной защиты.</p> <p>Тема 6.3 Сдвиг фаз рабочей и тормозной обмотки</p> <p>Тема 6.4 Принцип действия реле направления мощности.</p>	3		3		6

Итого в семестре:	17		17		38
Итого	17	0	17	0	38

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>Введение в релейную защиту</p> <p>Тема 1.1. Общие термины релейной защиты. 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. 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. Относительная и абсолютная селективность. Коэффициент чувствительности и условия корректного действия защиты.</p> <p>Тема 1.4. Типы реле, применяемые в релейной защите. <i>Демонстрация слайдов</i>. Электромеханические, статические и цифровые устройства РЗА. Классификация реле по роду контролируемой величины, способу включения и способу воздействия на выключатель. Буквенные обозначения основных реле.</p>
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. Датчики, трансформаторы</p>

	<p>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. 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.</p>
4	<p>Раздел 4. Интерфейсы релейной защиты, протоколы и каналы связи</p> <p>Тема 4.1. Оптоволоконные каналы передачи информации. Каналы связи ЦРЗ. <i>Демонстрация слайдов.</i> Аналоговые, дискретные и коммуникационные интерфейсы цифровой релейной защиты. Ethernet, RS-485 и оптические интерфейсы. Назначение оптоволоконных каналов, гальваническая развязка, помехозащищенность и передача данных на большие расстояния.</p> <p>Тема 4.2. МЭК 61850 – международный стандарт для автоматизации подстанций и другие протоколы и стандарты в современной релейной защите и автоматике. <i>Лекция-дискуссия.</i> Назначение стандартов обмена данными в РЗА. МЭК 61850 как стандарт автоматизации подстанций. Интеграция оборудования разных производителей, моделирование данных, обмен сообщениями в реальном времени, сетевое конфигурирование и управление устройствами.</p> <p>Тема 4.3. Modbus, Ethernet, RS-485 в интерфейсах релейной защиты. <i>Лекция с разбором конкретных ситуаций.</i> Назначение протоколов промышленной связи. Modbus для связи с устройствами учета, контроля и управления. Ethernet для связи с системами мониторинга и управления. RS-485 для локальных многоточечных соединений. Обмен командами управления, сигналами состояния и данными мониторинга.</p>
	<p>Раздел 5. Краткие сведения о выключателях и реле и их схемах управления</p> <p>Тема 5.1. Схема управления выключателем с электромагнитным приводом. Назначение выключателей в цепях РЗА. Команды отключения и включения, цепи управления, контроль положения выключателя, связь схем управления с выходными органами защиты.</p> <p>Тема 5.2. Обозначения логических элементов. Монтажная логика и ее основные элементы. <i>Демонстрация слайдов.</i> Контакты, катушки реле, промежуточные и указательные реле, элементы монтажной логики. Построение цепей управления и сигнализации на основе логических условий.</p> <p>Тема 5.3. Типы реле в релейной защите и автоматике (РЗА). Максимальная токовая защита (МТЗ) и ее разновидности. <i>Лекция-беседа.</i> Назначение максимальной токовой защиты. Принцип действия МТЗ при превышении тока срабатывания. Токовая отсечка, защита от перегрузок, область применения МТЗ в</p>



	<p>радиальных сетях и системах электроснабжения.</p> <p>Тема 5.4. Выбор уставок (параметров срабатывания) МТЗ с независимой выдержкой времени. Пример основных этапов расчета уставок токовой защиты. <i>Лекция с разбором конкретной расчетной ситуации.</i> Условия выбора тока срабатывания защиты. Отстройка от максимального рабочего тока, обеспечение чувствительности, согласование защит смежных участков, выбор выдержки времени и проверка селективности.</p> <p>Тема 5.5. Времятоковые характеристики. <i>Управляемая дискуссия.</i> Независимые и зависимые выдержки времени. Ступенчатое согласование защит. Влияние времятоковой характеристики на быстродействие, селективность и резервирование при повреждениях в сети.</p>
6	<p>Раздел 6. Виды сложных РЗА</p> <p>Тема 6.1. Дифференциальная релейная защита. Принцип действия продольной дифференциальной защиты. <i>Лекция с разбором конкретных ситуаций.</i> Дифференциальная защита как защита с абсолютной селективностью. Сравнение токов по концам защищаемого участка или аппарата. Нормальный режим, внешний и внутренний короткие замыкания. Применение для трансформаторов, генераторов, линий, двигателей и шин.</p> <p>Тема 6.2. Принцип действия поперечной дифференциальной защиты. Сравнение токов параллельных элементов защищаемого объекта. Условия возникновения дифференциального тока, область применения поперечной дифференциальной защиты и особенности обеспечения селективности.</p> <p>Тема 6.3. Сдвиг фаз рабочей и тормозной обмотки. <i>Проблемная лекция.</i> Влияние фазовых соотношений токов в рабочей и тормозной обмотках на момент и чувствительность реле. Понятие торможения, ток небаланса, повышение устойчивости защиты при внешних повреждениях и переходных процессах.</p> <p>Тема 6.4. Принцип действия реле направления мощности. <i>Демонстрация слайдов.</i> Назначение реле направления мощности как чувствительного органа, реагирующего на направление потока мощности к месту короткого замыкания. Индукционные и микроэлектронные реле направления мощности. Анализ токов, напряжений, фазовых углов и формирование выходной команды.</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 9				
1	Испытание реле тока	3	3	5
2	Испытание реле напряжения	3	3	5
3	Испытание реле тока с ограниченно-зависимой выдержкой времени	4	4	5
4	Исследование реле сопротивления	3	3	5
5	Расчётно-исследовательское построение максимальной токовой защиты в сети 230/220/110/6 кВ	4	4	2,3,5
Всего		17	17	

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 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	8	8
Домашнее задание (ДЗ)	5	5
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5
Всего:	38	38

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)
	Режимы работы электроэнергетических систем:	5

621.31 Р 33	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.	
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 Э 45	Электрические станции и подстанции : учебное пособие / В. П. Кузьменко, О. Я. Солёная, А. В. Куликовская, С. В. Солёный ; С.-Петерб. 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.	5
<a href="https://e.lanbook.com/book/156460">https://e.lanbook.com/book/156460</a>	Релейная защита и автоматика электрических систем : учебное пособие / составители А. Н. Козлов [и др.]. — 4-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 160 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156460">https://e.lanbook.com/book/156460</a> (дата обращения: 08.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	

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
<a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a>	Методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов по дисциплине размещены <a href="#">внутри ЭИОС ГУАП</a> «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» ( <a href="https://pro.guap.ru/">https://pro.guap.ru/</a> ) разработана сотрудниками ГУАП (введена в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке <a href="https://guap.ru/it/system/iso">https://guap.ru/it/system/iso</a>
3	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» ( <a href="https://guap.ru/">https://guap.ru/</a> ), 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 <a href="https://guap.ru/it/system/iso/po">https://guap.ru/it/system/iso/po</a> )

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
<a href="https://allgosts.ru/27/010/gost_r_59909-2021">https://allgosts.ru/27/010/gost_r_59909-2021</a>	Национальный стандарт РФ «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита и автоматика. Классификация». Доступно авторизованным пользователям

## 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 ПВЭМ для выполнения лабораторных работ и составления отчетов.	31-03 Б.М. (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Стенд «Релейная защита и автоматика»	31-03 Б.М. (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
Зачет	Список вопросов; 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;

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> <li>– правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> <li>– правильно выполнил менее 60% тестовых заданий**.</li> </ul>

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы для зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета

№ п/п	Перечень вопросов для зачета	Код индикатора
1	Определите состав основных элементов релейной защиты и автоматики для заданного присоединения. Укажите назначение измерительного органа, логической части, исполнительного органа и цепей управления выключателем.	ПК-3.Д.6
2	По заданной однолинейной схеме определите параметры объекта, необходимые для выбора устройств РЗА: номинальное напряжение, расчетный ток, коэффициенты трансформации трансформаторов тока и напряжения.	
3	Определите параметры трансформаторов тока и напряжения, необходимые для подключения цифрового терминала РЗА к защищаемому объекту.	

4	Определите параметры входных и выходных цепей цифрового терминала РЗА для заданного объекта защиты и поясните их назначение в структуре устройства.	
5	Рассчитайте базисный ток и базисное сопротивление при заданных базисной мощности и базисном напряжении для последующего приведения параметров сети.	
6	Выполните приведение сопротивления линии электропередачи или трансформатора к заданной ступени напряжения и к относительным единицам.	
7	Составьте схему замещения прямой последовательности для заданного участка электроэнергетической системы в нормальном и аварийном режимах.	
8	Определите результирующее сопротивление схемы относительно заданной точки трехфазного короткого замыкания.	
9	Рассчитайте начальное значение периодической составляющей тока трехфазного короткого замыкания в заданной точке сети.	
10	Определите расчетный ток срабатывания максимальной токовой защиты по условию отстройки от рабочего тока защищаемого элемента.	
11	Определите принятую уставку максимальной токовой защиты и выполните пересчет первичной уставки в уставку реле с учетом коэффициента трансформации трансформатора тока.	
12	Определите выдержки времени последовательно установленных защит с учетом заданной ступени селективности и направления действия защит.	
13	Определите параметры первой и второй ступеней токовой отсечки для линии электропередачи по заданным токам короткого замыкания.	
14	Разработайте перечень основных параметров настройки цифрового терминала РЗА для заданного присоединения с учетом технического задания и нормативно-технической документации.	
15	Постройте карту селективности по заданным токам срабатывания, выдержкам времени и контрольным токам короткого замыкания. Определите параметры координации защит.	
16	Проанализируйте зависимость селективности релейной защиты от токов срабатывания и выдержек времени последовательно установленных защит.	ПК-5.Д.1
17	Проанализируйте, как изменение сопротивления линии электропередачи влияет на ток короткого замыкания и коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты.	
18	Объясните зависимость коэффициента чувствительности защиты от минимального тока короткого замыкания и принятой уставки срабатывания.	
19	Проанализируйте влияние насыщения трансформатора тока на измеряемый ток, точность работы измерительного органа и надежность срабатывания защиты.	
20	Оцените влияние частоты дискретизации аналого-цифрового преобразователя на точность определения амплитуды и фазы измеряемого сигнала.	
21	Проанализируйте влияние разрядности аналого-цифрового преобразователя на динамический диапазон и точность измерений в цифровой релейной защите.	
22	Объясните роль преобразования Фурье в выделении первой гармоники тока и напряжения при обработке сигналов в цифровых устройствах РЗА.	
23	Проанализируйте связь между фазовым углом, активной и реактивной мощностью при применении реле направления мощности.	
24	Сравните независимую, зависимую и ограниченно-зависимую времятоковые характеристики. Укажите, как кратность тока влияет на время срабатывания защиты.	
25	Оцените зависимость времени отключения повреждения от расположения точки короткого замыкания в сети при применении ступенчатых максимальных токовых защит.	

26	Проанализируйте влияние режима работы источников питания, генераторов и станции на распределение токов короткого замыкания по ветвям схемы.	
27	Объясните, как параметры трансформаторов тока и напряжения, а также их погрешности влияют на работу цифрового измерительного органа РЗА.	
28	Проанализируйте влияние каналов связи и интерфейсов цифровых устройств РЗА на функции мониторинга, регистрации событий и управления оборудованием.	
29	Оцените взаимосвязь требований быстродействия, надежности, чувствительности и селективности при выборе настроек защиты.	
30	По заданным контрольным токам и времятоковым характеристикам оцените согласованность защит и выявите возможные нарушения селективности.	

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
<b>1 тип. Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырёх предложенных и обоснованием выбора</b> <i><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</i>		
1	Какое значение коэффициента возврата (кв) реле тока следует принимать при расчёте уставки срабатывания максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени для современных микропроцессорных реле? а) 0,5 б) 0,7 в) 0,85–0,9 г) 0,95–0,98	ПК-3.Д.6
2	Как изменяется время срабатывания МТЗ с зависимой (обратнозависимой) времятоковой характеристикой при увеличении кратности тока короткого замыкания относительно тока уставки? а) Увеличивается прямо пропорционально току б) Уменьшается с ростом тока в) Остаётся постоянным независимо от величины тока г) Изменяется линейно по возрастающей характеристике	ПК-5.Д.1
<b>2 тип. Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из</b>		



№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
<p><b>предложенных и развёрнутым обоснованием выбора</b></p> <p><i><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов</i></p>		
3	<p>Какие параметры необходимо учитывать при выборе уставки срабатывания максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени? Выберите все подходящие варианты:</p> <p>а) Максимальный рабочий ток защищаемой линии</p> <p>б) Коэффициент возврата реле</p> <p>в) Коэффициент самозапуска электродвигателей нагрузки</p> <p>г) Коэффициент трансформации трансформатора тока</p> <p>д) Цвет изоляции силового кабеля</p> <p>е) Коэффициент надёжности (отстройки)</p>	ПК-3.Д.6
4	<p>Какие факторы влияют на возникновение режима насыщения трансформатора тока (ТТ) и искажение вторичного сигнала в системах релейной защиты? Выберите все подходящие варианты:</p> <p>а) Величина первичного тока короткого замыкания</p> <p>б) Апериодическая составляющая тока КЗ</p> <p>в) Сопротивление вторичной нагрузки ТТ</p> <p>г) Длина волны излучения в оптоволоконном канале</p> <p>д) Остаточная намагниченность сердечника ТТ</p> <p>е) Цветовая маркировка зажимов вторичной обмотки</p>	ПК-5.Д.1
<p><b>3 тип. Задание закрытого типа на установление соответствия</b></p> <p><i><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</i></p>		
5	<p>Установите соответствие</p> <p><b>Виды релейной защиты:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальная токовая защита (МТЗ)</li> <li>2. Токовая отсечка (ТО)</li> <li>3. Дифференциальная защита</li> <li>4. Защита минимального напряжения</li> <li>5. Газовая защита трансформатора</li> </ol> <p><b>Основной параметр срабатывания (уставка):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Ток небаланса в плече сравнения</li> <li>б) Ток срабатывания, отстроенный от максимального рабочего тока с учётом коэффициента возврата</li> <li>в) Ток срабатывания, отстроенный от максимального тока КЗ в конце защищаемой зоны</li> <li>г) Скорость газообразования и уровень масла в расширителе</li> </ol>	ПК-3.Д.6

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	е) Уровень напряжения $0,7 \cdot U_{ном}$ с выдержкой времени	
6	<p>Установите соответствие</p> <p><b>Характеристика релейной защиты:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чувствительность</li> <li>2. Селективность</li> <li>3. Быстродействие</li> <li>4. Надёжность</li> </ol> <p><b>Параметр / показатель оценки:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Коэффициент готовности и наработка на отказ</li> <li>б) Коэффициент чувствительности <math>k_{\text{ч}} = I_{\text{к.мин}} / I_{\text{с.з}}</math></li> <li>в) Время от момента возникновения повреждения до момента отключения выключателя</li> <li>г) Способность отключать только повреждённый элемент сети без срабатывания смежных защит</li> <li>д) Коэффициент трансформации измерительных трансформаторов</li> </ol>	ПК-5.Д.1
<p><b>4 тип. Задание закрытого типа на установление последовательности</b></p> <p><i><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</i></p>		
7	<p>Установите последовательность</p> <p><b>Этапы расчёта уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Определение максимального рабочего тока защищаемой линии <math>I_{\text{раб.мах}}</math></li> <li>б) Расчёт первичного тока срабатывания защиты <math>I_{\text{с.з}}</math> с учётом коэффициента отстройки и коэффициента возврата</li> <li>в) Выбор коэффициента трансформации трансформатора тока (КТТ)</li> <li>г) Определение вторичного тока срабатывания реле <math>I_{\text{с.р}} = I_{\text{с.з}} / \text{КТТ}</math></li> <li>д) Проверка коэффициента чувствительности <math>k_{\text{ч}}</math> при минимальном токе КЗ</li> <li>е) Согласование выдержки времени по ступенчатому принципу с защитами смежных участков</li> </ol>	ПК-3.Д.6
8	<p>Установите последовательность</p> <p><b>Этапы обработки аналогового сигнала тока в цифровом терминале релейной защиты:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>а) Преобразование первичного тока во вторичный с помощью трансформатора тока</li> </ol>	ПК-5.Д.1

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	b) Аналоговая фильтрация сигнала (антиэлайсинговый фильтр) c) Дискретизация сигнала во времени с заданной частотой d) Аналого-цифровое преобразование (квантование по уровню) e) Цифровая фильтрация и выделение основной гармоники (преобразование Фурье) f) Сравнение действующего значения с уставкой и формирование логического сигнала срабатывания	
<b>5 тип. Задание открытого типа с развёрнутым ответом</b> <i><b>Инструкция:</b> Прочитайте текст и запишите развёрнутый обоснованный ответ или напишите пропущенное слово/словосочетание</i>		
9	Дайте определение коэффициента чувствительности релейной защиты. Приведите расчётную формулу для МТЗ и укажите минимально допустимые значения коэффициента чувствительности для основной защиты и для резервной защиты согласно ПУЭ.	ПК-3.Д.6
10	Поясните принцип действия продольной дифференциальной защиты силового трансформатора. Раскройте, на каком физическом принципе основано распознавание внутреннего повреждения, и объясните роль тормозной (стабилизирующей) обмотки реле для обеспечения отстройки от токов небаланса в нормальном режиме и при внешних КЗ.	ПК-5.Д.1

Примечание:

Задание 1 типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора:

Полное совпадение с верным ответом – 1 балл.

Неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Задание 2 типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора:

Полное совпадение с верным ответом 1 балл.

Отсутствие минимум одного правильно ответа или полное отсутствует ответа – 0 баллов.

Задание 3 типа на установление соответствия:

Полное совпадение с верным ответом - 1 балл.

Неверное сопоставление ответов или отсутствие ответа – 0 баллов.

Задание 4 типа на установление последовательности:

Полное правильное совпадение очередности ответов - 1 баллом

Нарушение правильного порядка ответов или отсутствие ответа – 0 баллов.

Задание 5 типа с развернутым ответом:

Правильный ответ за задание оценивается - 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:

- Раздел 1. Введение в релейную защиту. Общие термины релейной защиты и автоматики. Назначение РЗА в электроэнергетических системах. Основные элементы релейной защиты: измерительные, логические и исполнительные органы. Требования к релейной защите: селективность, быстродействие, чувствительность, надежность. Типы реле, применяемые в релейной защите;
- Раздел 2. Общие математические принципы построения релейной защиты. Входные и выходные сигналы релейной защиты. Математическое представление

синусоидального переменного тока и напряжения. Векторное отображение электрических величин. Преобразование Фурье для анализа электрических сигналов в энергосистемах. Обработка измеряемых сигналов в цифровой защите. Частота дискретизации и разрядность аналого-цифрового преобразования;

– Раздел 3. Измеряемые величины и критерии измерения, используемые в релейной защите. Ток, напряжение, частота, активная и реактивная мощность, фазовый угол и гармонические составляющие как контролируемые параметры РЗА. Структура цифровых измерительных органов. Датчики, трансформаторы тока и напряжения. Входные и выходные преобразователи дискретных сигналов. Работа аналого-цифровых преобразователей. Влияние насыщения трансформаторов тока и фильтрации сигналов на работу защиты;

– Раздел 4. Интерфейсы релейной защиты, протоколы и каналы связи. Оптоволоконные каналы передачи информации. Каналы связи цифровой релейной защиты. Назначение стандарта МЭК 61850 в системах автоматизации подстанций. Применение Modbus, Ethernet и RS-485 в интерфейсах релейной защиты и автоматики. Передача измерительной, управляющей и диагностической информации между устройствами РЗА;

– Раздел 5. Краткие сведения о выключателях, реле и схемах управления. Схема управления выключателем с электромагнитным приводом. Обозначения логических элементов. Монтажная логика и ее основные элементы. Типы реле в релейной защите и автоматике. Максимальная токовая защита и ее разновидности. Выбор уставок МТЗ с независимой выдержкой времени. Основные этапы расчета уставок токовой защиты. Времятоковые характеристики реле;

– Раздел 6. Виды сложных РЗА. Дифференциальная релейная защита. Принцип действия продольной дифференциальной защиты. Принцип действия поперечной дифференциальной защиты. Сдвиг фаз рабочей и тормозной обмотки. Принцип действия реле направления мощности. Особенности анализа условий срабатывания сложных защит и их согласования с другими устройствами РЗА.

Лекционный материал предоставляется в соответствии с таблицей 4.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

##### Требования к проведению семинаров

*Учебным планом не предусмотрено.*

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

*Учебным планом не предусмотрено.*

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных

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.

Лабораторные работы являются неотъемлемой частью изучения дисциплины и направлены на решение следующих основных задач:

- закрепление и детализацию теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- приобретение навыков исследования характеристик реле тока, реле напряжения, реле времени и реле с ограниченно-зависимой выдержкой времени;
- освоение принципов выбора и проверки уставок максимальной токовой защиты;
- приобретение навыков расчета токов короткого замыкания, проверки чувствительности защит и согласования выдержек времени;
- формирование навыков построения и анализа времятоковых характеристик и карт селективности;
- развитие навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием, измерительными приборами, расчетными схемами, технической и нормативно-технической документацией.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Студенты выполняют лабораторные работы индивидуально или в составе подгрупп по 3–4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающиеся должны

ознакомиться с методическими указаниями, изучить цель работы, исходные данные, схему лабораторной установки или расчетную схему, порядок выполнения работы и требования к отчету.

До начала выполнения лабораторной работы обучающийся получает допуск у преподавателя. Допуск предполагает знание цели работы, основных теоретических положений, порядка выполнения измерений или расчетов, а также правил безопасной работы с лабораторным оборудованием.

В процессе выполнения лабораторной работы обучающиеся должны выполнить заданную последовательность действий, получить экспериментальные или расчетные результаты, провести их обработку, оформить таблицы и графические материалы, сформулировать выводы и защитить отчет. Для расчетно-исследовательских лабораторных работ дополнительно выполняются построение схем замещения, расчет токов короткого замыкания, выбор уставок защит, проверка чувствительности и анализ селективности.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать:

- титульный лист;
- цель работы;
- исходные данные;
- краткие теоретические сведения;
- схему лабораторной установки, расчетную схему или схему замещения;
- порядок выполнения работы;
- результаты измерений и/или расчетов;
- необходимые таблицы, графики, времятоковые характеристики, карты селективности;
- анализ полученных результатов;
- выводы по работе;
- ответы на контрольные вопросы при их наличии.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Оформление лабораторной работы выполняется в соответствии с требованиями отдела нормативной документации ГУАП, представленными на сайте ГУАП.

[http://guap.ru/guap/standart/titl\\_main.shtml](http://guap.ru/guap/standart/titl_main.shtml).

Расчетные формулы должны сопровождаться пояснением используемых величин. При наличии численных расчетов необходимо указывать исходные данные, промежуточные результаты и единицы измерения. Графические материалы, включая времятоковые характеристики, схемы замещения и карты селективности, должны иметь наименование, обозначения осей, единицы измерения и необходимые пояснения. Выводы должны отражать соответствие полученных результатов цели лабораторной работы, корректность выбранных уставок, выполнение требований чувствительности и селективности релейной защиты.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

#### Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

*Учебным планом не предусмотрено.*

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ 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:

– зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. Список вопросов (таблица 16) к промежуточной аттестации утверждается кафедрой и выдается студентам для ознакомления. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации - письменная.

В ходе зачета обучающийся должен показать знание основных понятий релейной защиты и автоматики, требований к РЗА, принципов действия максимальной токовой, дифференциальной и направленной защит, особенностей цифровой обработки сигналов, структуры цифровых терминалов РЗА, а также интерфейсов и каналов связи, применяемых в современных устройствах защиты.

При выполнении расчетной части обучающийся должен уметь определять параметры элементов схемы замещения, рассчитывать токи короткого замыкания, выбирать уставки максимальной токовой защиты, проверять коэффициенты чувствительности, согласовывать выдержки времени и анализировать времятоковые характеристики.

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он демонстрирует понимание основных разделов дисциплины, корректно использует терминологию РЗА, способен объяснить принципы действия изученных защит, выполнить типовые расчеты и обосновать полученные результаты. Оценка «не зачтено» выставляется в случае отсутствия необходимого уровня освоения материала, невыполнения обязательных лабораторных работ, существенных ошибок в расчетах или невозможности объяснить основные принципы работы устройств релейной защиты и автоматики.

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