

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

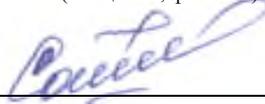
Руководитель образовательной программы

\_\_\_\_\_  
ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_  


(подпись)

«27» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Цифровая релейная защита и автоматика»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.04.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург – 2024



## Аннотация

Дисциплина «Цифровая релейная защита и автоматика» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «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.

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.

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
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»;
- «Цифровое проектирование»;
- «Машинное обучение и анализ данных».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как

самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

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

### 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
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	5	5
<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)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	110	110
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 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 и (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					
Раздел 1. Введение в релейную защиту Тема 1.1. Общие термины цифровой релейной защиты Тема 1.2. Структура цифровых устройств релейной защиты Тема 1.3. Предъявляемые требования к релейной защите Тема 1.4. Основные свойства цифровых защит	4		4		10

Раздел 2. Токовые цифровые защиты Тема 2.1. Построение ступени МТЗ с независимой выдержкой времени Тема 2.2. Использование пусковых и блокирующих сигналов в МТЗ Тема 2.3. Токовая защита обратной последовательности	4		4		32
Раздел 3. Раздел 3. Цифровые дифференциальные защиты Тема 3.1. Особенности построения дифференциальной цифровой защиты Тема 3.2. Дифференциальные защиты на основе сравнения токов Тема 3.3. Дифференциальные защиты с использованием торможения сравниваемыми токами Тема 3.4. Особенности построения дифференциальной цифровой защиты трансформатора	5		5		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	Введение в релейную защиту и автоматику, общие термины, описание основных элементов системы релейной защиты и автоматики, рассмотрение построения релейной защиты с использованием цифровых устройств.
2	Описание токовых цифровых защит. Разбор построения ступени максимальной токовой защиты с независимой выдержкой, токовых защит обратной последовательности. Цифровизация релейной защиты путем управления контроллера цифровых реле подачей сигналов для пуска и блокировки.
3	Цифровые дифференциальные защиты. Рассмотрение основных типов цифровых защит, дифференциальных на основе сравнения токов, торможения сравниваемыми токами. Разбор устройства и работы дифференциальной цифровой защиты трансформатора.
4	Изучение дистанционных защит с цифровыми технологиями. Рассмотрение особенности функционирования дистанционных цифровых защит, энергосистем, ЛЭП, а также разбор электрических характеристик срабатывания дистанционных цифровых защит.

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	«Переключение при выводе в ремонт выключателя и при вводе его в работу после ремонта»	2	2	1
2	«Переключение при выводе оборудования в ремонт и при вводе его в работу после ремонта»	3	3	1
3	«Исследование ступени МТЗ с независимой выдержкой»	3	3	2
4	«Моделирование параметров дифференциальной цифровой защиты трансформатора»	3	3	3
5	«Моделирование дистанционной цифровой защиты административного здания»	3	3	4
7	«Исследование основных характеристик срабатывания дистанционной защиты»	3	3	4
Всего		17	17	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение 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. 7-11.

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)
	А.Л. Ронжин, О.Я. Солёная, В.П. Кузьменко, С.В. Солёный «Режимы работы в электроэнергетических системах», из-за ГУАП СПб, 2019, 93 с.	50
	С.П. Агеев, В.П. Кузьменко, С.В. Солёный, О.Я. Солёная «Электроснабжение объектов отрасли», из-во ГУАП СПб, 2021, 85 с.	50
	В.П. Кузьменко, А.В. Рысин, С.В. Солёный «Релейная защита в электроэнергетических системах», из-во ГУАП СПб, 2022, 91 с.	50
	А.Н. Козлов «Микропроцессорные средства управления в электроэнергетике», из-во АмГУ Благовещенск, 2017, 54 с.	-

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://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»

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
	Не предусмотрено

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
	Не предусмотрено

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	Мультимедийная лекционная аудитория	31-04
2	Специализированная лаборатория «Электроснабжение»	31-03

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся 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> </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> </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> </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
1	1. Типы устройств РЗА. 2. Основные функции РЗ. 3. Вспомогательные функции РЗ. Типы дистанционных защит. 4. Назначение и основные возможности цифровой релейной защиты. 5. Требования к защитным функциям ЦРЗ. 6. Основные требования к защитным функциям РЗА. Чувствительность.	УК-1.В.2

	<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>	
2	<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
3	<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 уравнивательные 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
4	<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 защиты на ее чувствительность?</p> <p>32. Назовите основные достоинства и недостатки максимальной токовой защиты с пуском по напряжению?</p> <p>33. В каких случаях следует использовать реле с эллиптической характеристикой?</p> <p>34. Что такое «основная» и «резервная» зона действия защиты?</p>	ПК-2.Д.2

	35. Сборные шины и ошиновка станций и подстанций. Дифференциальная токовая защита. 36. Как повлияет обрыв в измерительных цепях напряжения на селективность действия защиты?	
5	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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения 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
	<p><b>1. Цифровая релейная защита - это ... ?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Система управления финансами</li> <li>2. Технология защиты электроэнергетических систем с использованием цифровых технологий</li> <li>3. Способ мониторинга маркетинговых данных</li> <li>4. Средство контроля социальных сетей</li> </ol> <p><b>2. Какие из перечисленных причин и последствий относятся к возникновению короткого замыкания в электроэнергетических системах (ЭЭС)? (выберите несколько вариантов ответов)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повреждение изоляции</li> <li>2. Превышение допустимой мощности</li> <li>3. Падение напряжения</li> <li>4. Нарушение работы трансформаторов</li> </ol>	УК-1.В.2

	<p><b>3. Установите соответствие между компонентами системы релейной защиты и их функциями.</b></p> <table border="0"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><b>Компонент системы релейной защиты</b></th> <th style="text-align: center;"><b>Функция</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Трансформатор тока</td> <td>a. Снижение высокого напряжения</td> </tr> <tr> <td>Реле</td> <td>b. Отключение при аварии</td> </tr> <tr> <td>Линейный автомат</td> <td>c. Защита от перегрузок</td> </tr> <tr> <td>Микропроцессорный блок</td> <td>d. Анализ и контроль параметров</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>4. Установите правильную последовательность действий при обнаружении короткого замыкания релейной защитой:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ сигнала</li> <li>2. Срабатывание реле</li> <li>3. Передача сигнала на отключение</li> <li>4. Отключение поврежденного участка сети</li> </ol> <p><b>5. Опишите процесс работы цифровой релейной защиты при возникновении короткого замыкания.</b></p>	<b>Компонент системы релейной защиты</b>	<b>Функция</b>	Трансформатор тока	a. Снижение высокого напряжения	Реле	b. Отключение при аварии	Линейный автомат	c. Защита от перегрузок	Микропроцессорный блок	d. Анализ и контроль параметров	
<b>Компонент системы релейной защиты</b>	<b>Функция</b>											
Трансформатор тока	a. Снижение высокого напряжения											
Реле	b. Отключение при аварии											
Линейный автомат	c. Защита от перегрузок											
Микропроцессорный блок	d. Анализ и контроль параметров											
	<p><b>6. Как используется угол между током и напряжением в уравнении направленной защиты для определения направления потока мощности?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определяет амплитуду тока</li> <li>2. Используется для расчета активной мощности</li> <li>3. Позволяет определить направление потока мощности</li> <li>4. Не используется</li> </ol> <p><b>7. Какие функции выполняют релейные устройства в электроэнергетических системах? (выберите несколько вариантов ответов)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мониторинг состояния сети</li> <li>2. Защита от коротких замыканий</li> <li>3. Контроль температуры окружающей среды</li> <li>4. Снижение уровня шума</li> </ol> <p><b>8. Установите соответствие между этапами проектирования релейной защиты и их описанием.</b></p> <table border="0"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><b>Этап проектирования</b></th> <th style="text-align: center;"><b>Описание</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Анализ требований</td> <td>a. Определение характеристик системы</td> </tr> <tr> <td>Разработка схемы</td> <td>b. Создание структурной схемы</td> </tr> <tr> <td>Тестирование</td> <td>c. Проверка функциональности</td> </tr> <tr> <td>Ввод в эксплуатацию</td> <td>d. Монтаж и настройка оборудования</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Этап проектирования</b>	<b>Описание</b>	Анализ требований	a. Определение характеристик системы	Разработка схемы	b. Создание структурной схемы	Тестирование	c. Проверка функциональности	Ввод в эксплуатацию	d. Монтаж и настройка оборудования	<p>УК-2.3.2, УК-2.В.2</p>
<b>Этап проектирования</b>	<b>Описание</b>											
Анализ требований	a. Определение характеристик системы											
Разработка схемы	b. Создание структурной схемы											
Тестирование	c. Проверка функциональности											
Ввод в эксплуатацию	d. Монтаж и настройка оборудования											

	<p><b>9. Установите последовательность этапов разработки релейной защиты:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка технического задания</li> <li>2. Проектирование схемы</li> <li>3. Изготовление и сборка</li> <li>4. Тестирование и отладка</li> </ol> <p><b>10. Опишите процесс управления проектом разработки релейной защиты на всех этапах его жизненного цикла.</b></p>											
	<p><b>11. Что понимается под чувствительностью в контексте релейной защиты и как она может быть выражена?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Минимальный ток, при котором реле срабатывает</li> <li>2. Максимальное напряжение, которое может выдержать реле</li> <li>3. Скорость отклика реле</li> <li>4. Диапазон частот, на которые реагирует реле</li> </ol> <p><b>12. Какие меры могут повысить надежность работы релейной защиты? (выберите несколько вариантов ответов)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регулярное техническое обслуживание</li> <li>2. Использование высококачественных компонентов</li> <li>3. Установка дополнительных реле</li> <li>4. Повышение рабочей температуры</li> </ol> <p><b>13. Установите соответствие между типами релейной защиты и их характеристиками.</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Тип релейной защиты</th> <th style="text-align: left;">Характеристика</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Максимальная токовая защита</td> <td>a. Отключает при превышении заданного тока</td> </tr> <tr> <td>Дифференциальная защита</td> <td>b. Сравнивает токи в разных точках</td> </tr> <tr> <td>Направленная защита</td> <td>c. Учитывает направление потока мощности</td> </tr> <tr> <td>Временная защита</td> <td>d. Срабатывает через определенное время</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>14. Установите последовательность действий при проектировании релейной защиты:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение требований</li> <li>2. Разработка схемы защиты</li> <li>3. Тестирование системы</li> <li>4. Ввод в эксплуатацию</li> </ol> <p><b>15. Опишите использование программных продуктов для расчета и проектирования объектов релейной защиты.</b></p>	Тип релейной защиты	Характеристика	Максимальная токовая защита	a. Отключает при превышении заданного тока	Дифференциальная защита	b. Сравнивает токи в разных точках	Направленная защита	c. Учитывает направление потока мощности	Временная защита	d. Срабатывает через определенное время	<p>ПК-2.Д.2, ПК-2.Д.3</p>
Тип релейной защиты	Характеристика											
Максимальная токовая защита	a. Отключает при превышении заданного тока											
Дифференциальная защита	b. Сравнивает токи в разных точках											
Направленная защита	c. Учитывает направление потока мощности											
Временная защита	d. Срабатывает через определенное время											

### Система оценивания тестовых заданий

1. **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 оценивается в 1 балл, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
2. **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 оценивается в 1 балл, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
3. **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 оценивается в 1 балл, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
4. **Задание закрытого типа на установление последовательности:** считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается в 1 балл, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
5. **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 или неточность, ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки, ответ неправильный или 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:

- «Введение в релейную защиту»;
- «Токовые цифровые защиты»;
- «Цифровые дифференциальные защиты»;
- «Дистанционные цифровые защиты».

## 11.2. 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](http://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](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

#### 11.3. 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 им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

#### 11.4. 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.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью лабораторных работ, приведенных в таблице 6. Оценивание текущего контроля успеваемости, оценивается по системе зачет/не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля могут учитываться при проведении промежуточной аттестации.

#### 11.5. 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 по результатам текущего контроля успеваемости. Список вопросов (таблица 15) 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.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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