**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**(ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)**

ЦПП «Релейная защита и автоматизация энергосистем»

## УТВЕРЖДАЮ

Советник при ректорате

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.И. Маслов

### (подпись)

м.п.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

20\_\_ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Применение стандарта МЭК 61850 в электроэнергетике

Электроэнергетика и электротехника

## Москва. 2016 год

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

* 1. **Цель реализации программы**

#### Цель: повышение квалификации путем формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения профессиональной деятельности в области автоматизации процессов в электроэнергетике и электротехнике.

Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника.

* 1. **Планируемые результаты освоения программы**

а) Слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

в области проектно-конструкторской деятельности:

способностью использовать прикладные программные средства при решении практических задач профессиональной деятельности (ПК-2).

в области производственно-технологической деятельности:

способностью осваивать современные средства программного обеспечения систем автоматизации и управления (ПК-8).

в области организационно-управленческой деятельности:

способностью изучать и анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели и результаты работы, обобщать их и систематизировать, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств и программного обеспечения (ПК-15).

б) Выпускник должен обладать знаниями и умениями в следующих областях науки, техники и технологии электроэнергетической сферы:

* электротехника и промышленная электроника;
* электроснабжение и электропривод;
* измерение технологических параметров;
* микропроцессорная техника;
* автоматическое регулирование технологических параметров;
* системы автоматизации и управления технологическими процессами;
* программно-технические средства автоматизации;
* проектирование автоматизированных систем управления с использованием SCADA- пакетов;
* нормативные документы, определяющие требования к системам автоматизации и управления;
* автоматизация технологических объектов и процессов в электроэнергетике;
* надежность и безопасность систем автоматизации и управления.
  1. **Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

Лица, желающие освоить дополнительную профессиональную программу, должны иметь или получать среднее профессиональное или высшее образование.

Наличие указанного образования должно подтверждаться документом государственного или установленного образца или академической справкой о прохождении обучения, при этом удостоверение о повышении квалификации выдается после предоставления соответствующего подтверждающего документа о получении соответствующего образования.

Желательно иметь стаж работы (не менее 1 года), связанной с электроэнергетическим хозяйством, в должности инженера или инженера отдела АСУ, инженера- электрика, инженера-программиста, инженера-электроника, инженера-метролога, инженера-наладчика, электромеханика, начальника участка по эксплуатации систем автоматики и телемеханики, мастера, и т.п.

# Общая трудоемкость программы

Нормативная трудоемкость обучения по программе составляет 40 академических часов, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

# Форма обучения

Форма обучения - очная с полным отрывом от работы.

# Режим занятий

При любой форме обучения учебная нагрузка устанавливается не более 40 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

# Выдаваемый документ

#### При успешном выполнении учебного плана и итоговой аттестации, выдается Удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

# СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

* 1. **Учебный план**

**Таблица 1 – Учебный план.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование дисциплин,  разделов и тем | Общая трудоемкость, ак.ч. | Очные занятия | | | Занятия с ДОТ, ак.ч. | СРС, ак.ч. | Форма  контроля |
| Всего, ак.ч. | Из них | |
| Лекции, ак.ч. | Семинары, практические и лабораторные занятия, ак.ч. |
| **1.** | Основы промышленных ЛВС и стандарта МЭК 61850 | **8** | **8** | **8** | **—** | — | **—** |  |
| 1.1. | Экскурсия по кафедре РЗиАЭ. Общая информация о курсе «МЭК 61850». Состав курса, организационные мероприятия. | 1 | 1 | 1 | — | **—** | — | Устный опрос |
| 1.2. | Введение в стандарт МЭК 61850: Протоколы связи в электроэнергетике. - Модель OSI и распределение протоколов по различным уровням. - Физические каналы связи. Основные документы международной электротехнической комиссии и главы стандарта МЭК 61850. | 2 | 2 | 2 | — | **—** | — | Устный опрос |
| 1.3. | Состав и содержание стандарта МЭК 61850 | 1 | 1 | 1 | — | **—** | — | Устный опрос |
| 1.4. | Инфраструктура сети Ethernet. - Применение протоколов резервирования при проектировании сетей Ethernet систем релейной защиты и автоматики цифровых подстанций. - Оценка информационной загрузки сегментов сети Ethernet с обменом данными по протоколам GOOSE и Sampled Values.  - Способы управления информационными потоками данных в сетях Ethernet. | 2 | 2 | 2 | — | **—** | — | Устный опрос |
| 1.5. | Сервисы и протоколы передачи данных, описываемые стандартом: - Абстрактные сервисы передачи данных. - Протокол GOOSE. - Протокол MMS. - Протокол SV. | 2 | 2 | 2 | — | **—** | — | Устный опрос |
| **2.** | Виды конфигурационных файлов МЭК 61850. Применение отчетов. Модель управления МЭК 61850 | 8 | 8 | 8 | — | — | — | Устный опрос |
| 2.1. | Виды файлов на языке SCL и подходы к конфигурированию устройств:  - Стандартизованные форматы файлов для обмена информацией (SSD, ICD, SCD, CID и др.).  - Примеры файлов и их содержания.  - Этапы процедуры конфигурирования устройств. | 2 | 2 | 2 | — | — | — | Устный опрос |
| 2.2. | Информационная модель устройства и язык SCL:  - Информационная модель устройства.  - Логические узлы и модель данных.  - Наборы данных.  - Кратко о языке конфигурирования SCL (System Configuration Language).  - Использование языка SCL для описания объектной модели устройств. | 2 | 2 | 2 | — | — | — | Устный опрос |
| 2.3. | Буферизируемые и небуферизируемые отчеты:  - Назначение, основные отличия от других механизмов передачи данных МЭК 61850.  - Структура и параметры управляющих блоков передачей буферизируемых/ небуферизируемых отчетов. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | Устный опрос |
| 2.4. | Журналы событий:  - Назначение.  - Структура и параметры управляющего блока передачей журналов событий. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | Устный опрос |
| 2.5. | Модель управления (control model) согласно МЭК 61850 (direct control with normal security, select before operate (SBO) with normal security, direct control with enhanced security, SBO with enhanced security). | 1 | 1 | 1 | — | — | — | Устный опрос |
| 2.6. | Модель управления группами уставок и модель передачи файлов согласно МЭК 61850. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | Устный опрос |
| **3.** | Теоретические сведения о протоколе GOOSE. Наладка информационного обмена данными по протоколу GOOSE | 8 | 8 | 2 | 6 | — | — | Устный опрос |
| 3.1. | Технические особенности передачи сообщений по протоколу GOOSE:  - Структура Ethernet кадра сообщения  - Состав GOOSE сообщения  - Кодирование сообщения по BER | 2 | 2 | 2 | — | — | — | Устный опрос |
| 3.2. | Работа в группах осуществляется по следующему сценарию:  - Знакомство с настроечным программным обеспечением МП РЗА.  - Знакомство с информационными моделями устройств согласно стандарту МЭК 61850.  - Конфигурирование терминалов на отправку GOOSE-сообщений и на прием сообщений друг от друга.  - Анализ трафика по сети с помощью ПО Wireshark, пояснение параметров сообщений на практическом примере. | 6 | 6 | — | 6 | — | — | Устный опрос |
| 4 | Использование протокола МЭК 61850-9-2 | 8 | 8 | 4 | 4 | — | — | Устный опрос |
| 4.1. | 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. | 2 | 2 | 2 | — | — | — | Устный опрос |
| 4.2. | Обзор первичного и вторичного оборудования с поддержкой протокола МЭК 61850-9-2/9-2LE. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | Устный опрос |
| 4.3. | Пример параметрирования устройств сопряжения с шиной процесса/эмуляторов и устройств РЗА с интерфейсом МЭК 61850-9-2LE. | 1 | 1 | 1 | — | — | — | Устный опрос |
| 4.4. | Практическое занятие по параметрированию устройств РЗА для работы на шине процесса. | 4 | 4 | — | 4 | — | — | Устный опрос |
| 5.. | Вопросы проектирования РЗА с использованием МЭК 61850 | 8 | 8 | 4 | — | — | — | Устный опрос |
| 5.1. | Проектирование систем РЗА иАСУТП на основе протокола МЭК 61850.  Пример проекта комплекса РЗА на основе стандарта МЭК 61850.  Связь РЗА и АСУТП с использованием протокола МЭК 61850. | 4 | 4 | 4 | — | — | — | Устный опрос |
|  | **Итоговая аттестация** | **4** | **—** | **—** | **—** | — | **4** | **Зачет** |
|  | **Всего:** | **40** | **36** | **26** | **10** | **—** | **4** |  |

# Дисциплинарное содержание программы

Тема № 1. Применение стандарта МЭК 61850 в электроэнергетике

Содержание темы:

1. Основы промышленных ЛВС и стандарта МЭК 6185

1.1. Общая информация о курсе «МЭК 61850». Состав курса, организационные мероприятия.

1.2. Введение в стандарт МЭК 61850: Протоколы связи в электроэнергетике, модель OSI и распределение протоколов по различным уровням, физические каналы связи. Основные документы международной электротехнической комиссии и главы стандарта МЭК 61850.

1.3. Состав и содержание стандарта МЭК 61850

1.4. Инфраструктура сети Ethernet. Применение протоколов резервирования при проектировании сетей Ethernet систем релейной защиты и автоматики цифровых подстанций. Оценка информационной загрузки сегментов сети Ethernet с обменом данными по протоколам GOOSE и Sampled Values. Способы управления информационными потоками данных в сетях Ethernet.

1.5. 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

2.1. Виды файлов на языке SCL и подходы к конфигурированию устройств. Стандартизованные форматы файлов для обмена информацией (SSD, ICD, SCD, CID и др.). Примеры файлов и их содержания. Этапы процедуры конфигурирования устройств.

2.2. Информационная модель устройства и язык SCL. Информационная модель устройства. Логические узлы и модель данных. Наборы данных. Кратко о языке конфигурирования SCL (System Configuration Language). Использование языка SCL для описания объектной модели устройств.

2.3. Буферизируемые и небуферизируемые отчеты. Назначение, основные отличия от других механизмов передачи данных МЭК 61850. Структура и параметры управляющих блоков передачей буферизируемых/ небуферизируемых отчетов.

2.4. Журналы событий. Назначение. Структура и параметры управляющего блока передачей журналов событий.

2.5. Модель управления (control model) согласно МЭК 61850 (direct control with normal security, select before operate (SBO) with normal security, direct control with enhanced security, SBO with enhanced security).

2.6. Модель управления группами уставок и модель передачи файлов согласно МЭК 61850.

3. Теоретические сведения о протоколе GOOSE. Наладка информационного обмена данными по протоколу GOOSE

3.1. Технические особенности передачи сообщений по протоколу GOOSE. Структура Ethernet кадра сообщения. Состав GOOSE сообщения. Кодирование сообщения по BER.

3.2. Работа в группах осуществляется по следующему сценарию: знакомство с настроечным программным обеспечением МП РЗА; знакомство с информационными моделями устройств согласно стандарту МЭК 61850; конфигурирование терминалов на отправку GOOSE-сообщений и на прием сообщений друг от друга; анализ трафика по сети с помощью ПО Wireshark, пояснение параметров сообщений на практическом примере.

4. Использование протокола МЭК 61850-9-2

4.1. 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.

4.2. Обзор первичного и вторичного оборудования с поддержкой протокола МЭК 61850-9-2/9-2LE.

4.3. Пример параметрирования устройств сопряжения с шиной процесса/эмуляторов и устройств РЗА с интерфейсом МЭК 61850-9-2LE.

4.4. Практическое занятие по параметрированию устройств РЗА для работы на шине процесса.

5. Вопросы проектирования РЗА с использованием МЭК 61850

5.1. 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.

* 1. **Календарный учебный график**

*Календарный график приводится для наглядного представления формата проведения программы и представления логической последовательности реализации дисциплин.*

**Календарный учебный график прохождения дисциплин**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № Дисциплины (темы) по учебному плану | Недели | | | | | |
| 1-я неделя | | | | |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |
| Итоговая аттестация |  |  |  |  |  |

# Организационно-педагогические условия

* 1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

**Рекомендуемая литература**

1. ГОСТ Р 54835-2011. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 1. Введение и обзор.

2. ГОСТ Р 54325-2011. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 2. Термины и определения.

3. ГОСТ Р МЭК 61850-3-2005. Сети и системы связи на подстанциях. Часть 3. Основные требования.

4. ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств.

5. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях.

6. ГОСТ Р МЭК 61850-7-1-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 1. Принципы и модели.

7. ГОСТ Р МЭК 61850-7-2-2009 Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 2. Абстрактный интерфейс услуг связи (ACSI).

* 1. **Материально-технические условия реализации программы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий | Вид занятий | Наименование оборудования, программного обеспечения |
| 1 | 2 | 3 |
| Аудитория | лекции | компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска |
| Компьютерный класс | практические и лабораторные занятия | компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска. |

* 1. **Кадровые условия**

При реализации дисциплин привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников кафедр: релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

1. **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**
   1. **Формы аттестации**

Текущий контроль слушателей при освоении Программы осуществляется путем проведения устных опросов.

Итоговая аттестация обучающихся проводится в виде итогового зачета в форме ответов по билетам.

* 1. **Оценочные материалы и иные компоненты**

Цель обучения достигается через чтение лекций, проведение практических занятий и сдачу итоговой аттестации. Знания, полученные в процессе обучения, позволят слушателям успешно работать в сфере электроэнергетики и электротехники по части развитых программой компетенций.

Профессиональные задачи слушателей состоят в усвоении теоретических знаний, приобретении практических навыков и освоении компетенций в объеме учебных дисциплин.

В процессе итоговой аттестации оценивается способность слушателей выполнять функции специалистов работающих в области электроэнергетики и электротехники.

Перечень примерных вопросов выносимых на зачет итоговой аттестации:

1. Какие основные разделы содержит стандарт МЭК 61850?

2. Назначение и состав конфигурационных файлов используемых в МЭК 61850?

3. Структура ЛВС на ПС для реализации шины процесса. Структура ЛВС на ПС для реализации шины станции. Резервирование ЛВС.

4. Протокол GOOSE: место в модели OSI, структура кадра, кодирование информации.

5. Протокол MMS: буферизированные и небуферизированные отчеты.

6. Протокол SV: структура кадра, кодирование информации.

Всего по программе предусмотрено 20 вопросов по всему объему изучаемых компетенций.

1. **СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ**

Программа разработана ассистентом кафедры РЗиАЭ Волошиным Е.А.

Руководитель программы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_Волошин Е.А.\_\_\_\_\_\_\_\_

Согласовано:

Директор ИДДО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.В. Белоусов

Начальник ОДПО \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.М. Тимофеев

Директор ЦПП «Релейная защита и автоматизация энергосистем»

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Я.Л. Арцишевский