

## **Аннотация дисциплины Философия технических наук – Б1.Б1**

**Цель дисциплины:** – формирование целостных представлений о возникновении и развитии техники и знаний о ней, включая знание о субъекте технического творчества – инженерного сообщества как социальной группы.

**Место дисциплины в структуре ООП:** базовая дисциплина блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 2.

**Содержание разделов:** Статус технических теорий. Предмет философии техники. Аспекты философии техники: онтологические, эпистемологические, деятельностные. Сетевая структура техники и её реализация в концептуальных переходах. Становление классического научно-технического знания в Новое и Новейшее время. Поток выдающихся технических достижений. Вера в безграничные возможности науки. XVII — середина XVIII в. — время научной революции: развитие экспериментального метода и математизация естествознания. Техника как объект исследования естествознания. Экспериментальный метод и создание инструментов и измерительных приборов. Создание специализированных технических учебных заведений. Институционализация технических наук. Методология технических наук. Дисциплинарное оформление технических наук и построение фундаментальных технических теорий. Формирование идеальных объектов технических наук. Междисциплинарный характер технического знания. Система взаимосвязи теорий различного уровня общности. Системно-интегративные тенденции: масштабные научно-технические проекты. «Фундаментальные исследования – прикладные исследования – разработки». Техническое знание и инженерная деятельность. История развития техники. Технические революции. Технологические революции. Научно-техническая революция XX века. Основные этапы научно-технического прогресса. Технический прогресс в XXI в. Основные концепции философии техники. Романтико-символическая интерпретация Эрнста Каппа. Прагматизм Д.Эспинаса. Эвристика П.Энгельмейера. Антропологическая интерпретация Ортеги-и-Гассета. Миссия техники – освобождение человека. Выход из тупика техницизма: превращение техники в искусство. Трансцендентализм Ф. Дессауэра. «Миф машины» Л. Мэмфорда. Концепция техноценоза Б.И.Кудрина. Постструктурализм: М.Фуко, Ж. Деррида, Ж.-Ф. Лиотар. Развитие информационной техники как критерий развития современного общества. Культурно-историческая интерпретация. Техника и мораль. В.М. Розов: зависимость техники от типа социальности. Техникологическая этика. Сближение субстанциальной и метанаучной этики. Этика и теория принятия решений. Прагматическая этика. Этика ответственности. Метанаучная этика техникологии. Этика риска.

**Аннотация дисциплины**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ МАТЕМАТИКИ – Б1.Б.2**

**Цель дисциплины:** изучение глав математики, необходимых для разработки алгоритмов релейной защиты и автоматики и анализу работы конкретных устройств.

**Место дисциплины в структуре ООП:** базовая дисциплина блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 2.

**Содержание разделов:** Понятие обработки сигналов, аналоговые и цифровые сигналы. Примеры обработки сигналов. Необходимые математические представления. Разложение в ряд Фурье. Комплексный ряд Фурье. Практическое применение разложения в ряд Фурье. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Интегральное преобразование Фурье. Анализ линейных систем во временной и частотной областях. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты и оконное преобразование Фурье. Виды вейвлетов, их свойства, применение. Интерполяция и ее виды. Аппроксимация и ее виды. Корреляционные функции и их использование. Применение спектрального анализа. Преобразование Гильберта-Хуанга в цифровой обработке сигналов.

**Аннотация дисциплины**  
**КОМПЬЮТЕРНЫЕ, СЕТЕВЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Б1.Б.3**

**Цель дисциплины:** изучение коммуникационных сетей и систем подстанций, используемых при разработке, исследовании и эксплуатации релейной защиты и автоматики.

**Место дисциплины в структуре ООП:** базовая дисциплина блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 4.

**Содержание разделов:** Компьютерные сети и технологии передачи данных: Каналы передачи данных по компьютерным сетям. Сетевое оборудование. Топология компьютерных сетей. Протоколы передачи данных. Протоколы резервирования. Протоколы синхронизации времени. Приоритизация трафика в компьютерных сетях. Локальные вычислительные сети Ethernet. Набор протоколов TCP/IP. Назначение, область применения протокола Modbus. Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 60870-101. Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 60870-103. Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 60870-104. Назначение, область применения стандарта МЭК 61850. Информационная модель стандарта МЭК 61850. Правила разработки конфигураций МП РЗА по стандарту МЭК 61850, назначение файлов типа \*.icd, \*.scd, \*.icd, \*.ssd. Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 61850-9.2 (SV). Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 61850-8.1 (GOOSE). Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 61850-8.1 (MMS). Назначение, область применения протокола передачи данных С37.118. Назначение, область применения протокола резервирования PRP. Назначение, область применения протокола резервирования HSR. Назначение, область применения протокола RSTP. Назначение, область применения протокола NTP. Назначение, область применения протокола SNTP. Назначение, область применения протокола RTP. Назначение, область применения протокола передачи данных МЭК 60870-6 (ICCP-TASE/2).

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ - Б1.Б.4

**Цель дисциплины:** изучение принципов действия отдельных устройств и систем релейной защиты (РЗ) типовых электроэнергетических объектов, изучение методики проектирование систем РЗ электроэнергетических объектов.

**Место дисциплины в структуре ООП:** базовая дисциплина блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 12.

**Содержание разделов:** Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия. Технические характеристики защит с абсолютной селективностью. Принципы действия защит с абсолютной селективностью: дифференциальные токовые защиты, дифференциально-фазные защиты, фильтровые направленные защиты, продольные токовые защиты, логическая защита шин. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Трансформатор, как объект релейной защиты, требования к защитами. Основные защиты трансформатора. Газовая защита. Принцип действия дифференциальных защит трансформаторов. Расчет параметров срабатывания дифференциальных защит разного исполнения. Дифференциальные защиты цепей низкого напряжения. Дифференциальные защиты шин и ошиновки, их расчет. Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Назначение резервных защит. Принцип действия, выполнение и расчет токовой защиты обратной последовательности. Варианты выполнения дистанционных защит трансформатора, методика расчета параметров срабатывания при защите автотрансформатора. Основные защиты воздушных линий электропередачи. Продольная дифференциально-фазная токовая защита линий электропередачи. Фильтровая направленная защита для линий ПО - 220 кВ. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий. Поперечная направленная защита параллельных линий. Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор. Продольная дифференциальная токовая защита генератора. Поперечная дифференциальная защита генератора, принцип действия и расчет параметров срабатывания. Максимальная токовая и дистанционная защиты генератора, особенности выполнения защит применительно к генератору, расчет параметров срабатывания. Комплексный подход к выполнению РЗ отдельных элементов и объектов электрической систем. Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП электроэнергетического объекта. Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошиновок. Состав комплекса РЗ линий электропередачи 110-220 кВ, выполненного на микроэлектронной элементной базе. Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и УРОВ. Состав комплекса РЗ ЛЭП 330-750 кВ, выполненного на микроэлектронной элементной базе. Принцип действия индивидуального УРОВ. Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит. Комплекс защит подстанционного оборудования, выполненных на микроэлектронной элементной базе. Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций, Функциональные схемы основных и резервных защит. Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов. Современное состояние и перспективы развития АСУ ТП. Система технического обслуживания устройств РЗА, ее назначение и обоснование. Современные устройства и системы проверки устройств РЗА.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ - Б1.В.ОД.1

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

**Место дисциплины в структуре ООП:** Обязательная дисциплина вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 12.

**Содержание разделов:** Основные виды автоматических систем управления и регулирования (АСУ и АСР). Функциональные схемы. Методы анализа АСУ. Математическое описание линейных и нелинейных системы управления. Структурные схемы аналоговых и цифровых АСР, их описание. Типовые звенья аналоговых и цифровых АСР, их уравнения и основные характеристики. Соединение типовых звеньев. Преобразование структурных схем. Разомкнутые и замкнутые АСР, их передаточные функции. Преобразование многоконтурных схем в одноконтурные. Статические и астатические АСР. Основы теории устойчивости функционирования АСР. Уравнения движений АСР. Понятие статической и динамической устойчивости. Необходимое и достаточное условие статической устойчивости. Методы анализа устойчивости. Определение областей 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. Законы регулирования, передаточные функции и свойства регуляторов. Классификация релейной защиты и автоматики. Обзор устройств сетевой, противоаварийной и режимной автоматики. Особенности взаимодействия различных видов автоматических устройств и комплексов релейной защиты и автоматики. Устройства сетевой автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. Автоматическое повторное включение. Расчет параметров настройки. Особенности выполнения схем автоматического повторного включения для линий с двухсторонним питанием. Автоматический ввод резерва. Автоматика опережающего деления сети. Устройства режимной автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. Автоматическое регулирование напряжением и реактивной мощностью. 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. Автоматическое регулирование возбуждением сильного действия. Принципы распределение реактивных мощностей между двумя и более параллельно работающими генераторами. Автоматика регулирования коэффициента трансформации трансформатора. Автоматическое регулирование частоты и перетоков активной мощности. Баланс мощности в энергосистеме. Плановые/неплановые нагрузки. Первичное, вторичное и третичное регулирование частоты. Назначение, требования, принцип действия. Устройства противоаварийной автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования. Автоматическое ограничение снижения частоты. Устройства технологической автоматики. Назначение, Область применения, требования, принципы действия и алгоритмы функционирования.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ - Б1.В.ОД.2

**Цель дисциплины:** изучение основных правил разработки проектной и рабочей документации по релейной защите и автоматике, включая противоаварийную автоматику (ПА) и автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП).

**Место дисциплины в структуре ООП:** Обязательная дисциплина вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 5.

**Содержание разделов:** Цели создания, назначение и функции АСУТП. Контролируемое и управляемое оборудование. Основные термины и определения. Цели создания АСУТП на объектах электроэнергетики. Понятие технологического процесса на объектах электроэнергетики. Назначение АСУТП. Основные технологические функции. Основные общесистемные функции. Состав контролируемого оборудования. Состав управляемого оборудования. Структурная схема АСУТП. Уровни иерархии в структуре АСУТП. Функции технических средств АСУТП разных уровней иерархии. Понятие структурной схемы АСУТП. Выделение уровней иерархии в структуре АСУТП. Состав программно-технических АСУТП. Функции технических средств АСУТП разных уровней иерархии. Разработка принципиальных электрических схем ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов. Принципиальные схемы ввода/вывода дискретных сигналов. Принципиальные схемы токовых цепей. Принципиальные схемы цепей напряжения. Принципиальные схемы ввода аналоговых сигналов от системы оперативного постоянного тока. Принципиальные схемы ввода аналоговых сигналов от датчиков с унифицированным выходом 4-20 мА. Принципиальные схемы ввода аналоговых сигналов от датчиков температуры. Стадии создания АСУТП. Разработка технического задания на АСУТП. Состав и содержание разделов проектной документации АСУТП. Стадии создания АСУТП. Требования составу и содержанию разделов технического задания. Виды обеспечения АСУТП. Назначение проектной документации. Состав и содержание разделов проектной документации. Состав и содержание рабочей документации АСУТП. Назначение рабочей документации. Состав и содержание рабочей документации: принципиальные и монтажные схемы, кабельные журналы, задания заводам на изготовление шкафов, структурные схемы и заказные спецификации. Разработка информационного обеспечения релейной защиты, ПА и АСУТП. Понятие информационного обеспечения. Назначение информационного обеспечения. Принципы классификации и кодирования информации. Иерархическая структура обозначения сигналов. Отличительные особенности обозначения дискретных и аналоговых сигналов. Лингвистическое обозначение сигналов. Цели и задачи противоаварийного управления. Структурная схемы ПА энергорайона и определение состава задач, выполняемого комплексом ПА. Стадии проектирования противоаварийной автоматики. Разработка состава и требований к содержанию разделов проектной документации. Расчет электрических режимов и устойчивости. Автоматика дозировки воздействий. Устройство ФТКЗ. Разработка структурно-функциональных схем. Автоматика ликвидации асинхронного режима. Разработка структурно-функциональных схем. Автоматика ограничения повышения напряжения. Разработка структурно-функциональных схем. Автоматика ограничения перегрузки оборудования. Устройство передачи аварийных сигналов и команд. Разработка структурно-функциональных схем. Разработка полных схем проекта. Совместная работа нескольких устройств комплекса противоаварийной автоматики.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ - Б1.В.ОД.3

**Цель дисциплины:** изучение основ теории передачи телемеханической информации для создания современных систем сбора, передачи, преобразования и отображения различных сообщений и данных, необходимых диспетчерскому и технологическому управлению энергетическими системами и их отдельными элементами.

**Место дисциплины в структуре ООП:** Обязательная дисциплина вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 4.

**Содержание разделов:** Задачи диспетчерского управления. Назначение автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) в энергосистемах. Структура АСДУ, комплекс технических средств. Меры информации. Понятие информации. Сбор, передача, обработка и отображение оперативно диспетчерской информации как основа автоматизации управления энергосистемами. Влияние помех на количество информации в сообщениях. Способы преобразования информации. Сигналы как материальные носители информации. Аналоговые и дискретные сигналы. Преобразование информации. Квантование сообщений. Переносчики информации. Виды переносчиков информации, их основные характеристики. Сигналы, основные информационные и физические характеристики сигналов. Спектры переносчиков. Понятие спектра сигнала, основные параметры спектра. Методы модуляции. Понятие модуляции, непрерывная и импульсная модуляция, способы реализации. Коды и кодированные сигналы, основные характеристики Кодирование информации, основные понятия. Виды кодов. Безубыточный непомяхозащищенный двоичный код. Коды, обнаруживающие ошибки. Код с защитой по четности. Код с простым повторением, с повторением и инверсией. Корреляционный код. Код на одно сочетание. Двоичный сменно-качественный код с К-кратным повторением символов. Коды, исправляющие ошибки. Коды, обнаруживающие и исправляющие ошибки. Формирование кодов-спутников. Код Хэмминга. Циклический код. Выбор образующего полинома циклического кода, обнаруживающего одно- и двукратные ошибки. Алгоритм декодирования циклического кода с исправлением ошибки. Пакеты ошибок и их исправление. Помехоустойчивость передачи. Основные понятия. Виды помех, их основные характеристики. Способы повышения помехоустойчивости передачи. Достоверность передачи информации. Достоверность передачи оперативно-диспетчерской информации. Способы повышения достоверности передачи информации. Передача информации с повторением. Передача информации с обратной связью. Анализ структуры АСДУ и определение количественных характеристик оперативно-диспетчерской информации. Оценка количества информации в многоэлементных сообщениях и в показаниях измерительных приборов. Анализ методов преобразования аналоговых и дискретных сигналов. Квантование сообщений. Анализ способов получения дискретных и непрерывных сигналов. Определение спектральных характеристики переносчиков сообщений. Анализ способов реализации модуляции сигналов. Анализ способов кодирования информации. Анализ способов кодирования, обеспечивающих обнаружение ошибок. Анализ способов кодирования, обеспечивающих исправление ошибок. Анализ способов повышения помехоустойчивости передачи. Анализ способов повышения достоверности передачи информации. Помехозащищенные коды, обнаруживающие ошибки. Помехозащищенные коды, исправляющие ошибки. Импульсные переносчики информации. Способы модуляции сигналов.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДИСПЕТЧЕРСКОГО И  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ - Б1.В.ОД.4

**Цель дисциплины:** изучение способов и средств сбора, передачи, преобразования и отображения телемеханической информации для целей диспетчерского и технологического управления энергетическими системами и их отдельными элементами.

**Место дисциплины в структуре ООП:** Обязательная дисциплина вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 5.

**Содержание разделов:** Задачи диспетчерского управления. Назначение автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) в энергосистемах. Структура АСДУ. Системы телемеханики. Особенности использования. Функции, типовые структуры. Конфигурации. Уровневая структура моделей системы передачи данных и системы телемеханики. Передача телемеханической информации Методы передачи. Достоверность. Кодовые форматы (протоколы передачи). Диалоговые процедуры. Кадры сообщений. Протокол HDLC. Сети передачи данных. Концепция глобальной сети. Архитектура взаимодействия открытых систем. Общие принципы построения. Коммутация пакетов и каналов. Стандартизация сетей. Пакетная передача данных. Телемеханические комплексы. Общая характеристика. Микропроцессорные комплексы телемеханики. Оперативно-информационные комплексы. Архитектура и платформа технических средств. Надежность, функциональная полнота. Каналы связи. Линии связи, каналы связи. Виды каналов связи в энергетике, их основные характеристики. Симплексные, дуплексные и полудуплексные каналы связи. Способы разделения каналов и сигналов. Каналы связи по физическим проводным линиям связи, по линиям электропередачи. Каналы телемеханики по распределительным электрическим сетям. Отображение телемеханической информации. Мозаичные диспетчерские щиты, полиэкранные системы, конструкции, принципы управления. Развитие средств диспетчерского и технологического управления. Основные тенденции и перспективы развития средств диспетчерского и технологического управления. Состав компонентов программно-технического комплекса структуры АСДУ и определение их функциональных характеристик. Типовые структуры систем телемеханики. Формата кадров протокола HDLC. Методы пакетной передачи данных. Анализ состава функциональных задач микропроцессорных комплексов телемеханики. Архитектура оперативно-информационных комплексов. Сравнительный анализ технических характеристик различных каналов связи. Способы отображения телемеханической информации. Обзор перспективных направлений развития средств диспетчерского и технологического управления.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СРЕДСТВА УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ  
– Б1.В.ДВ.1.1

**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.

**Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 5.

**Содержание разделов:** Общие принципы реализации функций РЗА в микропроцессорных терминалах. Алгоритмы предварительной обработки информации. Общая структура алгоритмов измерительных органов. Цифровая частотная фильтрация. Алгоритмы идентификации принужденной составляющей входного сигнала на основе моделей сигнала. Алгоритмы выделения симметричных слагаемых электрических величин по ортогональным составляющим входных сигналов и по выборкам мгновенных значений. Алгоритмы фильтров аварийных составляющих. Алгоритмы измерительных органов. Варианты алгоритмов на основе использования выборок мгновенных значений, их свойства и возможности применения. Алгоритм на основе использования ортогональных составляющих, особенности записи алгоритма, минимизирующего затраты машинного времени при его реализации. Особенности реализации алгоритмов РЗА. Погрешности цифровой реализации алгоритмов измерительных органов, их источники. Система ввода аналоговых сигналов. Характеристика аналоговых сигналов, их состав при реализации алгоритмов РЗА различных электроэнергетических объектов. Выбор шага дискретизации и уровня квантования аналого-цифрового преобразования. Кратность входных сигналов и расчет разрядности АЦП. Построение систем микропроцессорных защит. Типовой состав алгоритмов релейной защиты и автоматики в МПРЗА, примеры ведущих фирм, выпускающих МПРЗА. Проявление отказов элементов терминала на выполнение функций релейной защиты и автоматики, схема влияния отказа и сбоя элемента на выполняемую функцию. Методы повышения надежности на этапе проектирования системы РЗА и в процессе эксплуатации. Возможности и эффективность включения МПРЗА в качестве нижнего уровня АСУ ТП. Каналы связи, требования к каналам, варианты выполнения. Протоколы обмена, проблемы и их решения. Примеры формирования системы релейной защиты и автоматики различных объектов. Особенности алгоритмов микропроцессорных защит. Обзор ведущих фирм, выпускающих МПРЗА, характеристика основных типов терминалов. Варианты выполнения основных защит ВЛ на базе МПРЗА. Особенности алгоритмов функционирования защит с абсолютной селективностью. Выполнение органа манипуляции ДФЗ с адаптивными характеристиками. Интегральный принцип сравнения фаз в ДФЗ. Варианты выполнения резервных защит ВЛ на базе МПРЗА. Алгоритмы пусковых органов блокировки от качаний дистанционных защит, контролирующие аварийные составляющие тока, а также скорость изменения вектора сопротивления. Особенности алгоритмов дифференциальных защит трансформаторов. Типы резервных защит трансформаторов в составе МПРЗА. Состав терминалов релейной защиты от внутренних и внешних КЗ генератора и блока генератор-трансформатор. Вопросы эксплуатации микропроцессорных защит. Нормативная документация, регламентирующая эксплуатацию МПРЗА, процедуры обслуживания. Сервисные функции в составе терминала. Самодиагностика терминала, ее общие принципы и возможности.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦВОПРОСЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ – Б1.В.ДВ.1.2

**Цель дисциплины:** изучение общих принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления нормальными режимами работы электроэнергетических систем и противоаварийного управления ими;

**Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 5.

**Содержание разделов:** Общие положения по структуре и назначению системы противоаварийной автоматики электроэнергетических систем. Назначение противоаварийной автоматики. Возможные нарушения режима работы электроэнергетических систем без противоаварийной автоматики. Примеры больших системных аварий. Общие принципы построения системы ПА как эшелонированной системы, предотвращение прекращения электроснабжения на больших территориях. Модели отдельных элементов электроэнергетической системы, используемые для анализа установившихся и переходных режимов: комплексные модели частей электроэнергетической системы. Основные соотношения электрических параметров, используемые для анализа статической и динамической устойчивости. Основные методы расчёта и программы, используемые для выбора принципов ПА. Основные допущения и ограничения при расчётах по стандартным программам. Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при нарушении баланса активной мощности. Основные возмущения, приводящие к возникновению аварийного небаланса активной мощности. Методы выявления и локализация аварийного небаланса активной мощности. Методы автоматического управления при возникновении аварийного небаланса активной мощности. Системы противоаварийной автоматики предотвращения аварии при нарушении баланса реактивной мощности. Основные возмущения, приводящие к возникновению небаланса реактивной мощности. Методы выявления и локализация аварийного небаланса реактивной мощности. Методы автоматического управления при возникновении аварийного небаланса реактивной мощности. Системы противоаварийной автоматики, предотвращающие развитие аварии при коротких замыканиях и аварийном отключении элементов системообразующей сети. Методы выявления и оценки опасности аварийных возмущений с к.з. и без к.з., сопровождающихся нарушением статической и динамической устойчивости. Методы автоматического управления при аварийных возмущениях с к.з. и без к.з. сопровождающихся нарушением статической и динамической устойчивости. Современные средства нейтрализации аварийных возмущений предотвращающих развитие аварий в электроэнергетической системе. Устройства типа FACTS, СПИНЭ. Сверхмощные аккумуляторы.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ СПЕЦВОПРОСЫ ЭМПП - Б1.В.ДВ.2.1

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

**Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 4.

**Содержание разделов:** Основные положения метода симметричных составляющих. Основные ограничения и допущения метода. 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. 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. Направление и распределение мощностей для отдельных последовательностей при КЗ и разрывах. Основные методы расчета сложных видов повреждений. Схемы замещения в симметричных координатах для отдельных элементов электрической системы. Двухобмоточные и трехобмоточные трансформаторы при отсутствии и наличии регулирования под нагрузкой (РПН). Автотрансформаторы с различными вариантами РПН. Удельные продольные параметры линий – двухпроводной вдали от земли, однофазной линии провод-земля. Сопротивление взаимной индукции 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. Удельные параметры ЛЭП с расщепленными фазами. Схемы замещения одиночных коротких и длинных ЛЭП. Схемы замещения параллельных ЛЭП при учете взаимной индукции между линиями. 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 нагрузочном режиме и расчета схемы дополнительного режима. Соотношения между симметричными составляющими токов и напряжений для граничных условий разного вида КЗ. Расчетные схемы замещения для основных элементов электрической системы. Учет основных факторов, влияющих на значения их параметров. Расчет максимального и минимального значений полных токов для целей выбора уставок и проверки чувствительности релейной защиты. Расчет распределения тока нулевой последовательности в «хорошо» заземленном ГЗТ при КЗ на землю на ВЛ. Расчет токов и напряжений при сложном повреждении. Расчет токов при КЗ на выводах генератора для начального момента и установившегося режима КЗ. Расчет тока КЗ от генератора для заданного момента времени с учетом электрической удаленности КЗ. Формирование матрицы узловых сопротивлений методом наращивания. Расчет токов и напряжений при несимметричных КЗ с использованием матрицы узловых сопротивлений. Расчет токов и напряжений при несимметричных КЗ с использованием матрицы узловых проводимостей.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫМИ РЕЖИМАМИ ЭЭС - Б1.В.ДВ.2.2

**Цель дисциплины:** изучение управления переходными режимами электроэнергетической системы, технических способов и средств управления и их характеристик.

**Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 4.

**Содержание разделов:** Математическая модель ЭЭС для исследования статической устойчивости. Уравнения электромеханических переходных процессов простейшей ЭЭС. Математическая модель системы возбуждения и АРВ. Векторная диаграмма простейшей ЭЭС. Статические характеристики нерегулируемой ЭЭС. Статические характеристики ЭЭС при ручном регулировании возбуждения. Математическая модель простейшей ЭЭС для исследования статической устойчивости. Исследование статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС и при ручном регулировании. Необходимые условия устойчивости ЭЭС. Необходимые и достаточные условия статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС. Критерий Гурвица. Определяющие условия статической устойчивости нерегулируемой ЭЭС. Исследование статической устойчивости автоматически регулируемой ЭЭС. Автоматическое регулирование возбуждения пропорционального действия. Структурная схема АРВ ПД. Статические характеристики ЭЭС с АРВ ПД генератора. Моделирование ЭЭС с АРВ ПД генератора для исследования статической устойчивости. Условия статической устойчивости ЭЭС с АРВ ПД. Условия устойчивости ЭЭС в режиме холостого хода. Условия статической устойчивости ЭЭС с АРВ ПД генератора в нагрузочных режимах при  $T_e=0$ . Определяющие условия статической устойчивости. Ограничения на коэффициент усиления канала регулирования по отклонению напряжения. Противоречие между статической точностью и статической устойчивостью в ЭЭС с АРВ ПД генератора. Ограничения по апериодической и колебательной статической устойчивости. Влияние инерционности системы возбуждения на условия статической устойчивости ЭЭС с АРВ ПД на генераторе. Увеличения постоянной времени системы возбуждения при её охвате отрицательной гибкой обратной связью. Устранение противоречия между статической точностью регулирования и статической устойчивостью с помощью токового компаундирования с корректором напряжения. Синтез структуры АРВ сильного действия. Задачи синтеза структуры. Метод малого параметра и его применение для анализа условий статической устойчивости ЭЭС. Определение необходимого порядка производных режимных параметров для каналов стабилизации. Условия статической устойчивости ЭЭС при стабилизации по первой производной режимного параметра. Условия статической устойчивости ЭЭС при стабилизации по первой и второй производным режимного параметра. Выбор режимного параметра для канала стабилизации АРВ СД. Системы возбуждения и автоматического регулирования синхронных машин. Структурные схемы АРВ СД. Требования к системам автоматического регулирования. Системы возбуждения синхронных машин. Современные системы автоматического регулирования возбуждения синхронных машин. Оптимальное управление переходными режимами ЭЭС. Принцип максимума Понтрягина. Применение методов теории оптимального управления для улучшения условий динамической устойчивости ЭЭС. Формирование математической модели ЭЭС для решения задачи оптимального управления мощностью турбины и возбуждением генератора в системе станция-шины бесконечной мощности. Оптимальное управление линейными системами. Матричное уравнение Риккати. Оптимальное управление линейной системой при заданной степени устойчивости.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ -**  
**Б1.В.ДВ.3.1**

**Цель дисциплины:** изучении принципов действия, современных и перспективных технических решений построения, проектирования и использования комплексов технических и программных средств для определения мест повреждения (ОМП) в электрических сетях энергосистем.

**Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 5.

**Содержание разделов:** Разновидности средств и методов ОМП в сетях различных видов и способов заземления нейтрали. Взаимодействие с системой РЗА. Дистанционные средства ОМП ВЛ 110 кВ и выше. Структуры, параметры, расчеты, характеристики. Топографические средства ОМП ВЛ 110-220 кВ. Дистанционные средства ОМП ВЛ 10-35 кВ. Топографические средства ОМП ВЛ 10-35 кВ. Электромагнитная совместимость средств ОМП. Испытания средств ОМП в первичных и вторичных цепях. Расчеты запасов. ВЧ каналы связи, расчеты параметров. Дистанционные средства ОМП КЛ 6-35 кВ. Топографические средства ОМП КЛ 6-35 кВ. Техничко-экономические расчеты эффективности средств ОМП.

АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ  
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ - Б1.В.ДВ.3.2**

**Цель дисциплины:** Развитие компетенций в области анализа информации, определения целей, результатов и путей их достижения, эффективной работы в коллективе, использования имеющейся нормативной базы и современных информационных технологий при решении профессиональных задач в проектной технологии

**Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина по выбору вариативной части блока 1 основной образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»). Количество зачётных единиц – 5.

**Содержание разделов:** Гражданский Кодекс Российской Федерации, Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений». Общие принципы организации коммерческого и технического учета на оптовом и розничном секторах рынка электроэнергии и мощности и технические требования к нему. Утверждение типа средства измерения и аттестация методики выполнения измерений. Расчетный учет, технический учет, сечение учета. Виды и категории объектов. Расчетные схемы. Этапы создания и ввода системы в эксплуатацию. Правила учета электрической энергии. Основные положения Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях. Утверждение типа средства измерения и аттестация методики выполнения измерений. Испытание на соответствие технических требований объединенного рынка энергии. Типовая методика выполнения измерений электрической энергии и мощности, практика её осуществления. Оформление результатов измерений. Измерительные трансформаторы напряжения (ТН) в соответствии с ГОСТ 1983- 2001, технические требования к ТН, метрологические требования к ним, поверка, замена и ремонт. Измерительные трансформаторы тока (ТТ) в соответствии с ГОСТ 7746-2001, технические требования к ТТ, метрологические требования к ним, поверка, замена и ремонт. Измерительный канал. Счётчики электрической энергии, вторичные измерительные преобразователи. Устройство сбора и передачи данных (УСПД). Трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, вторичные цепи, счетчики электрической энергии, вторичные измерительные преобразователи. Дискретизация по времени, цифровое представление данных, передача и обработка цифровой информации. Привязка к единому времени. Счётчики электрической энергии и их метрологические характеристики. Статические счетчики. Методические основы поверки счётчиков. Устройство цифровых счетчиков. Принцип работы. Технические характеристики. Вторичные измерительные преобразователи. Технические характеристики. Устройство каналов связи. Передача данных. Достоверизация передачи данных. Канал телеуправления. Контроллеры удаленного доступа. Структуры построения информационно управляющих систем. Построение нижнего уровня системы управления. Планирование информационных потоков. Обмен данными между узлами проекта. Сетевой обмен. Обмен по последовательному интерфейсу. Системы мониторинга (визуализация данных от модуля удаленного ввода напрямую, через OPC-сервер, через встроенный драйвер. Технологии создания проекта. Способы порождения базы каналов - от экранов и программ, от источников/приемников данных, для прямой связи между узлами. Библиотеки компонентов. Компоненты проекта: описатель, узел, канал, атрибут. Каналы-вызовы экранов, программ, запросов к БД, документов. Представление данных, точка процесса. Работа с базами данных. Защита, резервирование, архивирование восстановление баз данных. Центр управления и обработки данных. Автоматизированное рабочее место. Администрирование и разделение полномочий пользователей. Серверы процессов, их взаимодействие. Управляющие пульты (терминалы).