

# Аннотации дисциплин

## Оглавление

<i>Б1.Ч.01 Релейная защита электроэнергетических систем</i> .....	2
<i>Б1.Ч.02 Теория автоматического управления и системы автоматического управления</i> .....	3
<i>Б1.Ч.03 Нормы технологического проектирования РЗА</i> .....	4
<i>Б1.Ч.04 Алгоритмы РЗА и их программная реализация</i> .....	5
<i>Б1.Ч.05 Архитектура микропроцессорных устройств РЗА</i> .....	6
<i>Б1.Ч.06 Методы решения задач оптимизации</i> .....	7
<i>Б1.Ч.07 Применение методов ИИ в электроэнергетике</i> .....	8
<i>Б1.Ч.08 Автоматика электроэнергетических систем</i> .....	9
<i>Б1.Ч.09 Основы кибербезопасности РЗА энергосистем</i> .....	10
<i>Б1.Ч.10.01.01 Моделирование и расчеты переходных процессов</i> .....	11
<i>Б1.Ч.10.01.02 Локальные вычислительные сети и протоколы передачи данных</i> .....	12
<i>Б1.Ч.10.02.01 Общие информационные модели и онтология РЗА энергосистем</i> .....	13
<i>Б1.Ч.10.02.02 Наладка и испытание устройств РЗА соответствующих МЭК 61850</i> .....	14
<i>Б1.Ч.10.03.01 Автоматизированные системы управления технологическими процессами на подстанциях</i> .....	15
<i>Б1.Ч.10.03.02 Применение баз знаний в электроэнергетике</i> .....	16
<i>Б1.Ч.10.04.01 Мультиагентные системы в электроэнергетике</i> .....	17
<i>Б1.Ч.10.04.02 Цифровая обработка сигналов, синхронизированные векторные и гипервекторные измерения</i> .....	18
<i>Б4.Ч.02 Применение ПК PSCAD в электроэнергетике</i> .....	19
<i>Б4.Ч.03 Применение ПАК RTDS в электроэнергетике</i> .....	20

### ***Б1.Ч.01 Релейная защита электроэнергетических систем***

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	1 семестр
Лекции	16 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	24 ч	1 семестр
Курсовые <u>проекты</u> (работы)	72 ч	1 семестр
<u>Экзамены/зачеты</u>	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение принципов выполнения комплексов релейной защиты (РЗ) электроэнергетических систем, технических средств для их реализации, способов расчета параметров устройств РЗ и оценки принимаемых решений.

Основные разделы дисциплины: Общие сведения о релейной защите (РЗ) электроэнергетической системы (ЭЭС). Термины и определения. Режимы работы ЭЭС, учитываемые при выполнении РЗ. Назначение и функции релейной защиты. Требования к устройствам РЗА. Основные виды повреждений в ЭЭС. Векторные диаграммы и расчет токов при различных видах КЗ на линиях и за трансформаторами. Виды токовых защит. Структура токовых защит от КЗ. Трехступенчатые токовые защиты от многофазных КЗ. Максимальная токовая защита. Токовая отсечка без выдержек времени. Неселективная отсечка. Выбор параметров срабатывания и оценка чувствительности. Способы повышения чувствительности токовой защиты. Схемы и общая оценка трехступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ. Токовая направленная защита от многофазных КЗ. Назначение и характеристики реле направления мощности. Токовая направленная защита нулевой последовательности от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью. Защита от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью. Дистанционные защиты. Принцип действия дистанционной защиты. Выбор параметров срабатывания трехступенчатой дистанционной защиты. Оценка чувствительности. Схема трехступенчатой дистанционной защиты. Общая оценка и область применения. Дифференциальные токовые защиты. Назначение. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Выбор тока срабатывания дифференциальной защиты. Дифференциально-фазная и направленная токовые защиты с высокочастотной блокировкой. Защиты трансформаторов (автотрансформаторов). Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Требования к РЗ трансформаторов. Газовая защита. Максимальная токовая защита. Дифференциальная защита трансформатора. Резервные защиты трансформаторов. Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор. Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов. Требования к РЗ генераторов. Основные и резервные защиты генераторов, работающих на сборные шины. Особенности выполнения релейной защиты блоков генератор-трансформатор. Дифференциальная защита шин. Опробование шин. Очувствление дифференциальной защиты шин. Логическая защита шин. Резервирование отказа выключателей. Релейная защита элементов собственных нужд электростанций. Защита на вводных выключателях. Основные и резервные защиты трансформаторов собственных нужд. Защита электродвигателей.

## ***Б1.Ч.02 Теория автоматического управления и системы автоматического управления***

Трудоемкость в зачетных единицах:	4 з.е.	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	1 семестр
Лекции	32 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	44 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр
Экзамены/зачеты	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления

Основные разделы дисциплины:

Общие теоретические положения: Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР). Методы математического описания элементов и систем автоматического управления. Методы математического описания элементов и систем автоматического управления.

Структурные схемы аналоговых и цифровых АСР, их описание: Типовые звенья аналоговых и цифровых АСР, их уравнения и основные характеристики: временные и частотные, логарифмические частотные характеристики. Соединение типовых звеньев, получение эквивалентных передаточных функций и их характеристик.

Преобразование структурных схем: Разомкнутые и замкнутые АСР, их передаточные функции. Преобразование многоконтурных схем в одноконтурные. Статические и астатические АСР. Коэффициенты статизма.

Основы теории устойчивости функционирования АСР: Уравнения движений АСР. Понятие статической и динамической устойчивости. Необходимое и достаточное условие статической устойчивости. Методы анализа устойчивости. Метод Д-разбиения по одному и двум параметрам. Простейшие способы коррекции неустойчивых систем, параллельная и последовательная коррекция.

Качество процесса регулирования: Основные характеристики процесса регулирования и параметры переходного процесса. Корневые и частотные методы оценки качества переходных процессов. Коррекция АСР для получения нужного качества переходного процесса.

Характеристики регулируемых объектов и регуляторов: Типы регулируемых объектов и регуляторов электроэнергетических систем. Синтез систем автоматического управления. Законы регулирования, передаточные функции и свойства регуляторов.

### **Б1.Ч.03 Нормы технологического проектирования РЗА**

Трудоемкость в зачетных единицах:	3 з.е.	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	16 ч	2 семестр
Лабораторные работы	Учебным планом не предусмотрены	2 семестр
Самостоятельная работа	58 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	2 семестр
Зачет	18 ч	2 семестр

Цели дисциплины: изучение основных правил разработки проектной и рабочей документации по релейной защите и автоматике.

Основные разделы дисциплины:

1. Стадии проектирования. Основные стадии проектирования, назначение, последовательность, основные исходные данные для проектирования.
2. Основные разделы рабочей документации. Основные разделы рабочей документации в соответствии со структурой комплекса вторичного оборудования подстанции. Раздел РЗА и основные виды томов, входящих в его состав.
3. Назначение, содержание, основные отличительные характеристики томов рабочей документации. Назначение, содержание, основные отличительные характеристики томов задания заводу, принципиальных схем, параметрирования МП устройств, кабельного журнала, схем подключения, полных схем и исполнительных схем.
4. Система оперативного постоянного тока подстанции. Система оперативного постоянного тока подстанции, необходимость использования, основные потребители, способ построения.
5. Распределение оборудования РЗА на подстанции. ЛВС. Разделение оборудования РЗА подстанции на шкафы в соответствии с нормативной документацией, документация, характеризующая шкафы релейной защиты. ЛВС подстанции.
6. Входная и выходная информация для МП терминалов РЗА. Протоколы передачи данных. Входная аналоговая и входная и выходная дискретная информация устройств РЗА, способы передачи, виды передаваемых сигналов. Способы взаимодействия. Взаимодействие по протоколам передачи данных. Различные протоколы передачи данных, используемых на ПС.
7. Привод выключателя. Основные защиты, реализованные в схеме привода выключателя. Схема привода выключателя. Объем сигналов, поступающий от привода в МП терминал АУВ. Основные защиты, реализованные в схеме привода выключателя, логика их работы. Вспомогательное и технологическое оборудование силового выключателя, объем сигналов его технологической сигнализации.
8. Анализ комплекса РЗА АУВ, комплексов РЗА ВЛ, РЗА шин и РЗА АТ. Основные функции, объем взаимодействия устройств РЗА с РЗ других элементов, количество комплексов РЗА, входная и выходная информация для МП устройств РЗА каждого комплекса.
9. УРОВ. АПВ/ОАПВ. Комплекс РЗА НН. УРОВ, способы реализации, особенности УРОВ СВН. АПВ/ОАПВ, виды, принципы работы, способы реализации. Основные функции РЗА НН, объем взаимодействия устройств, логика работы комплекса.

#### ***Б1.Ч.04 Алгоритмы РЗА и их программная реализация***

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4 з.е.</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>32 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>16 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>16 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>26 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>36 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Экзамены/зачеты</b>	<b>18 ч</b>	<b>2 семестр</b>

Цель дисциплины: изучение аппаратной платформы и алгоритмического обеспечения микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики (МПРЗА); изучение систем релейной защиты и автоматики, выполненных на основе МПРЗА.

#### Основные разделы дисциплины

Общие принципы реализации функций РЗА в микропроцессорных терминалах. Алгоритмы предварительной обработки информации.

Алгоритмы измерительных органов. Особенности реализации алгоритмов РЗА. Система ввода аналоговых сигналов. Построение систем микропроцессорных защит. Особенности алгоритмов микропроцессорных защит в сети 6-35 кВ. Особенности алгоритмов микропроцессорных защит в сети 110-220 кВ. Особенности алгоритмов микропроцессорных защит в сети 330-750 кВ. Алгоритмы предварительной обработки дискретных сигналов. Вопросы эксплуатации микропроцессорных защит.

### ***Б1.Ч.05 Архитектура микропроцессорных устройств РЗА***

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 з.е.</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>16 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>32 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>24 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>Учебным планом не предусмотрены</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Экзамены/зачеты</b>	<b>36 ч</b>	<b>2 семестр</b>

Цель дисциплины: изучение принципов построения микропроцессорных устройств релейной защиты (МП РЗА).

#### Основные разделы дисциплины

Основы Булевой алгебры. Терминология. Дизъюнктивная форма. Конъюнктивная форма. Аксиомы Булевой алгебры. Теоремы одной переменной. Теоремы с несколькими переменными. Виды вычислительных ядер. Контроллеры общего назначения. Цифровые сигнальные процессоры. Программируемые логические интегральные схемы. Интерфейсы передачи данных. SPI, I2C, USART, CAN. Микроэлектронная элементная база Сдвиговый регистр. Микросхемы АЦП, ЦАП, мультиплексоры. Измерительные преобразователи аналоговых электрических величин. Входные преобразователи аналоговых сигналов с промежуточным ТН. Входные преобразователи аналоговых сигналов с промежуточным ТТ. Бестрансформаторные входные преобразователи аналоговых сигналов. Цифровая обработка сигналов. Реализация фильтров Фурье. Реализация вейвлет фильтров.

### ***Б1.Ч.06 Методы решения задач оптимизации***

Трудоемкость в зачетных единицах:	3	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	учебным планом не предусмотрены	2 семестр
Лабораторные работы	16 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	40 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	учебным планом не предусмотрены	2 семестр
Экзамен	36 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение подходов к решению различных типов задач оптимизации на базе математических алгоритмов

#### Основные разделы дисциплины

Задачи оптимизации. Понятия «задача оптимизации», основная терминологии, видов и подходов к решению таких задач. Область применения задач оптимизации. Одномерные задачи минимизации функций. Методы, использующие только значения функции и не требующие вычисления ее производных. Понятие производной и ее программная реализация. Применение производной для решения задач оптимизация. Метод средней точки. Метод хорд. Метод Ньютона. Понятие многомерной минимизации. Общие принципы многомерной минимизации. Программная реализация метода градиентного спуска. Типы задач, для которых применяет метод градиентного спуска. Проблема минимизации многомерных задач. Минимизация функций по правильному (регулярному) симплексу. Метод Хука – Дживса. Реализация метода Хука – Дживса. Понятия генетического алгоритма, его основные принципы и свойства. Область применения генетического алгоритма. Программная реализация генетического алгоритма

### ***Б1.Ч.07 Применение методов ИИ в электроэнергетике***

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>16 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>16 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>40 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>72 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36 ч</b>	<b>3 семестр</b>

Цель дисциплины: изучение принципов работы алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) и программных комплексов на их основе с учетом их применимости в электроэнергетике.

#### Основные разделы дисциплины

Формальная постановка задач МО. Метрические и линейные методы классификации и регрессии. Решающие деревья, композиции алгоритмов и обучение без учителя. Нейронные сети прямого распространения. Глубокие нейронные свёрточные сети. Рекуррентные нейронные сети. Обучение с подкреплением. Программные комплексы и библиотеки для разработки систем с использованием ИИ. Библиотеки Numpy и TensorFlow для работы с матрицами в Python. Библиотеки реализующие механизмы машинного обучения: Scikit-learn, Keras. Наборы программных компонент для визуализации данных Matplotlib, Seaborn. Виды ИИ. Задачи в электроэнергетике, решаемые с помощью ИИ. Классификация задач в электроэнергетике. Постановка задач, решаемых с помощью ИИ. Задачи классификации нарушений. Задачи оценки состояния оборудования. Описание объектов и ответов. Метод k ближайших соседей. Метод окна Парзена. Оценка качества модели. Кросс-валидация. Линейная модель классификации. Стохастический градиентный спуск. Метод опорных векторов. Метод опорных векторов для нелинейного случая. Проблема переобучения. Регуляризация. AUC, ROC кривые. Решающее дерево. Композиции алгоритмов. Бэггинг. Случайный лес. Градиентный бустинг. Градиентный бустинг над решающими деревьями. Работа с текстовыми данными. TF-IDF. Анализ и предварительная обработка данных. Обучение без учителя. Кластеризация k-средних. Агломеративная кластеризация. DBSCAN. Частичное обучение. Нейронные сети. Системы на базе машинного обучения. Понятие нейронных сетей (НС). Механизмы обучения нейронных сетей. Подготовка данных для обучения НС. Переобучение НС. Глубокое обучение. Нейронные сети. Простая нейронная сеть в Keras. Улучшение НС: добавление скрытых слоев, прореживание, увеличение числа периодов, управление скоростью обучения. Увеличение числа нейронов в скрытых слоях, увеличение размера пакета. Обзор Keras. Готовые слои нейронных сетей. Функции активации. Функции потерь. Показатели качества. Оптимизаторы. Обратное распространение ошибки. Глубокое обучение с применением сверточных сетей. Погружения слов (word2vec, GLoVe). Распределенные представления. Рекуррентные нейронные сети. Простые ячейки РНС. Топологии РНС. Исчезающий и взрывной градиент. LSTM. GRU. Двухнаправленные РНС. РНС с запоминанием состояния. Обучение с подкреплением. Максимизация будущих вознаграждений. Q-обучение. Глубокая Q-сеть как Q-функция. Исследование и использование. Воспроизведение опыта. Порождающие состязательные сети. Использование GPU для ускорения обучения.



### ***Б1.Ч.08 Автоматика электроэнергетических систем***

Трудоемкость в зачетных единицах:	5	1 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	1 семестр
Лекции	32 ч	1 семестр
Практические занятия	16 ч	1 семестр
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр
Самостоятельная работа	80 ч	1 семестр
Курсовые проекты (работы)	учебным планом не предусмотрены	1 семестр
Экзамен	36 ч	1 семестр

Цель дисциплины: изучение назначений, требований, принципов действия и построения алгоритмов функционирования устройств режимной, сетевой и противоаварийной автоматики.

#### Основные разделы дисциплины

Классификация релейной защиты и автоматики. Особенности взаимодействия различных видов автоматических устройств и комплексов релейной защиты и автоматики. Устройства сетевой автоматики. Автоматическое повторное включение. Требования к схемам автоматического повторного включения. Схема автоматического повторного включения однократного действия для линии с односторонним питанием. Расчет параметров настройки. Особенности выполнения схем автоматического повторного включения для линий с двухсторонним питанием. Расчет параметров настройки. Автоматический ввод резерва. Виды, назначение, область применения. Требования к схемам автоматического ввода резерва. Автоматика опережающего деления сети. Устройства режимной автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. Обзор технических средств, позволяющих регулировать напряжение и реактивную мощность в ЕЭС России. Классификация систем возбуждения синхронных генераторов. Назначение, область применения, принцип действия. Сравнение. Принципы построения автоматических систем регулирования. Автоматическое регулирование возбуждением системы возбуждения синхронных генераторов. Назначение, принцип действия, характеристики схемы компаундирования, корректора напряжения и компаундирования с двухсистемным корректором напряжения. Функциональная схема автоматического регулятора возбуждения сильного действия. Принципы распределение реактивных мощностей между двумя и более параллельно работающими генераторами. Автоматика регулирования коэффициента трансформации трансформатора. Принцип действия. Функциональная схема. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности. Баланс мощности в энергосистеме. Первичное, вторичное и третичное регулирование частоты. Устройства противоаварийной автоматики. Автоматическое ограничение снижения частоты. Назначение, область применения. Принцип действия. Расчет параметров настройки. Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. Включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью. Способы включения. Устройства точной автоматической синхронизации с постоянным углом и временем опережения. Требования. Характеристики. Расчет параметров настройки автоматических устройств точной синхронизации с постоянным временем и углом опережения.

### ***Б1.Ч.09 Основы кибербезопасности РЗА энергосистем***

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4 з.е.</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>32 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>16 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>16 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>44 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>учебным планом не предусмотрены</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36 ч</b>	<b>3 семестр</b>

Цель дисциплины: изучение различных криптографических способов защиты информации устройств релейной защиты и автоматики. Изучение типов и алгоритмов шифрования микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики. Изучение программно-технических мер защиты информации микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

#### Основные разделы дисциплины

«Информационная безопасность». Доступность, целостность, конфиденциальность, угроза и атака. Маскировка, регламентация, принуждение и побуждение. Физические, программные и аппаратные средства. Безопасность данных и технологический контроль Криптография с симметричными ключами. Криптография с открытыми ключами. Шифрование. Доверие к открытому ключу и цифровые сертификаты. Программно-технические меры защиты информации. Программная защита информации устройств РЗА. Встроенные средства защиты информации. Антивирусная программа (антивирус). Специализированные программные средства защиты информации от несанкционированного доступа Межсетевые экраны. Proxy-servers (проxy — доверенность, доверенное лицо). VPN (виртуальная частная сеть). Используемые технологии: PPTP, PPPoE, IPSec. Техническая защита информации устройств РЗА. Технические каналы утечки информации (ТКУИ) и их характеристики; утечка речевой информации. Акустика, виброакустика, акустоэлектропреобразование, высокочастотное навязывание и облучение; утечка информации за счет побочных электромагнитных излучений и наводок. Эфир, токопроводящие материалы, высокочастотное навязывание и облучение.

### ***Б1.Ч.10.01.01 Моделирование и расчеты переходных процессов***

Трудоемкость в зачетных единицах:	3 з.е.	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	58 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	18 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение методов вычисления токов и напряжений при повреждениях в электрической системе для выбора параметров устройств релейной защиты и анализа их функционирования.

#### Основные разделы дисциплины

1. Основные положения метода симметричных составляющих. Симметричные составляющие и их свойства. Разложение несимметричной трехфазной системы величин на симметричные составляющие. Свойства симметричного и несимметричного элементов в отношении симметричных составляющих. Фундаментальная система уравнений для обобщенной поперечной несимметрии.

2. Расчетные выражения для токов и напряжений при простейших несимметриях и в сложно-несимметричных режимах. Расчетные выражения и векторные диаграммы для токов и напряжений при однофазном КЗ на землю, КЗ между двумя фазами и двухфазном КЗ на землю. Правило эквивалентности прямой последовательности. Расширенная схема прямой последовательности. Направление и распределение мощностей для отдельных последовательностей при КЗ и разрывах. Основные методы расчета сложных видов повреждений.

3. Схемы замещения в симметричных координатах для отдельных элементов электрической системы. Двухобмоточные и трехобмоточные трансформаторы. Удельные продольные параметры линий – двухпроводной вдали от земли, однофазной линии провод-земля. Сопротивление взаимоиндукции между двумя линиями провод-земля. Удельные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей трехфазной ЛЭП без грозозащитного троса, а также при его наличии и многократном заземлении. Схемы замещения одиночных коротких и длинных ЛЭП. Схемы замещения параллельных ЛЭП при учете взаимоиндукции между линиями.

4. Методы расчета на ПЭВМ токов и напряжений при коротких замыканиях в электрической системе. Основные этапы решения задачи. Сетевой подход к составлению схем замещения. Представление сетевых схем в виде многополюсников и формирование на их основе обобщенных параметров в форме Z и Y. Матрица узловых сопротивлений и ее использование для расчета распределения токов и напряжений в нагруженном режиме и расчета схемы дополнительного режима. Матрица узловых проводимостей и ее использование для расчета схемы дополнительного режима, а также получения эквивалентов сетевых схем.

***Б1.Ч.10.01.02 Локальные вычислительные сети и протоколы передачи данных***

Трудоемкость в зачетных единицах:	3 з.е.	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	108 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	58 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	18 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение принципов проектирования локальных вычислительных сетей с использованием различных протоколов передачи данных.

Основные разделы дисциплины

1. Теоретические основы компьютерных сетей

Базовые понятия сетевых технологий. Многообразие компьютерных сетей. Эталонная модель взаимодействия открытых систем.

2. Модель OSI. Нижние уровни

Эталонная модель OSI. Аппаратура локальных сетей.

3. Модель OSI. Верхние уровни

Стандартные сетевые протоколы. Стандартные сетевые программные средства. Одноранговые сети. Сети на основе сервера.

4. Стек протоколов TCP/IP

Протокол IP. Маршрутизация. Частные и публичные IP-адреса. Использование доменных имен. Протокол IPv6.

5. Управление сетями TCP/IP

Динамическая настройка узлов при помощи DHCP. Настройка сервера общего доступа к Интернету. Межсетевой экран. Удаленные подключения VPN. Утилиты стека протоколов TCP/IP.

### ***Б1.Ч.10.02.01 Общие информационные модели и онтология РЗА энергосистем***

Трудоемкость в зачетных единицах:	2 з.е.	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	0 ч	2 семестр
Лабораторные работы	16 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	22 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	учебным планом не предусмотрены	2 семестр
Экзамены/зачеты	18 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение основных понятий и принципов создания информационных моделей и построения онтологий, а также приобретение практических навыков в формализации знаний и информации в области релейной защиты и автоматики для дальнейшего применения полученных структур в вычислительных комплексах.

#### Основные разделы дисциплины

Информационные модели. Необходимость применения и решаемые задачи. Основные определения и термины. Информационные модели. Классификация: описательные и формальные информационные модели. Хромотические информационные модели. Типы информационных моделей по характеру запросов. Информационные модели в информатике. Онтологии. Типы и примеры онтологий. Необходимость применения и решаемые задачи. Основные определения и термины. Логический вывод и продукции. Экспертные системы. Системы поддержки принятия решений. Семантические сети. Графовое и табличное представление. Построение и оптимизация онтологий. Формализация онтологий. Введение в UML. Основные диаграммы. Диаграммы классов и их практические приложения. Языки онтологического описания XML, RDF и OWL. Язык запросов SPARQL. Редактор онтологий Protégé. Назначение и функциональные возможности. Онтологии и мультиагентные архитектуры. Самообучение. Расширение онтологий в процессе развития системы. Реализация онтологий на практике. Управление в социальных и экономических системах. Онтология релейной защиты. Пример практической реализации. Развитие онтологий в цифровой экономике. Интернет вещей. Машинное зрение. Текстопонимание. Нейросетевые информационные модели сложных инженерных систем. Дескрипционная логика. Программная реализация оптимизационных методов для решения соответствующих задач. Инструменты и языки программирования, применяемые для построения информационных моделей и онтологий. Создание онтологий (базы знаний) в программном комплексе Protégé. Формирование запросов к онтологии в Protégé с применением дескрипционной логики. Визуализация структуры и запросов полученной онтологии в Protégé.

### ***Б1.Ч.10.02.02 Наладка и испытание устройств РЗА соответствующих МЭК 61850***

Трудоемкость в зачетных единицах:	2 з.е.	2 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	2 семестр/ы
Лекции	16 ч	2 семестр/ы
Практические занятия	Учебным планом не предусмотрены	2 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	2 семестр/ы
Самостоятельная работа	22 ч	2 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	2 семестр/ы
Экзамены/зачеты	18 ч	2 семестр/ы

Цели дисциплины: изучение стандарта МЭК 61850 и архитектуры построения комплекса РЗА в соответствии со стандартом МЭК 61860.

Основные разделы дисциплины:

1. Основы промышленных ЛВС и стандарта МЭК 6185. Общая информация о курсе «МЭК 61850». Состав курса, организационные мероприятия. Введение в стандарт МЭК 61850: Состав и содержание стандарта МЭК 61850. Инфраструктура сети Ethernet. Применение протоколов резервирования при проектировании сетей Ethernet систем РЗА ЦПС. Способы управления информационными потоками данных в сетях Ethernet. Сервисы и протоколы передачи данных, описываемые стандартом. Абстрактные сервисы передачи данных. Протокол GOOSE. Протокол MMS. Протокол SV.

2. Виды конфигурационных файлов МЭК 61850. Применение отчетов. Модель управления МЭК 61850. Виды файлов на языке SCL и подходы к конфигурированию устройств. Стандартизированные форматы файлов для обмена информацией (SSD, ICD, SCD, CID и др.). Примеры файлов и их содержания. Этапы процедуры конфигурирования устройств. Буферизируемые и небуферизируемые отчеты. Журналы событий. Назначение. Структура и параметры управляющего блока передач журналов событий. Модель управления группами уставок и модель передачи файлов согласно МЭК 61850.

3. Теоретические сведения о протоколе GOOSE. Наладка информационного обмена данными по протоколу GOOSE. Технические особенности передачи сообщений по протоколу GOOSE. Структура Ethernet кадра сообщения. Состав GOOSE сообщения. Кодирование сообщения по BER.

4. Использование протокола МЭК 61850-9-2. МЭК 61850-9-2 – спецификация Light Edition. Шина процесса согласно МЭК 61850. Структура кадра согласно МЭК 61850-9-2LE. Информационная модель согласно МЭК 61850-9-2LE. Синхронизация устройств сопряжения с шиной процесса по времени. Структура файлов SCL. Примеры. Обзор первичного и вторичного оборудования с поддержкой протокола МЭК 61850-9-2/9-2LE. Пример параметрирования устройств сопряжения с шиной процесса/эмуляторов и устройств РЗА с интерфейсом МЭК 61850-9-2LE. Практическое занятие по параметрированию устройств РЗА для работы на шине процесса.

5. Вопросы проектирования РЗА с использованием МЭК 61850. Проектирование систем РЗА и АСУТП на основе протокола МЭК 61850. Пример проекта комплекса РЗА на основе стандарта МЭК 61850. Связь РЗА и АСУТП с использованием протокола МЭК 61850.

**Б1.Ч.10.03.01 Автоматизированные системы управления технологическими процессами на подстанциях**

Трудоемкость в зачетных единицах:	4 з.е.	2 семестр
Часов (всего) по учебному плану:	144 ч	2 семестр
Лекции	16 ч	2 семестр
Практические занятия	32 ч	2 семестр
Лабораторные работы	16 ч	2 семестр
Самостоятельная работа	62 ч	2 семестр
Курсовые проекты (работы)	-	-
Экзамены/зачеты	18 ч	2 семестр

Цель дисциплины: изучение принципов организации локальных вычислительных сетей (ЛВС) и протоколов передачи данных электроэнергетических объектов.

Основные разделы дисциплины

В состав дисциплины входят семь разделов:

1. Назначение и цели создания АСУТП подстанций. Место АСУТП в интегрированной автоматизированной системе управления предприятием. Стадии создания АСУТП.
2. Объекты управления АСУТП подстанций. Основное оборудование подстанций. Инженерное оборудование. Системы видеонаблюдения, связи и контроля доступа.
3. Функции АСУТП подстанций. Требования к АСУТП подстанций. Информационные функции АСУТП. Управляющие функции АСУТП. Вспомогательные (сервисные) функции АСУТП.
4. Архитектура АСУТП подстанций. Структура ПТК АСУТП. Локальная вычислительная сеть АСУТП. Датчики и исполнительные механизмы. Программируемые логические контроллеры.
5. Взаимодействие АСУТП со смежными подсистемами: ПА, РЗА, АИИСКУЭ, инженерные подсистемы. Протоколы передачи данных в АСУТП.
6. Стандарт МЭК 61850. Построение систем автоматизации на подстанции в соответствии с требованиями стандартов МЭК 61850. Шина станции и шина процесса. Цифровая подстанция.
7. Вопросы безопасности АСУТП. Уязвимости ПТК АСУТП и способы обеспечения кибербезопасности. Асимметричное шифрование. Инфраструктура открытых ключей.

### ***Б1.Ч.10.03.02 Применение баз знаний в электроэнергетике***

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4 з.е.</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>16 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>32 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>16 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>62 ч</b>	<b>2 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Экзамены/зачеты</b>	<b>18 ч</b>	<b>2 семестр</b>

Цель дисциплины: изучение основных понятий и принципов создания информационных моделей и построения баз знаний, а также приобретение практических навыков в формализации знаний и информации в области релейной защиты и автоматики для дальнейшего применения полученных структур в вычислительных комплексах.

Основные разделы дисциплины: Информационные модели. Необходимость применения и решаемые задачи. Основные определения и термины. Онтологии. Базы знаний. Необходимость применения и решаемые задачи. Основные определения и термины. Информационные модели. Классификация: описательные и формальные информационные модели. Хромотические информационные модели. Типы информационных моделей по характеру запросов. Определение семантики данных для проблемной области. Онтологии в информатике. Отличительные особенности и требования к реализации. Основные элементы онтологий. Экземпляры (индивиды). Объекты. Классификация объектов. Понятия (классы). Таксономия в онтологиях. Атрибуты. Типы данных и хранение информации. Отношения. Классификация взаимосвязей между объектами в онтологиях. Специальные (предметно-ориентированные) онтологии. Общие онтологии. Глоссарий, тезаурус. Языки описания онтологий. OWL. Редакторы онтологий. Базы знаний. Особенности, правила, семантика. Применение. Требования к информации в базах знаний. Достоверность. Релевантность. Автоматическое доказательство. Доказательство заключения. Интроспекция. Машинное обучение. Дескрипционная логика. Программная реализация оптимизационных методов для решения соответствующих задач. Инструменты и языки программирования, применяемые для построения информационных моделей и онтологий. Создание онтологий (базы знаний) в программном комплексе Protégé. Формирование запросов к базе знаний в Protégé на основе с применением дескрипционной логики. Визуализация структуры и запросов полученной базы знаний в Protégé.



### ***Б1.Ч.10.04.01 Мультиагентные системы в электроэнергетике***

<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 з.е.</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Лекции</b>	<b>32 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>16 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>16 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>80 ч</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Курсовые проекты (работы)</b>	<b>учебным планом не предусмотрено</b>	<b>3 семестр</b>
<b>Экзамен</b>	<b>36 ч</b>	<b>3 семестр</b>

Цель дисциплины: изучение назначений, требований, принципов действия и построения алгоритмов функционирования мультиагентных систем

#### Основные разделы дисциплины

Интеллектуальные системы управления в электроэнергетике. Основные понятия и определения мультиагентных систем, свойства и особенности. Области применения мультиагентных систем. Взаимодействие агентов. Сервисы в мультиагентных системах. Сервис AMS, сервис DF. Архитектура мультиагентных систем. Платформы и контейнеры MAS. Конечный автомат как основа модели поведения агента. Среда разработки JADE. Разработка интеллектуального агента в среде JADE. Описание коммуникации между агентами в среде JADE. Семантические агенты. Интеллектуальные агенты с поддержкой BDI-модели поведения. Язык FIPA, типы сообщений, передаваемые агентами. Коммуникационные протоколы FIPA. Разработка собственных коммуникационных протоколов агентов. Распознавание агентов. Язык XML. Использование XML для задания данных агента. Типы поведений в среде JADE. Составные поведения для создания сложных задач. Разработка составных поведений агентов в виде конечного автомата в среде JADE. Стратегии поведения агентов: координация, дискуссия, динамическое создание коалиций и др. Механизмы оптимизации действий агента. Элементы теории игр в мультиагентных системах. Алгоритмы аукционов как инструмент для нахождения оптимального решения. Тестирование программных агентов.

**Б1.Ч.10.04.02 Цифровая обработка сигналов, синхронизированные векторные и гипервекторные измерения**

Трудоемкость в зачетных единицах:	5 з.е.	3 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	180 ч	3 семестр/ы
Лекции	32 ч	3 семестр/ы
Практические занятия	16 ч	3 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	3 семестр/ы
Самостоятельная работа	80 ч	3 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	3 семестр/ы
Экзамены/зачеты	36 ч	3 семестр/ы

Цель дисциплины: изучение принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления, обеспечивающее магистру возможность осуществлять профессиональную деятельность

Основные разделы дисциплины

1. Общие теоретические положения. Дискретные сигналы и системы. Дискретизация аналоговых сигналов. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование сигналов. Основные характеристики. Примеры реализации в МатЛабе.

2. Преобразования дискретных сигналов. Z-преобразование. Виды преобразований Фурье, их описание. Разложение в ряд Фурье. Комплексный ряд Фурье. Практическое применение разложения в ряд Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Ортогональные преобразования. Оконные преобразования: Фурье и другие. Преобразование Гильберта-Хуанга. Примеры реализации в МатЛабе.

3. Цифровые фильтры. Свойства и реализация цифровых фильтров. Виды фильтров: рекурсивные и нерекурсивные, с бесконечной и конечной импульсной характеристикой. Преобразование фильтров. Анализ и синтез. Примеры реализации в МатЛабе.

4. Спектральный анализ линейных систем. Статистические подходы к анализу сигналов. Непараметрические спектральные методы анализа. Параметрические спектральные методы анализа. Стохастические модели и процессы. Авторегрессионные модели процессов. Примеры авторегрессионных спектральных оценок параметров сигналов. Сингулярный спектральный анализ. Эмпирическая декомпозиция сигналов. Примеры реализации в МатЛабе.

5. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты и преобразование Фурье. Виды вейвлетов, их свойства, применение. Прямое и обратное дискретное вейвлет-преобразование (ДВП). Ортогональные пары вейвлетов. Декомпозиция и восстановление дискретных сигналов. Применение вейвлетов для дещумизации и сжатия дискретных сигналов. Примеры реализации в МатЛабе.

6. Синхронизированные векторные измерения. Основные понятия и требования. Оценка параметров синхронизированного вектора при номинальной частоте входного сигнала. Оценка параметров синхронизированного вектора при ненормальной частоте входного сигнала. Применение синхронизированных векторов

#### **Б4. Ч.02 Применение ПК PSCAD в электроэнергетике**

Трудоемкость в зачетных единицах:	2 з.е.	1 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	1 семестр/ы
Лекции	16 ч	1 семестр/ы
Практические занятия	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	1 семестр/ы
Самостоятельная работа	22 ч	1 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	1 семестр/ы
Экзамены/зачеты	18 ч	1 семестр/ы

Цель дисциплины: формирование у магистров навыков моделирования алгоритмов РЗА с использованием программного комплекса PSCAD.

Основные разделы дисциплины.

Моделирование алгоритмов РЗА с использованием программного комплекса PSCAD:

1. Обзор элементов моделирования электроэнергетических систем в PSCAD;
2. Использование элементов отображения информации и элементов воздействия на ход симуляции;
3. Моделирование трехступенчатой токовой защиты воздушной линии от междуфазных КЗ;
4. Моделирование дифференциальной защиты трансформатора;
5. Создание собственных элементов;
6. Моделирование дистанционной защиты линии.

#### **Б4. Ч.03 Применение ПАК RTDS в электроэнергетике**

Трудоемкость в зачетных единицах:	2 з.е.	2 семестр/ы
Часов (всего) по учебному плану:	72 ч	2 семестр/ы
Лекции	16 ч	2 семестр/ы
Практические занятия	Учебным планом не предусмотрены	2 семестр/ы
Лабораторные работы	16 ч	2 семестр/ы
Самостоятельная работа	22 ч	2 семестр/ы
Курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены	2 семестр/ы
Экзамены/зачеты	18 ч	2 семестр/ы

Цель дисциплины: формирование у магистров профессиональных компетенций в области применения стандарта МЭК 61850 в электроэнергетике.

Основные разделы дисциплины.

1. Информационное и лингвистическое обеспечение АСУТП подстанций. Принципы классификации и кодирования информации;
2. Особенности организации оперативной блокировки на распределительных устройствах подстанций нового поколения (программная блокировка в АСУТП);
3. Организация автоматизированных рабочих мест в АСУТП подстанций;
4. Перспективные направления развития АСУТП подстанций. Интеллектуальные системы мониторинга, управления и защиты электроэнергетических систем.
5. Настройка и параметрирование контроллеров управления ячейкой для реализации передачи данных по протоколу МЭК 61850-8-1 GOOSE и MMS;
6. Разработка информационного и лингвистического обеспечения АСУТП подстанции с использованием САПР;
7. Настройка и параметрирование устройств среднего уровня АСУТП. Настройка передачи данных по протоколу МЭК 60870-5-104.