

Коновалов Юрий Васильевич,

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: yrvaskon@mail.ru

Потапов Илья Николаевич,

студент группы ЭЭ-20-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: pogo201@mail.ru

Леб Максим Сергеевич,

студент группы ЭЭ-20-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: lebmaksim2@gmail.com

РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Konovalev Y.V., Leb M.S., Potapov I.N.

DEVELOPMENT OF INTELLIGENT ELECTRONIC DEVICES

Аннотация. Рассмотрено определение интеллектуальных электронных устройств, их назначение и преимущества перед традиционными устройствами, а также реализация протоколов МЭК при помощи интеллектуальных электронных устройств.

Ключевые слова: интеллектуальные электронные устройства, релейная защита и автоматика, микропроцессорные устройства, протокол МЭК 61850.

Abstract. The definition of intelligent electronic devices, their purpose and advantages over traditional devices, as well as the implementation of IEC protocols using intelligent electronic devices are considered.

Keywords: intelligent electronic devices, relay protection and automation, microprocessor devices, IEC 61850 protocol.

Тенденция перехода на цифровые технологии активно проявляется во всех жизненных процессах человека. Переход на цифровизацию рабочих процессов затронул и электроэнергетическую отрасль. Хотя идеи применения цифровых технологий в системах сбора и обработки информации, управления и автоматизации подстанций появились еще десятки лет назад, их стремительное развитие началось только недавно. Практически все ведущие фирмы электроэнергетической отрасли активно работают в этом направлении. Расширяется количество теоретических и практических исследований, появляются новые международные стандарты, образцы оборудования, опытные полигоны. Это открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергообъектами, позволяя создать подстанцию нового типа – интеллектуальную подстанцию. Для создания интеллектуальных электрических сетей потребуется широкое применение интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) нового поколения. Под интеллектуальными электронными устройствами понимаются устройства релейной защиты и автоматизации, телемеханики, измерительные устройства и другие, обеспечивающие реализацию стандартов цифровой подстанции согласно МЭК 61850 [1].

Принципиальное отличие интеллектуальных устройств различного функционального назначения от традиционных связано с применением более скоростных коммуникаций на основе промышленного Ethernet с поддержкой техноло-

гий резервирования и безопасности, возможностью реализации горизонтальных связей между ИЭУ для обмена дискретной и аналоговой информацией и возможностью удаленного считывания и изменения конфигурации, наличие графических сенсорных дисплеев. Организация горизонтальных связей между ИЭУ позволяет реализовать надежную систему оперативных блокировок на подстанции, обеспечить реализацию более эффективных алгоритмов устройств защиты и автоматики.

Необычным является наличие в ИЭУ цветного сенсорного дисплея диагональю 3,5". Опционально может быть установлен дисплей с диагональю 5,7", кнопки на передней панели также являются сенсорными.

Внутренняя архитектура устроена таким образом, что функции релейной защиты и сервисные функции, например, телекоммуникационные, выполняются на разных процессорах. Устройство поддерживает публикацию GOOSE-сообщений и резервирование телекоммуникационных интерфейсов. Параметрирование осуществляется при помощи конфигурационного ПО EuroCAP, позволяющего создавать пользовательскую логику релейной защиты в графической среде, оперируя функциональными блоками.

Еще большие возможности для совершенствования автоматического управления и регулирования электрической сетью предоставляет технология векторных измерений, широко используемая в системах мониторинга переходных режимов (СМПР). Опыт внедрения в мире СМПР и достижения микроэлектроники позволяют распространить реализацию данной технологии для ИЭУ распределительных сетей 6-110 кВ.

Несмотря на очевидные преимущества интеллектуальных электронных устройств, основной сдерживающий фактор для их массового применения в распределительных устройствах 6-35 кВ связан со значительно более высокой стоимостью ИЭУ, по сравнению с традиционными микропроцессорными устройствами. Действительно, интеллектуальные устройства с поддержкой МЭК 61850 на начальных этапах развития обладали значительно более высокой стоимостью, по сравнению с обычными микропроцессорными устройствами. Но, в последнее время наметилась тенденция к снижению стоимости ИЭУ с поддержкой стандартов МЭК 61950-8-1, что позволяет более широко использовать указанные устройства в распределительных устройствах 6-35 кВ.

В условиях создавшейся политико-экономической ситуации необходимо развитие ИЭУ собственного производства. Аналогами иностранных ИЭУ является, например, многофункциональный измерительный преобразователь ЭНИП-2 – это интеллектуальное электронное устройство для измерения параметров режима трехфазной электрической сети с функциями дискретного ввода-вывода и программируемой логикой, а также устройство ЭНМВ, которое обеспечивает их сопряжение и реализацию протоколов МЭК 61850-8-1 (производство ООО «Инженерный центр «Энергосервис»»). При этом стоимость

ЭНИП-2 с поддержкой протоколов МЭК 61850 сопоставима со стоимостью обычных многофункциональных измерительных преобразователей телемеханики, что делает доступными решения по цифровой подстанции для распределительных устройств 6-35 кВ.

Для расширения функциональных возможностей ЭНИП-2 дополняются модулями дискретного ввода/вывода, блоками телеуправления со встроенными реле, модулями кабельных сетей 6–35 кВ, модулями ввода-вывода с различных датчиков по шине 1-Wire, модулями индикации на основе светодиодных индикаторов, черно-белых и цветных сенсорных жидкокристаллических индикаторов. Для замещения щитовых приборов и индикаторов состояния ячейки предлагается два основных конструктивных решения: раздельное размещение ЭНИП-2 и одного или нескольких модулей индикации и совмещение ЭНИП-2 и модуля индикации в единое устройство с установкой на место щитового прибора.

Отличительными особенностями ЭНИП-2 являются:

- сочетание высокого быстродействия и высокой точности обработки сигналов по основной гармонике при наличии помех в виде свободных составляющих электромагнитных переходных процессов и высших гармоник;
- измерения параметров режима электрической сети в расширенных диапазонах токов и напряжений;
- точные измерения реактивной мощности и энергии без ограничений на несинусоидальность токов и напряжений;
- поддержка стандартов цифровой подстанции МЭК 61850.

В ЭНИП-2 реализованы различные интерфейсы и протоколы обмена, в том числе протокол МЭК 61850-8-1, сервер MMS-сообщений, публикатор и подписчик GOOSE-сообщений для реализации оперативных блокировок и управления.

Для расширения возможностей ЭНИП-2 по телесигнализации и телеуправлению с 2009 года серийно выпускаются модули ввода-вывода ЭНМВ. Модули дискретного ввода-вывода ЭНМВ-1 и ЭНМВ-2 могут быть использованы как модули расширения ЭНИП-2 или как автономные устройства с поддержкой МЭК 61850-8-1 (GOOSE-сообщения) [2].

Интеллектуальные электронные устройства предназначаются для применения не только в распределительных устройствах 110 кВ и выше, но и для применения в распределительных устройствах 6-10 кВ. Габаритные размеры и вес устройств позволяют их установить в релейные отсеки высоковольтных ячеек. Но все же такое решение не обладает необходимым набором преимуществ по сравнению с традиционными решениями, основанными на применении микропроцессорных устройств защиты, автоматики и измерений с аналоговыми входами. Для распределительных устройств 6-35 кВ решение данной задачи возможно лишь при использовании инновационных решений по первич-

ным преобразователям тока и напряжения, а также по подсистеме дискретного ввода-вывода.

Многофункциональное устройство ESM, которое в дополнение к возможностям ЭНИП-2 выполняет функции счетчика коммерческого учета электроэнергии – прибора измерения показателей качества электроэнергии. Интеллектуальное электронное устройство ESM имеет три основные модификации: с аналоговыми входами (от измерительных трансформаторов тока и напряжения), с аналоговыми низкоуровневыми входами (от датчиков тока на базе катушки Роговского и емкостных датчиков напряжения), с цифровыми входами согласно МЭК 61850-9-2LE.

Многофункциональное устройство ESM имеет следующие особенности: измерение параметров режима энергосистемы в полном диапазоне токов и напряжений, поддержка технологии синхронизированных векторных измерений. В распределительных устройствах 6-35 кВ модификации ESM с цифровыми входами согласно МЭК 61850-9-2LE целесообразно применять совместно с современными цифровыми комбинированными первичными измерительными преобразователями тока и напряжения. Устройства ESM содержат от 2 до 4 портов Ethernet, которые предназначены для подключения к шине подстанции. Благодаря наличию в ESM встроенного сетевого коммутатора часть портов может быть использована для подключения к шине подстанции других ИЭУ.

Для индикации показаний ESM разработан специальный модуль индикации ЭНМИ-6. В случае отдельной установки ESM и ЭНМИ-6 возможен как стандартный способ подключения ЭНМИ-6 к устройству ESM с помощью интерфейса, так и подключение по локальной сети Ethernet. Модуль индикации ЭНМИ-6 может использоваться и как автономное устройство для отображения параметров устройств в рамках цифровой подстанции (подписка на GOOSE-сообщения, MMS-сообщения) [2].

Таким образом, применение ИЭУ позволит повысить надежность, существенно сократить количество медных проводов в высоковольтных ячейках, уменьшить их габариты и вес, подстанции будут обладать возможностью тестирования ячеек сразу после их сборки, а также обеспечивать возможность мониторинга и диагностики как отдельных компонентов ячеек, так и ячейки и подстанции в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Коновалов Ю.В., Потапов И.Н., Леб М.С.** Перспективы использования интеллектуальных подстанций в электроэнергетике // Вестник АНГТУ - Ангарск 2022. - №16. - С. 42-45.

2. **Сазыкин В.Г., Кудряков А.Г.** Перспективы использования информационных систем для поддержки управления в энергетике // Инновационная наука. - 2015. - № 1-2. - С. 87-90.